

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



PERDIDA DE SUELO POR EROSION HIDRICA EN LA ZONA FORESTAL DE
LA PRIMAVERA, JALISCO.

Influencia de la Topografía y Características del Suelo.

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
P R E S E N T A
JUAN FRANCISCO GOMEZ MARTINEZ

Los Agujas, Mpio. de Zepapan, Jalisco

1983

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. 18 de Enero de 1982

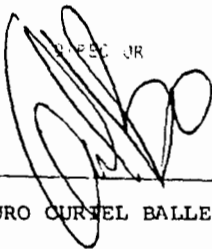
C. ING. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
P P E S E N T E

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____

JUAN FRANCISCO GOMEZ MARTINEZ Titulada:

" PERDIDA DE SUELO POR EROSION HIDRICA, EN LA ZONA FORESTAL
DE LA PRIMAVERA, JAL. MPIO. DE ZAPOPAN."

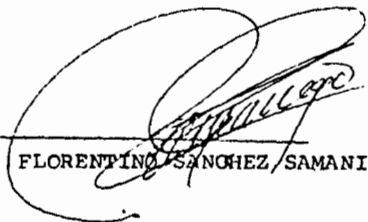
Damos nuestra aprobación para la Impresión de la misma

PROF. DR.


ING. ARTURO CURTEL BALLESTEROS

ASESOR

ASESOR


ING. FLORENTINO SANCHEZ, SAMANIEGO


ING. CARLOS HERNANDEZ ABARCA

AGRADECIMIENTOS.

CON MI MAS PROFUNDO RESPETO Y AGRADECIMIENTO A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA QUE POR MEDIO DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA, " A LA CUAL RECORDARE CON CARINO' ME HA PERMITIDO ADQUIRIR EN SUS AULAS-LOS CONOCIMIENTOS BASICOS PARA EL DESEMPEÑO DE MI PROFESION.

A MIS MAESTROS QUE CON SU APOYO Y VOLUNTAD SUPIERON ENCAUSAR MIS CONOCIMIENTOS PARA REALIZARME CON MAYOR EFICIENCIA EN MI VIDA PROFESIONAL.

DE MANERA ESPECIAL A LOS INGENIEROS ARTURO CURIEL BALLESTEROS, FLORENTINO SANCHEZ SAMANIEGO Y CARLOS HERNANDEZ ABARCA.

QUE CON SUS CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIAS ME DIERON VALIOSOS CONSEJOS PARA HACER DE ESTA TESIS UNA MEJOR REALIZACION.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS CON QUIENES COMPARTI EXPERIENCIAS Y GRANDES MOMENTOS EN EL TRANSCURSO DE ESTOS AÑOS Y QUE SIEMPRE RECORDARE.

Y A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE ME AYUDARON DIRECTA E INDIRECTAMENTE EN LA ELABORACION DE ESTA TESIS, MI MAS APRECIABLE AGRADECIMIENTO.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

JOSE NIEVES GOMEZ GONZALEZ Y MERCEDES
MARTINEZ DE GOMEZ.

A ELLOS MUY ESPECIALMENTE POR SU IN--
CALCULABLE SACRIFICIO PARA LOGRAR UNO
DE SUS ANHELOS, DANDOME TODO SU APOYO
Y SU CONFIANZA QUE ESPERO NO DEFRAU--
DAR.

CON TODO RESPETO Y CARINO A LETY Y A-
MIS HERMANOS POR SU CONSTANTE ALIENTO
Y MUESTRAS DE APOYO.

DE FORMA ESPECIAL A MIS TIAS:

GAUDELIA, FLORENTINA Y SOCORRO MARTI-
NEZ GONZALEZ.

Y A LA MAESTRA:

CELIA DELGADILLO BETANCUR EN QUIENES-
SIEMPRE HE ENCONTRADO UN PUNTO DE APO
YO Y MOTIVACION.

FINALMENTE, A DIOS NUESTRO SEÑOR QUE-
CON SU INIGUALABLE AMOR ME HA PERMITI
DO TERMINAR UNA ETAPA MAS EN VIDA.

PERDIDA DE SUELO POR EROSION HIDRICA, EN
LA ZONA FORESTAL DE LA PRIMAVERA,
JALISCO.

Influencia de la topografia y característi
cas del suelo.

C O N T E N I D O

	PAG.
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS	4
I.- INTRODUCCION.	6
II.- OBJETIVOS Y SUPUESTOS.	9
III.- REVISION DE LITERATURA.	10
3.1 El suelo	10
3.2 La erosión	10
3.2.1. Formas de erosión	11
3.2.2. Erosión hídrica	11
3.3. Factores que intervienen en el fenómeno de la erosión.	12
3.3.1. Erosividad de la lluvia	15
3.3.2. Erosionabilidad del suelo	14
3.3.3. Longitud del declive	15
3.3.4. Pendiente del declive	15
3.3.5. Cubierta vegetal	16
3.3.6. Uso del suelo	17
3.4. Límites aceptables de la erosión	
3.5. La ecuación para predecir las pérdidas de suelo.	19
3.6. Investigaciones mediante el uso de la ecuación universal en México.	20
IV.- MATERIALES Y METODOS	22
4.1. Generalidades	22
4.1.1. Localización.	22
4.1.2. Límites	22
4.1.3. Geología	22
4.1.4. Hidrología	24
4.1.5. Clima	24
4.1.6. Vegetación.	24
4.2. Materiales	25
4.3. Método.	25

	PAG.
4.3.1. Descripción del método	26
A Cálculo del factor "R"	26
B Cálculo del factor "K"	27
C Cálculo del factor "L" y "S"	32
D Cálculo del factor "C"	34
E Cálculo del factor "P"	35
V.- RESULTADOS	36
VI.- DISCUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
6.1. Significancia de los resultados estadísticos del factor erodabilidad.	47
6.2. Resultados estadísticos del factor topografía.	49
6.3 Significancia de los resultados estadísticos de la topografía, cobertura vegetal y erodabilidad con relación a la pérdida de suelo por el agua.	50
6.4. Prácticas de conservación del suelo.	52
VII.- CONCLUSIONES	58
VIII.- BIBLIOGRAFIA	62
IX.- APENDICE.	65

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	PAG.
CUADRO 1.- BALANCE ENTRE EL PROCESO DE FORMACION DEL SUELO Y LA EROSION - EN TERRENOS DEDICADOS A VARIOS-USOS.	18
CUADRO 2.- TIEMPO DE SEDIMENTACION EN 10 - CM. DE AGUA, PARA PARTICULAS DE 0.02 mm. A VARIAS TEMPERATURAS.	29
CUADRO 3.- CODIFICACION DEL FACTOR "C" DEACUERDO AL TIPO Y GRADO DE COBERTURA PARA BOSQUES IMPERTURBADOS.	34
CUADRO 4.- CLASIFICACION DEL CONTENIDO DEMATERIA ORGANICA EN LOS SUELOS-DE LA SIERRA LA PRIMAVERA.	37
CUADRO 5.- RANGOS ENCONTRADOS PARA EL FACTOR "K" SUPERFICIE AFECTADA Y - PERDIDA DE SUELO PROMEDIO PARACADA FACTOR.	59
CUADRO 6.- RANGOS DEL FACTOR "LS" SUPERFICIE AFECTADA Y PERDIDA DE SUELO PROMEDIO PARA CADA UNO DE ELLOS.	59
CUADRO 7.- PERDIDA DE SUELO PROMEDIO PARACADA RANGO DE "A" Y AREA AFECTADA POR CADA UNO.	42
CUADRO 8.- ANALISIS DE VARIANZA DEL FACTOR ERODABILIDAD.	48
CUADRO 9.- RESULTADOS ESTADISTICOS DEL FACTOR TOPOGRAFIA.	49
CUADRO 10.- DATOS ESTADISTICOS DE LA PERDIDA DE SUELO POR EROSION HIDRICA EN LA ZONA FORESTAL DE LA PRIMAVERA.	51

CUADRO 11.- DISMINUCION DE LA EROSION DEL SUELO MEDIANTE PRACTICAS DE CONSERVACION, ASI COMO LA PERDIDA ESTIMADA SIN LA UTILIZACION DE ESTAS DURANTE UN PERIODO DE 8 AÑOS.	56
FIGURA 1.- LOCALIZACION Y DIVISION POLITICA-DE LA ZONA.	23
FIGURA 2.- MONOGRAMA PARA EL CALCULO DEL FACTOR ERODABILIDAD.	33
FIGURA 3.- LOCALIZACION DE LAS 39 ZONAS DE ESTUDIO.	38
FIGURA 4.- DELIMITACION DE ERODABILIDAD DE LOS SUELOS DE LA PRIMAVERA.	40
FIGURA 5.- CLASIFICACION DE LA FACTIBILIDAD-DE EROSION POR TOPOGRAFIA.	41
FIGURA 6.- DISTRIBUCION DE LA PERDIDA MEDIA-ANUAL DE SUELO EN TONELADAS POR UNIDAD DE SUPERFICIE.	44



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

I I N T R O D U C C I O N

La tierra, es el planeta del sistema solar en donde las condiciones de muchos factores importantes se conjugan y hacen posible la evolución y el desarrollo de una amplia variedad de formas de vida.

Dentro de esta diversidad, el hombre: "Ser racional y por lo tanto el más evolucionado de todas las formas de vida", posee elementos como el suelo y el agua, que figuran entre otros como los más necesarios para la vida humana

El suelo es la parte externa de la corteza terrestre, situada entre la roca no alterada y la atmosfera; y su parte más vital es la parte superior del mismo, pues constituye la base física de nuestra agricultura. Lamentablemente, el hombre a propiciado situaciones que lo hacen uno de los elementos más inestables de la naturaleza.

Para formar el suelo, la naturaleza necesita de muchos siglos para convertir la roca en un almacén rico en nutrientes, favorable para el desarrollo de las plantas, pero el hombre con su irracional manejo puede perderlo en pocos años a causa de la erosión.

Se tienen ejemplos de muchos países que sufren de los efectos dañinos que causa la erosión acelerada:

La deforestación despiadada de las llanuras Norteamericanas, que llegó a eliminar casi todos los árboles de la zona, provocó tormentas de polvo en los años 30 en las que el viento barrió millones de toneladas de suelo valioso Turk, Turk, Wittes (17) 1973.

El desierto del Sahara avanza hacia el sur unos -

100 m. al año, debido en parte a las practicas agrícolas -- primitivas de esas zonas.

En nuestro país, los suelos nos indican que el -- enemigo número uno es la erosión; observando sus efectos -- principalmente en zonas boscosas, ya que México es un país -- potencialmente forestal que se ve afectado por sus propios -- habitantes, los cuales acosados por el hambre, van despojando los bosques de su rica vegetación para cultivar los alimentos necesarios para poder subsistir, dejando de esta forma el suelo descubierto y a merced de las lluvias.

De acuerdo a un artículo publicado por el periódico Ocho columnas cada año se pierden en México 400 000 Has. de bosques, de las cuales un gran porcentaje es provocado -- por las mismas autoridades a través de los programas de ampliación de la frontera agrícola, autorizando grandes presu -- puestos que lejos de mejorar la economía nacional, la empobrecen, pues estos suelos producen durante 2 ó 3 años en -- los cuales van perdiendo su fertilidad debido al deslave de los nutrientes causado por el agua; quedando de esta forma a merced de la erosión devoradora, la cual concluye con su total destrucción.

El presente trabajo está encaminado a evaluar el grado de erosión que presenta una importante zona forestal, particularmente de Guadalajara: El bosque de la Primavera, localizado al poniente de la ciudad.

Esta zona esta constituida en su fisiografía -- por lomerios en los cuales se encuentran algunos relieves -- con un porcentaje de pendiente muy alto. El material parental lo constituyen rocas igneas extrusivas principalmente -- la piedra pomez, y la toba encontrando también cantidades -- considerables de obsidiana, pertenecientes todas ellas a la era Cenozoica y al Pleistoceno.

Debido al tipo de material madre, y vegetación la textura del suelo es en su mayoría areno-limoso, siendo sue los jóvenes y sueltos con pH ácidos.

Estas características de relieve y textura junto con el manejo irresponsable que recibe de sus habitantes, ya que año tras año es víctima de incontables incendios provocados para eliminar la capa superficial de materia orgánica con el fin de que el nuevo pasto pueda ser aprovechado por su ganado, hacen que la erosión se presente con mayor facilidad pues durante las primeras lluvias el suelo se encuentra desprotegido, lo cual provoca que las aguas arrastren grandes cantidades de suelo poniendo en peligro la vegetación existente.

Además las corrientes formadas en las faldas de los lomeríos han provocado la formación de estrechas y profundas cárcabas en algunos lugares de esta zona.

Aún así, el problema es mayor si se considera que este bosque constituye los pulmones que abastecen de oxígeno a la ciudad de Guadalajara, con cerca de 4 millones de habitantes y un alto índice de contaminación, así como a otras poblaciones ubicada en sus alrededores.

En este trabajo se utilizó el método Wischmeier, que es la ecuación universal para predecir las pérdidas de suelo por erosión hídrica, por lo cual es de carácter cuantitativo, realizándose en un período de un año de trabajo total.

II OBJETIVOS Y SUPUESTOS

Objetivos

- 1)- El objetivo principal de este trabajo es la evaluación de los daños causados por la erosión hídrica en el bosque La Primavera, para delimitar zonas que presenten diferentes grados de pérdida de suelo. Esto con la finalidad de contar en un determinado momento con datos concretos fidedignos que permitan tomar decisiones a cerca de posibles soluciones y manejos adecuados a esta zona, con las cuales se ayude a disminuir el problema de la erosión.
- 2)- Determinar la influencia de la topografía y de las características del suelo respecto a la erosión.
- 3)- Plantear algunas recomendaciones adecuadas a esta zona respecto al manejo de suelos para controlar el problema de la erosión.

Supuestos

- 1.- En el bosque La Primavera, el daño es causado principalmente por la erosión hídrica, ya que las condiciones fisiográficas la favorecen, impidiendo por lo contrario la erosión eólica, característica de zonas planas.
- 2.- La época en que se realizaron los muestreos de campo es la adecuada.

III REVISION DE LITERATURA

El suelo

La formación del suelo se debe a la intemperización de las rocas bajo la acción de los agentes atmosféricos: la temperatura y la lluvia; así como a la influencia de la vegetación, la fisiografía y el manejo del mismo.

Los factores que intervienen en este proceso son de origen físico, químico y biológico. Las dilataciones y contracciones, provocadas por las variaciones de temperatura y humedad, hielo y deshielo, sumando a éste las alteraciones químicas dan como resultado la disgregación de las rocas que se reducen de tamaño hasta las dimensiones de arenas, limos y arcillas. Estos elementos se mezclan con la materia orgánica producto de la descomposición de los vegetales, y finalmente se ejerce la acción de los microorganismos para que de esta manera se llegue a la formación del suelo.

La erosion.

La erosión como su raíces latinas lo indican: -- erode que significa roer, se refiere a la pérdida progresiva del suelo que se produce en los terrenos, debido a la acción físico-química del agua, del viento y de agentes -- biológicos que arrastran partículas de suelo junto con nutrientes.

Este factor destructivo de desgaste es opuesto al fenómeno de edafización o formación de los suelos, que ocurre, geologicamente hablando en período sumamente largos. En cambio, la erosión acelerada tiene lugar en lapsos muy-

cortos, favorecida por el desequilibrio que se produce cuando se destruye o deteriora la cubierta vegetal o por la aplicación de técnicas inadecuadas en el manejo del suelo.

Las capas superficiales del suelo son las más ricas en nutrientes, por lo tanto, la erosión acelerada supone una pérdida definitiva de un material muy valioso y si es suficientemente intensa, puede llevar a la destrucción completa del suelo como asiento de la vida de la planta.

Como resultado de la erosión de los suelos, las tierras de cultivo agrícola, de bosques y pastizales, pierden su capacidad original de producción hasta el grado de volverse completamente estériles al perder el suelo, propiamente dicho.

Formas de erosión.

Existen dos formas bien definidas de erosión de los suelos según sea el agente que la provoca y su transporte: la producida por el agua, que se conoce como hídrica y la que origina el viento, llamada eólica, independientemente de la erosión geológica producida por el intemperismo natural y cuyo efecto es más bien de formación de los suelos a través de un proceso muy lento, ya que según anónimo (11) se calcula que una capa de un centímetro de espesor de suelo maduro es generada en alrededor de 1 000 años, según sea la naturaleza de la roca o material madre, y de como actúen los factores que intervienen en la desintegración.

Erosión hídrica.

Este tipo de erosión es producida por dos fenómenos, uno físico y otro químico; es decir, el acarreo de las

partículas solidas y la disolución de los nutrientes por mé dio del agua.

En el primer caso, o sea la erosión originada por los escurrimientos superficiales, puede ser apreciada a sim ple vista por el color que toman las aguas de los ríos, que semejante al color del suelo que lleva en suspensión y cuyas partículas constituyen los azolves. La disolución de los elementos nutritivos del suelo se aprecia por la disminución de los rendimientos en los cultivos, máxime si el te rreno cuenta con un excesivo drenaje natural o artificial.

Gilbert, W. R., (6) en 1967 señala que en la erosión producida por las aguas corrientes se distinguen dos tipos: la erosión de capa y la erosión en canales.

La erosión de capa tiene resultados pocas veces espectaculares, pero su actuación sobre grandes zonas conduce a enormes pérdidas de materiales que se acumulan en valles o depresiones, o bien transportadas por los ríos a las lagunas y costas.

En el segundo tipo de erosión los efectos son evidentes en los profundos canales abiertos por el agua, sin embargo la pérdida de materiales es menos serio que el originado por el descenso de la capa freática, que produce un fuerte drenaje y perjudica a la vegetación por desecación.

Factores que intervienen en el fenómeno de la erosión.

Son complejos y numerosos los factores que favorecen e intensifican el proceso de la erosión de los suelos

El volumen y la velocidad de la escorrentía, los cuales controlan su capacidad de arrastre, dependen de la intensidad, duración y frecuencia del aguacero que la origina, llamando aguacero a la lluvia que cae en forma continua en un determinado lapso de tiempo. Dependen también de la pendiente y del área del terreno, lo mismo que de la capacidad del suelo de absorber y dejar pasar agua a través del perfil.

La resistencia que ejerce el suelo a la acción erosiva del agua, está determinada por diversas características o propiedades físicas y químicas del suelo y por la naturaleza y cantidad de la vegetación que en él crece.

Erosividad de la lluvia.

De la cantidad, intensidad y distribución de las lluvias depende el volumen del flujo que se desliza en capa uniforme sobre la tierra llevando en suspensión las sustancias minerales, o que se concentra en canales o arroyos que cortan el suelo.

Asimismo la lluvia determina en alto grado a través de su influencia sobre el suelo y la vegetación, la eficiencia de las protecciones naturales contra la erosión

Stallings, J. H. (13) en 1969 publica que alrededor del 95% del suelo erosionado, es hecho saltar por las gotas de lluvia que caen, y que el agua corriente desmenuza solamente el 10% ó 5% de la tierra que se mueve en los campos.

Tamhane, R.V. (16) en 1978 menciona que la gota de lluvia puede caer con una velocidad de 9.15 m por segundo, capaz de crear una fuerza de casi 14 veces su propio peso.

Son de importancia las precipitaciones al principio y en la segunda mitad del período de lluvias, ya que en la mayoría de los casos alcanzan altas erosividades, pues en éste período las plantas sólo ofrecen poca protección al suelo y por lo tanto el efecto de la erosividad de las precipitaciones es especialmente acentuado y la cantidad de suelo erosionado es grande; ésto es mencionado por Werner, G (18) en 1978.

Suárez de Castro, F., (15) en 1979 indica que la intensidad del aguacero es el factor pluviométrico más importante que afecta la escorrentía y la erosión, aunque ejerce mayor influencia sobre el segundo fenómeno.

Erosionabilidad del suelo.

Este factor refleja el hecho de que los suelos de tipo diferentes se erosionan con velocidad distinta mientras que los demás factores que intervienen en la erosión son constantes. Las propiedades físicas del suelo influyen grandemente en la velocidad con que se erosionan los distintos suelos. Entre estas propiedades del suelo, algunas de las más importantes son: la textura, la magnitud y la estabilidad de la estructura, el tipo de arcilla, la permeabilidad y la infiltración, el contenido de materia orgánica y el espesor.

El impacto de las gotas de lluvia destruyen la estructura abierta de los 3 cm de la capa superior del suelo; esto formaba una superficie densa casi impermeable, que reducía la infiltración. Esto fue probado por Neal y Free, citado por Stallings, (op. cit.)

Wischmeier y Mannering (Mannerig 1965) citados por Suárez de Castro (op. cit.), al resumir los resultados

obtenidos en un gran número de experimentos, informan sobre reducciones en la pérdida de suelo debidas a la incorporación de materia orgánica al mismo cercanas al 50% de la escorrentía que ocurre en parcelas testigos. Asimismo, señalan que en experimentos realizados con lluvias artificiales en 44 suelos diferentes, el contenido de materia orgánica del suelo fue variable más estrechamente correlacionada con las disminuciones en la escorrentía.

Los factores de K que se emplean actualmente no se consideran completamente exactos, por lo que se prosiguen las investigaciones para definir el factor erodibilidad de modo más preciso y llegar a valores más exactos que los actuales.

Longitud del declive

La longitud de la pendiente es también importante ya que al saturarse de humedad el suelo, el agua de escurrimiento se acumula a todo lo largo de la misma, aumentando su volumen y velocidad y con ellos sus daños.

Según Wischmeier y Smith, la longitud del declive se mide desde el punto de origen del flujo de agua sobre el terreno hasta el punto donde la pendiente disminuye en modo tal que comienza el depósito o hasta el punto donde el agua de escurrimiento penetre en un surco bien definido.

Pendiente del declive.

La erosión por el agua no es problema de zonas planas, tan sólo cuando la topografía de los terrenos se hace quebrada, las pérdidas de suelo comienzan a adquirir importancia. El tamaño y la cantidad de material que el agua

puede arrastrar o llevar en suspensión dependen de la velocidad con que ésta fluya, la cual a su vez, es una resultante de la longitud y el grado de pendiente del terreno.

La Fao (8) publica en 1967 que cuando la pendiente en los terrenos es mayor del 10%, la erosión puede ser el factor más grave con que se tropiece en el cultivo agrícola.

La resolución de la ecuación de pérdidas de suelo se facilita combinando las ecuaciones de longitud y la pendiente.

Cubierta vegetal.

La cubierta vegetal es la mejor defensa natural de un terreno contra la erosión. Toda planta, desde la más minúscula hierba hasta el árbol más corpulento, defiende el suelo de la acción perjudicial de las lluvias, en forma y proporción diferentes; a ellos se debe la fertilidad de las tierras vírgenes.

En 1877 Wollny, citado por Stallings (op. cit) en Alemania, descubrió que la cubierta vegetal protegía el suelo contra el impacto de la lluvia y notó que la estructura granular y floja de los suelos no protegidos se demolía, -- mientras que se hacían duros y compactos durante las lluvias.

En 1947 Ekern y Muchernhin citados por Tamhanc -- (op. cit.), declaran que un suelo desnudo, altamente erodable, se pueden desprender durante una lluvia torrencial, al rededor de 250 ton de suelo por Ha, alcanzando las gotas de salpicamiento alturas de 60 cm y distancias de recorrido lateralmente de 120 y 150 cm. Tales datos fueron confirmados

posteriormente con metodologías más modernas por Smith y --, Wischmeier en 1955.

La Fao (op. cit.) hace mención que en los suelos de barbecho desnudos, bastan unos 550 Kg de paja bien distribuida por Ha, para reducir la erosión a la cuarta parte de la que ocurre en un suelo sin protección.

Uso del suelo.

Probablemente este es el factor que en mayor grado favorece el proceso de la erosión; porque desafortunadamente una gran mayoría de campesinos y agricultores aplican técnicas y usos inadecuados, originando que el mayor porcentaje de esos suelos se encuentre gravemente dañados.

La SAG (op. cit.) señala que los usos inadecuados más comunes del suelo agrícola son en primer lugar: el monocultivo y en segundo las labores de surcado realizadas en el sentido de la pendiente. En el caso de pastizales y bosques, se tiene el sobrepastoreo y la tala inmoderada.

Límites aceptables de la erosión.

Es difícil reducir en un 100% la erosión del suelo por ser un proceso natural, por esta razón, se han establecido límites de tolerancia sobre la pérdida que permitan mantener su nivel de productividad por un período considerable.

Para ésto es necesario considerar que la velocidad en pérdida del suelo, no debe ser mayor que la formación del mismo.

El manual de conservación de suelos y del agua (3) de 1977, hace la indicación que experimentalmente se -

ha encontrado que en condiciones alteradas por efecto de las prácticas de labranza, se pueden formar aproximadamente 0.8 a 1.8 Ton de suelo/Ha/año; en suelos poco profundos y de permeabilidad reducida. Cuadro 1.

CUADRO 1. BALANCE ENTRE EL PROCESO DE FORMACION DEL SUELO Y LA EROSION EN TERRENOS DEDICADOS A VARIOS --- USOS.

Uso del suelo	Pérdida por erosion. Ton/Ha/año	*Pérdidas Per- misibles. Ton/Ha/año	Suelo ero- sionado. Ton/Ha/año	Formación de suelo. Ton/Ha/ año
Agrícola	2.4	0.8	1.6	---
Pastizales	0.6	1.0	---	0.4
Forestales	0.01	1.8	---	1.79
** Areas sin vegetación	16.0	0.4	15.6	---

* En base a las características del suelo.

** Aflora un material tepetatoso fácilmente alterable.

En suelos de bosques no alterados se pueden tolerar una pérdida mayor, debido a que las características de acumulación de materia orgánica y la alta cobertura vegetal permiten por un lado, una mayor cantidad de formación de suelo y por otro, una menor pérdida del mismo lo cuál dá como resultado una mayor formación que en cualquier otro -- uso agrícola o pastizal, teniendo en cuenta que la infiltración y retención del agua es mayor. Esta pérdida de suelo es aproximada a las 5 Ton/Ha./año.

La ecuación para predecir las pérdidas de suelo

La degradación de los suelos por efecto de la erosión hídrica acelerada es un problema serio en la mayoría de las zonas de tempero de México.

Las recomendaciones sobre prácticas de conservación de suelos que actualmente están disponibles para los agricultores, se basan principalmente en los resultados de investigaciones realizadas en otros países. Sin duda, el camino más seguro sería recomendar a los campesinos aquellas que han demostrado ser efectivas en las condiciones de producción que ellos mismos acostumbran realizar. Pero debido a que es escasa la investigación realizada en México, tomar este camino equivale a recomendar muy poco, y prácticamente nada en determinados casos.

En 1944 Ellison, W.D., citado por Reggie, J. Laird, (9) en 1977, tuvo un avance importante al darse cuenta como se realiza el proceso de erosión hídrica, que era debido al impacto de las gotas de lluvia en el suelo. Estos trabajos complementados con las investigaciones de muchos otros científicos, permitieron que Wischmeier, W.H. y Smith, D.D., 1965 () hicieran el planteamiento de la "Ecuación universal de pérdida de suelo". La esencia de esta ecuación es que se presenta la posibilidad de aislar los factores que influyen en las pérdidas de suelo para expresar sus efectos en cifras, de tal manera que se puede calcular la pérdida total de suelo al multiplicar las diferentes cifras o coeficientes relativos a cada factor.

La ecuación universal de pérdida de suelo, de acuerdo con su formulación en Estados Unidos, se presenta en la siguiente forma:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

donde:

- A Es la pérdida de suelo en Tn por unidad a superficie.
- R Es el índice de erosividad de la lluvia.
- K Es el factor de erodabilidad del suelo.
- L Es el factor de longitud de la pendiente.
- S Es el factor de inclinación de la pendiente.
- C Es el factor de manejo de cultivos.
- P Es el factor de prácticas de conservación.

Es importante entender que se calcula la pérdida total de suelo multiplicando los seis factores, y en tales condiciones una reducción del 50% en cualquier de los mismos, significa una reducción del 50% en la pérdida total -- del mismo. Una reducción del 50% en dos de los factores representa una reducción del 75% en la pérdida total del suelo.

Investigaciones mediante el -
uso de la ecuación universal-
en México.

En México, el método Wischmeier utilizado en investigaciones para determinar cuantitativamente la erosión del suelo, se ha usado en el proyecto Puebla-Tlaxcala y en un estudio sobre erosión en áreas boscosas del distrito Huajuapán de León, Oaxaca, (4) obteniendo buenos resultados -- en ambos lugares.

Actualmente el Dr. Mario Martínez del Colegio de Postgraduados tiene un estudio sobre erosión utilizando este método, el cual aún no ha sido publicado.

Werner, G, (18) en 1978 explica que en la cuenca alta de Puebla-Tlaxcala se llevaron a cabo unas investigaciones para determinar cuantitativamente la erosión de los suelos, determinando el potencial erosivo (la erosividad) de las lluvias según Wischmeier (1959) y Hudson 1971.

Las investigaciones de Werner realizadas en los años 1975 y 1976 muestran que en dicha zona, alrededor del 80% de las precipitaciones provocan erosión.

Además hace referencia de que en México, faltan datos sobre la dependencia de la cantidad de suelo erosionada con la precipitación, inclinación características del suelo, vegetación y manejo.

La Secretaria de Programación y Presupuesto en 1977 publica un folleto sobre un estudio del uso potencial del bosque La Primavera, Jalisco realizado por DETENAL en donde se menciona que la perturbación causada por el sobrepastoreo, ha acelerado también los procesos erosivos, puesto que no existe cubierta vegetal que proteja el suelo debidamente, la erosión existe en toda la zona pero el 23% de ella reciente el proceso más severamente.

IV MATERIALES Y METODOS .

Generalidades

Localización.

Se encuentra entre las latitudes N 20°44', 20° -- 28', y las longitudes comprendidas entre los 103°27' 103° - 50'; con altitudes que van desde los 1 400 hasta los 2 200- msnm. Localizandose las alturas más bajas al W y SW y las más altas al S y NE de dicha zona.

Límites.

Al Norte y Noreste limita con la carretera Guadala-
lajra-Nogales; al Este y Sureste, con la carretera Guadala-
kara-Colima_ Barra de Navidad; al Sur con el Valle de San -
Isidro de Mazatepec, al Oeste con el Valle de Ameca y al --
Noreste con la carretera a Puerto Vallar, Comprendiendo --
parte de los municipios de Zapopan, Tala, Tlajomulco y Aren-
al. FIGURA 1

Geología.

Esta constituida principalmente por rocas ígneas-
extrusivas de composición ácida, tales como la toba, el po-
mez, la riolita y la obsidiana, lo cual le da una textura -
areno-limoso, además son suelos sueltos y jóvenes. Se en-
cuentra también aluviones y suelos residuales en menor esca-
la.

La fisiografía del terreno es muy accidentada en-
gran parte de la zona, por ser de origen volvanico y tecto-
nico, generalmente constituida por lomerios.

DIVISION POLITICA

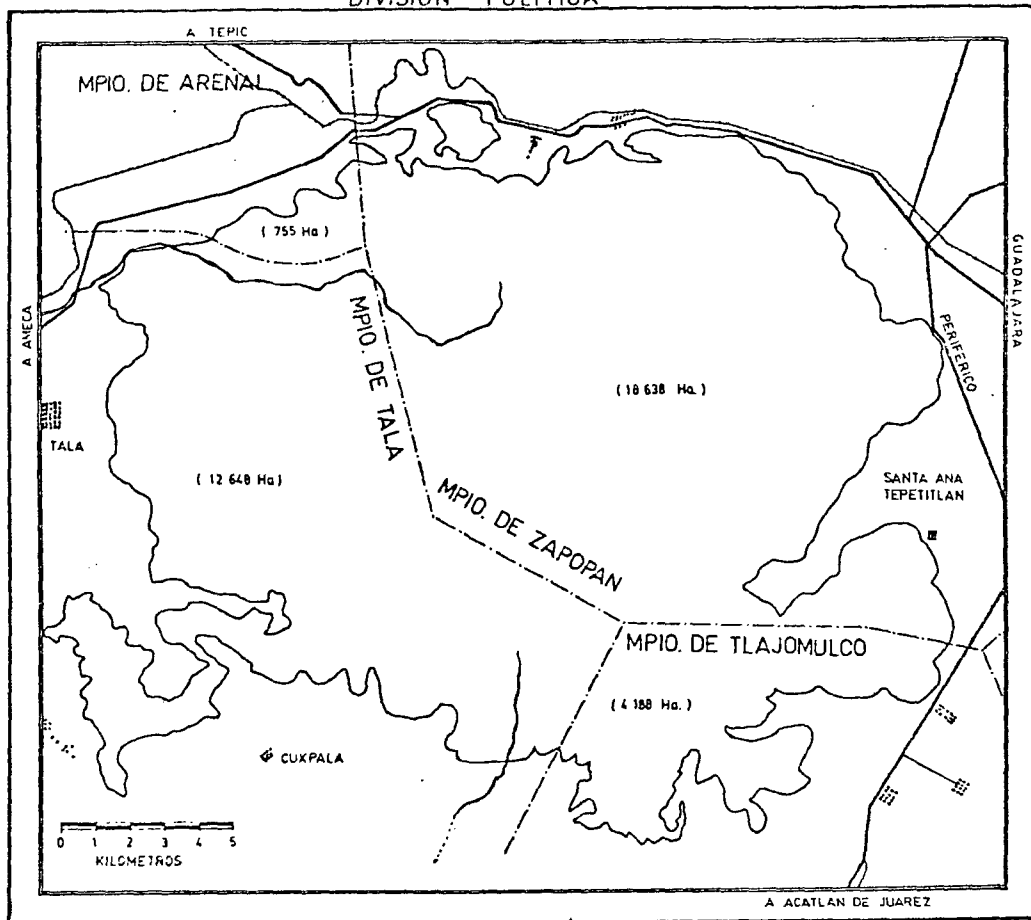


FIG. 1 LOCALIZACION Y DIVISION POLITICA DE LA ZONA

Hidrología

Dos son los ríos existentes en el bosque de la Primavera, ambos formados por aguas termales: El Río Salado que se origina en Río Caliente y Agua Brava al (N) de la zona, dirigiéndose luego al (W). El Río Caliente localizado al (S) en Llano Grande y que corre rumbo a El SalviaI cerca de San Isidro de Mazatepec, además existe el efecto de patrones de drenaje fuertemente marcados por la erosión.

Clima.

Según la clasificación de Thornthwaite, el clima característico de la serrenía de la Primavera es: C₂WB'4a' que se define como: Semi-húmedo con moderada deficiencia de agua invernal, semi-cálido y baja concentración de calor en el verano.

Los valores climáticos son:

Precipitación media anual de 988.80 mm.

Temperatura media anual de 20.6°C.

Vientos dominantes del W de 5Km/hora.

Temperatura ambiente del mes más calido: 34°C

La mínima en el mes más frío es de 8°C

Estos valores son un promedio de 40 años (1933-1972)

Vegetación.

El tipo de vegetación dominante en la Primavera, corresponde a la clasificación de pino y enciso. Sus principales representantes son: *Pinus oocarpa*, *P. michoacana*, *P. cornuta*, *Quercus magnoliifolia*, *Q. castanea*, *Q. viminea*, *Q. spp.*. Como vegetación secundaria tenemos: *Acacia farnesia*

na, *A. pennatula*, e *Hyptis albida*. Entre las principales familias que componen el estrato herbáceo y arbustivo tenemos las siguientes: Burseraceae, Compositae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Gramineae y Leguminosae entre otras. Bancalari, C., Villarreal, L. M., Estrada, F.E., (1) 1974.

Materiales

Los materiales que se utilizaron tanto en practicas de campo, como de laboratorio son:

- Fotografías aéreas de la zona, escalas; (1:35,000 y 1: 50,000)
- Estereoscopio de espejos
- Mapas de la zona: Topográfico, uso actual, uso potencial, geológico e hidrográfico (F-13-D-65 y F-13-D-64).
- Cilindros para la toma de datos de infiltración.
- Clinómetro, y cinta métrica.
- Monogramas para el cálculo de erodabilidad de suelo
- Papel semi-logarítmico.
- Cilindros y vasos de precipitado de 1000 ml.
- Vidrios de reloj de diametro igual al vaso de precipitado
- Tamiz de 2mm- y de 0.1 mm.
- Balanza granataria
- Pipetas de 10 a 5 ml.
- Termómetro e Hidrómetro
- Licuadaora y Mechero Bunsen
- Cajas para determinación de humedad.
- Agitador de vidrio, piceta, estufa y Pistola de curvas.
- Dispersantes:
- Calgón 10% (hêxametafosfato de sodio)
- NaOH M 40 gr/lit.
- H₂O₂ Alcohol amilíco.

Método

El método utilizado es la Ecuación universal de -

erosión, propuesto por Wischmeier en la cual se incorporan observaciones y resultados experimentales logrados en más de 20 años,.

Descripción del método.

$$\text{Ecuación: } A = R K L S C P$$

A = Pérdida media anual de suelo en toneladas por unidad de superficie, predicha mediante la ecuación.

Calculo del factor "R": Erosividad de la lluvia.

Mediante un análisis de datos de pérdida de suelo y datos pluviométricos pertinentes, realizado en la Secretaría de Agricultura de los Estados Unidos, se dedujo que cuando todos los factores menos la lluvia permanecen constantes, las pérdidas de suelo ocasionados por los aguaceros en los terrenos cultivados son directamente proporcionales al valor del producto de dos características del aguacero:

- a) Su energía cinética total, y
- b) Su intensidad máxima en 30 minutos.

La energía cinética se determina mediante la fórmula: $E_c = 210 + 89 \log. 10 I$

donde: I = Intensidad (cm/hora)

E_c = Energía cinética ($\text{Kg/m}^2/\text{seg}^2$)

La intensidad en 30 minutos se calcula de las gráficas de los pluviógrafos, aplicando al final la fórmula: $R = E_c t / 100 (130 \times 2)$

De esta manera se obtiene el valor de R sin uni-

dades por ser factor.

Calculo del factor "K" Erosionabilidad de suelo.

Las condiciones físicas y químicas de los terrenos, al impartirles mayor o menor resistencia a la acción de las aguas, tipifican y singularizan el comportamiento de cada suelo expuesto a condiciones similares de pendiente, lluvia y cubierta vegetal. El tamaño de los espacios porosos del suelo, y con él la rapidez de absorción de agua, está determinado de modo general por el tamaño de sus partículas. La distribución de estas es uno de los más importantes determinantes de la susceptibilidad o resistencia de un suelo a la erosión. En general, menciona Wischmeier y Mannerring, la erodabilidad del suelo tiende a aumentar con un mayor contenido de limo y a disminuir con un mayor contenido de arena, arcilla y materia orgánica; sin embargo, según ellos, las arenas muy finas (con diámetro de partículas entre 0.10 y 0.05 mm) se comportan en forma similar al limo, lo cual los llevó a redefinir los límites texturales para estos efectos.

Fórmula para el calculo de "K"

$$100K = 2.1M^{1.14}(10^{-4})(12-a) + (3.25(b-2) + 2.5(c-3)) \times 1.292$$

donde:

- M = (%limo + %Af) (100 - % arcilla)
- a = %de Materia Orgánica (Walkley Black)
- b = Estructura del suelo (valores codificados)
- c = Permeabilidad del perfil (valores codificados)

Para obtener los valores de M, a y b se toman los primeros 15- 20 cm del suelo, en los muestreos realizados en campo.

c se obtiene mediante prácticas en el campo.

Pasos para la determinación de M.

- 1 Se tamiza la muestra de suelo seco en una malla de 2 mm. de diámetro.
- 2 Se pesan 25 gr. de suelo por muestra y se colocan en un vaso de precipitado.
- 3 Agregamos de 300 - 400 ml, de agua.
- 4 Se pone a hervir durante 10 min. en ebullición y se deja enfriar.
- 5 Se agregan dispersantes dependiendo de los factores pH, - conductividad electrica y materia orgánica.
- 6 Se licua en chocomilera durante 15 - 20 min. y se deja reposar durante 10 min.
- 7 Se vacía el contenido a una probeta de 1000 ml, y se afora utilizando agua destilada.
- 8 Se toman 8 lecturas con hidrómetro y termómetro.
 - 1a. Lectura a los 30 seg.
 - 2a. Lectura a los 60 seg.
 - 3a. Lectura a los 5 min.
 - 4a. Lectura a los 10 min.
 - 5a. Lectura a los 30 min.
 - 6a Lectura a los 90 min.
 - 7a Lectura a los 270 min.
 - 8a. Lectura a los 480 min.

Nota: para esto se calibra el hidrómetro en una probeta con agua y los dispersantes en la misma cantidad.

- 9 Se sifonea el líquido, dejando sólo los 8 - 10 cm. de los sedimentos.
- 10 Se pasan a un vaso de precipitado las arenas y se llena a 10 cm., a los 15 min. se tira el líquido, procurando no agitarlo y dejando no menos de 300 ml (método Stock), se efectua el paso dos veces.
- 11 Se vuelve a llenar a 10 cm., se toma la temperatura se agita y se deja reposar el tiempo señalado según la tabla y se vacía, se repite este proceso hasta que al pa--

sar el tiempo indicado las arenas estén completamente sedimentadas. Cuadro 2.

- 12 Se vacía el agua y las arenas se pasan a la caja de aluminio procurando pasar todas las arenas mediante una pisseta. (antes se tara la caja)
- 13 Se colocan en la estufa durante 1 ó 2 días a 105°C.
- 14 Se saca, se tapa la caja y se pasa a la cápsula de secado durante medio día para que se enfríe.
- 15 Se pesa la muestra obtenida y al destarar se obtiene el peso de arenas gruesas y finas.
- 18 La muestra se tamisa en el tamiz de 0.5 mm para obtener las arenas finas, quedando en el tamiz las arenas gruesas; se pesan cada una de las clases de arenas.

CUADRO 2.- TIEMPO DE SEDIMENTACION EN 10 CM DE AGUA PARA --
PARTICULAS DE 0.02 MM A VARIAS TEMPERATURAS.

Temperatura (°C)	T i e m p o (min) (seg)		Temperatura (°C)	T i e m p o (min) (seg)	
5	7	15	18	5	05
6	7	00	19	4	55
7	6	50	20	4	48
8	6	40	21	4	40
9	6	25	22	4	35
10	6	15	23	4	20
11	6	05	24	4	20
12	5	55	25	4	15
13	5	45	26	4	10
14	5	35	27	4	05
15	5	25	28	4	00
16	5	20	29	3	55
17	5	10	30	3	50

Con los valores de las lecturas tomadas con el hidrómetro se determinan el % acumulativo y el diámetro de las partículas, mediante las fórmulas:

donde: $P = 100 \times C/Co$
 $P = \%$ acumulativo
 $C =$ Lectura corregida
 $Co =$ Peso exácto de la muestra.

$$\phi \text{ mm} = \frac{y (n/n30)^{1/2} t^{1/2}}{1000}$$

donde: $y =$ Tamaño de las partículas
 $n =$ Factor de corrección
 $t =$ Tiempo.

Los valores de P y ϕ mm son los que se grafican en el papel semi-logaritmico; P en el eje de las Y y ϕ mm en las X , para obtener el % de L y R , obteniendose así los valores de M para la ecuación de K .

En el caso de determinación del factor de credabilidad de los suelos (K) los rangos de tamaños usados son:

Arcillas	(menores de 0.002 mm)
Limos	(0.002 - 0.02 mm)
Arenas muy finas	(0.02 - 0.1 mm)
Arenas gruesas	(0.1 - 2.0 mm)

El valor de 1^a M.O. (a) se obtiene con el método Walkley Black, aplicando el valor obtenido, sólo cuando -- excede de 4% de M.O., se utiliza el valor de 4.

Los valores de b y c en los códigos respectivos:

- Código de Permeabilidad (c)
 - 1 Rápida ó muy rápida (mayores de 12.5 cm/h)
 - 2 Moderadamente rápida (6 - 12.5 cm/h)
 - 3 Moderadas (2 - 6 cm/h)
 - 4 Moderadamente lentas (0.5 - 2 cm/h)
 - 5 Lentas (0.12 - 0.5 cm/h)
 - 6 Muy lentas (menores de 0.12 cm/h)

- Código de estructura (15 - 20 cm.)
 - 1 Granular muy finas y/o grumosa muy fina (ϕ 1 mm)
 - 2 Granular fina y/o grumosa fina (1 - 2 mm ϕ)
 - 3 Granular media y/o grumosa media (2 - 5 mm ϕ)
 - 4 Laminar, prismática, angular, subangular, etc.

El resultado final se puede comprobar efectuando el monograma para calculo de erodabilidad de suelo. Fig. 2

El procedimiento para evaluar el factor "K" con el uso del monograma es el siguientes:

- 1.- Entre al monograma en la escala vertical de la izquierda con el valor apropiado de % limos + arenas muy finas (0.002 mm - 0.1 mm)
- 2.- Continúe horizontalmente hasta interceptar la curva correspondiente para % arenas (0.1 mm - 2.0 mm), interpolando al % más cercano.
- 3.- Continúe verticalmente hasta interceptar la curva correspondiente al contenido de materia orgánica.
- 4.- Continúe horizontalmente hacia la derecha.
- 5.- Para aquellos suelos con una estructura granular fina o grumosa fina y con permeabilidad moderada, el valor de K se puede obtener directamente de la primera aproximación de la escala de K localizada en la margen de-

recha de la primera sección del monograma.

- 6.- Para los demás suelos: continúe horizontalmente hasta interceptar la curva de estructura adecuada.
- 7.-- Continúe verticalmente hasta interceptar la curva de permeabilidad adecuada.
- 8.- Continúe horizontalmente hasta interceptar la escala de erodabilidades del suelo localizada en la márgen izquierda de la segunda sección del monograma y obtenga el valor de K.

Calculo de los factores "L y S", longitud y grado de la pendiente.

La resolución de la ecuación de pérdida de suelo se facilita combinando las ecuaciones de la longitud y la pendiente del declive. Los datos de estos, se obtienen directamente en el campo.

Pasos para calcular LS con pendientes irregulares.

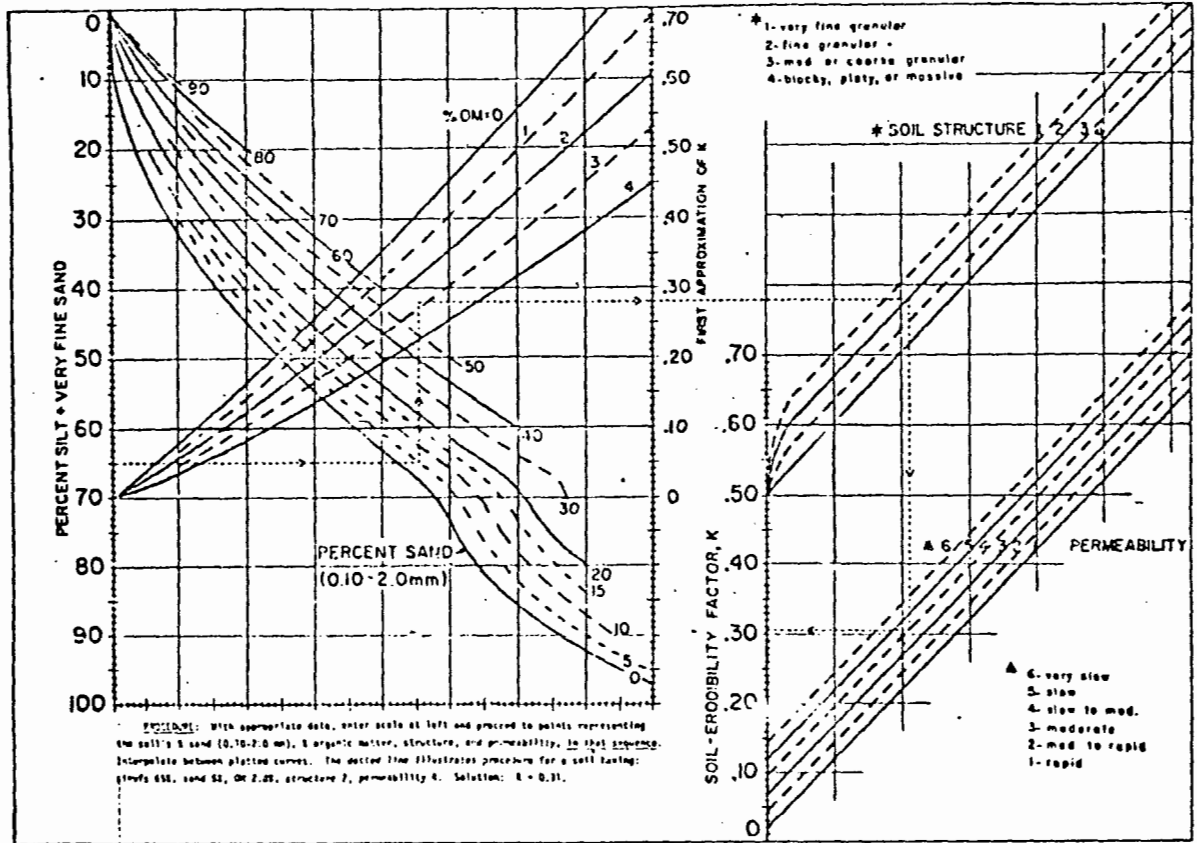
- 1 Se divide la pendiente en 2 a 5 segmentos iguales de longitud.
- 2 Se determina el factor LS para cada segmento, mediante la fórmula No. 1:

$$LS = \sqrt{L \text{ total}/100} \quad (1.56 + 0.97 (S) + 0.138 (S^2))$$

- 3 Se multiplica el valor LS por un factor y se obtiene LSc. Se suman los valores LSc y se obtiene el valor total de LS.

La fórmula para calcular el factor por el cual se multiplica el valor de LS, es la siguientes:

$$\text{Factor} = i^{M+1} - (i-1)^{M+1}/N^{M+1}$$



The soil-erodibility nomograph. Where the silt fraction does not exceed 70 percent, the equation is $100 K = 2.1 M^{.12} (10^{-.12}) (12 - a) + 3.25 (b - 2) + 2.5 (c - 3)$ where $M = (\text{percent silts} + \text{percent sand}) / (100 - \text{percent OM})$, $a = \text{percent organic matter}$, $b = \text{structure code}$, and $c = \text{profile permeability class}$.

FIG. 2 MONOGRAMA PARA EL CALCULO DEL FACTOR ERODABILIDAD.

donde:

i = No de secuencia de los segmentos

M = Exponente de L

N = No. total de segmentos.

Para el calculo de LS en pendientes regulares, se substituyen unicamente los valores obtenidos en el campo, - en la fórmula No. 1 antes descrita.

Calculo del factor "C", Cobertura vegetal.

Estos valores se dan de acuerdo a las categorías del área, dependiendo de las características del mismo.

Así tenemos, que existen 3 categorías para áreas boscosas:

- 1 Bosques imperturbados
- 2 Bosques pastoreados y/o quemados
- 3 Bosques renovados

Cada uno de estos tiene una codificación de acuerdo al tipo y grado de cobertura.

Así por ejemplo, en bosques imperturbados tenemos:

CUADRO 3 CODIFICACION DEL FACTOR "C" DE ACUERDO AL TIPO Y GRADO DE COBERTURA PARA BOSQUES IMPERTURBADOS.

<u>Cobertura %</u>	<u>Cob. de hojarasca %</u>	<u>Factor C</u>
75 - 100	100 - 90	0.0001 - 0.001
45 - 74	89 - 75	0.002 - 0.004
20 - 44	74 - 40	0.005 - 0.009

Calculo del factor "P", prácticas de manejo del suelo.'

Al igual que el anterior, se obtiene de acuerdo a categorías descritas según el manejo de conservación del suelo, mediante los cuales se pueden modificar los valores de L, S, C e incluso de K.

Los valores que pueden ser modificables son los siguientes:

K dentro del factor erodabilidad tenemos que se puede modificar:

La Materia Orgánica, con límite al 4%

La estructura, modificable a largo plazo y sin seguridad de obtener los resultados deseados.

La permeabilidad mediante subsoleo.

L La longitud puede ser modificada mediante prácticas de zanja y borde.

S Mediante terrazas banales, se puede modificar la pendiente, obteniendo buenos resultados pues los valores tabulados para esta práctica son de 0.05 a 0.06

C La cobertura vegetal es modificable mediante la reforestación, o en este caso, con el sólo hecho de evitar los incendios.

Los valores modificados se substituyen directamente en la fórmula del factor correspondiente, el dato obtenido se divide entre el anterior y se obtiene el de "P" para utilizar en la ecuación universal junto con los valores de los otros 5 factores que anteriormente se tenían:

V.- R E S U L T A D O S

Para llevar a cabo un eficiente muestreo, el área de estudio se dividió originalmente en 39 zonas diferentes mediante fotointerpretación, tomando en cuenta los siguientes factores:

Grado de pendiente (alta, media y baja).
 Longitud de pendiente (grande, media y pequeña).
 Cobertura vegetal (densa, regular y escasa).
 Tipo de manejo (agricultura, pastizal y no manejo).
 Fisiografía (muy accidentada, accidentada y poco accidentada).

La ubicación de estas zonas está descrita en el -- apéndice y son señaladas en la Fig. 5.

Una vez realizados los muestreos de campo, se analizaron estos en el laboratorio para obtener los datos necesarios para el cálculo de K.

Dentro de estos resultados se comprobó el bajo contenido de materia orgánica que poseen los suelos de la Primavera en casi la totalidad de su superficie; Los datos que se presentan en el cuadro No. 4 son los resultados obtenidos en los análisis de las 39 muestras tomadas en el área de estudio.

CUADRO 4. CLASIFICACION DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA EN LOS SUELOS DE LA SIERRA LA PRIMAVERA.

Clasificación y rango.	Superficie (Has).	Superficie (%).
Poore 2	26,690	73.67
Medio 2-4	3,805	10.50
Rico 4	5,736	15.83

Los resultados del factor erodabilidad, se agruparon en 8 categorías de acuerdo al valor obtenido y a la frecuencia de estos. Cuadro 5. El área afectada y su distribución están señaladas en la Fig. 4.



LOCALIZACION DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

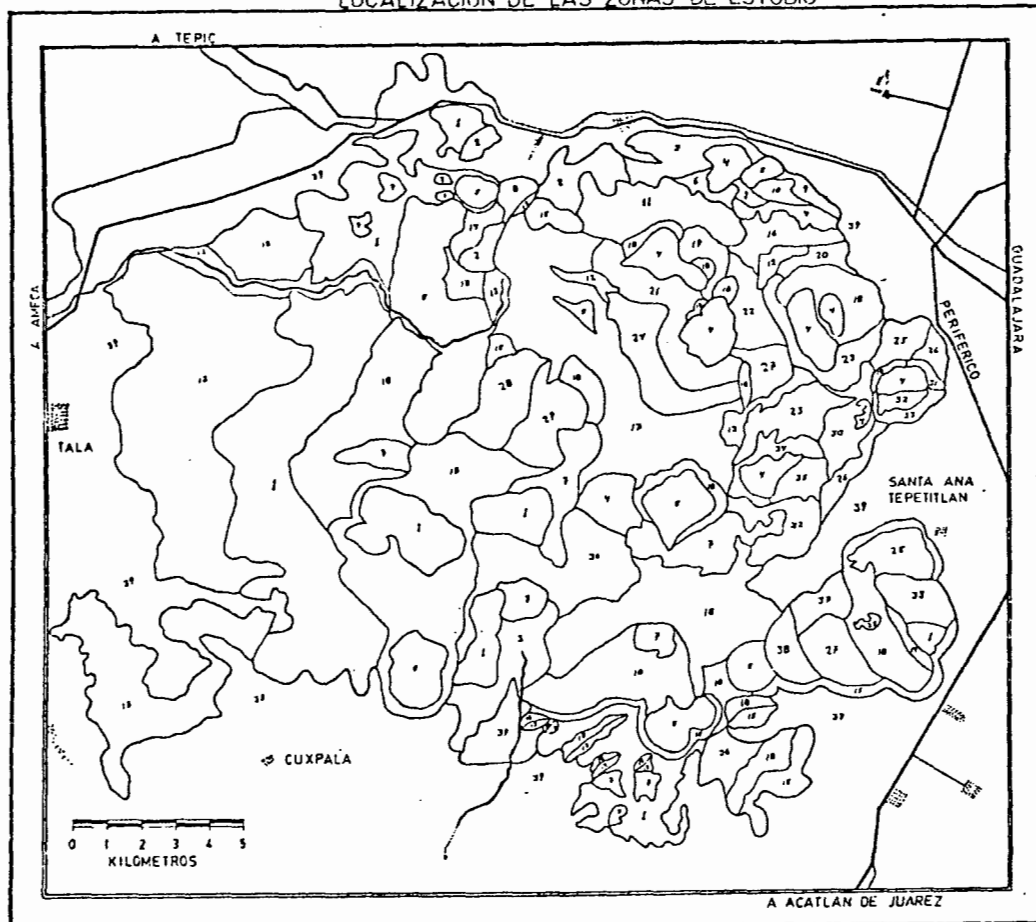


FIG. 3 LOCALIZACION DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

CUADRO 5. RANGOS ENCONTRADOS PARA EL FACTOR K., SUPERFICIE AFECTADA Y PERDIDA DE SUELO PROMEDIO PARA CADA -- FACTOR.

Rangos	Superficie afectada Ha.	% de Area	Pérdida de s.promedio Ton/Ha/año.
1 Menores 0.202	1252	3.46	97.904
2 0.271 - 0.280	8720	24.07	60.429
3 0.303 - 0.343	7460	20.59	169.604
4 0.354 - 0.394	3727	10.29	104.112
5 0.404 - 0.441	2230	6.15	67.835
6 0.471 - 0.524	6745	18.62	167.699
7 mayores 0.554	3435	9.48	1197.246
8 Litosoles	2660	7.54	173.901

Los valores del factor longitud y pendiente se obtuvieron con los datos tomados en el campo, y al igual que K, fueron agrupados en 9 rangos o categorías. Cuadro 6. El área afectada y su distribución se presentan en la Fig. 5.

CUADRO 6. RANGOS DEL FACTOR "LS", SUPERFICIE AFECTADA Y PERDIDA DE SUELO PROMEDIO PARA CADA UNO DE ELLOS.

Rangos	Superficie afectada Ha.	% de Area	Pérdida de s.promedio Ton/Ha/año.
1 Menores 2.9	3100	8.56	20.608
2 3.0 - 4.9	8905	24.58	32.224
3 6.0 - 7.9	3630	10.02	42.727
4 8.0 -10.0	4335	11.97	163.096
5 15.0 -19.0	5565	15.36	121.423
6 30.0 -34.0	373	1.03	201.699
7 35.0 -40.0	3055	8.43	1384.391
8 50.0 -59.0	2500	6.90	286.539
9 mayores 60.0	4766	13.15	262.427

DELIMITACION DE ERODABILIDAD EN LOS SUELOS DE LA PRIMAVERA

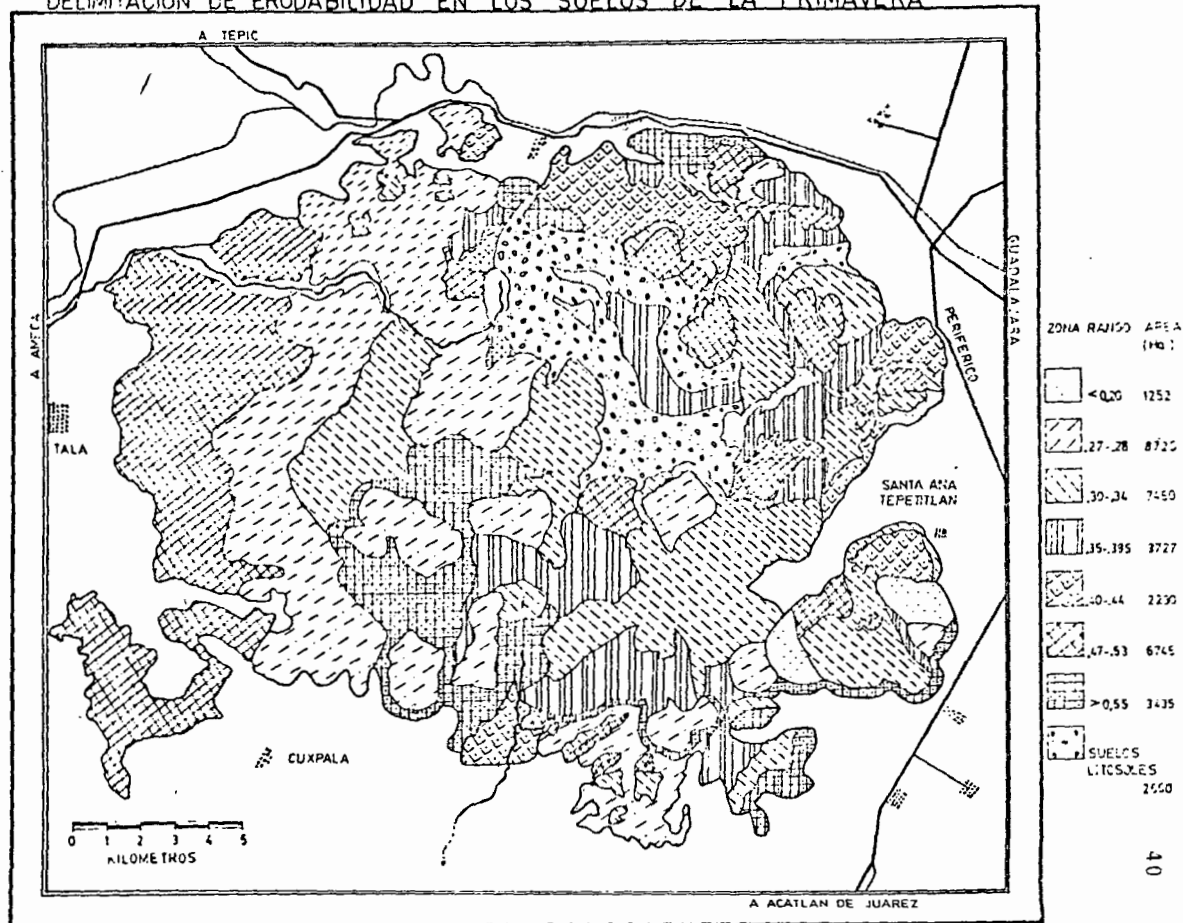


FIG. 4 DELIMITACION DE ERODABILIDAD EN LOS SUELOS DE LA PRIMAVERA

CLASIFICACION DE LA FACTIBILIDAD DE EROSION POR TOPOGRAFIA

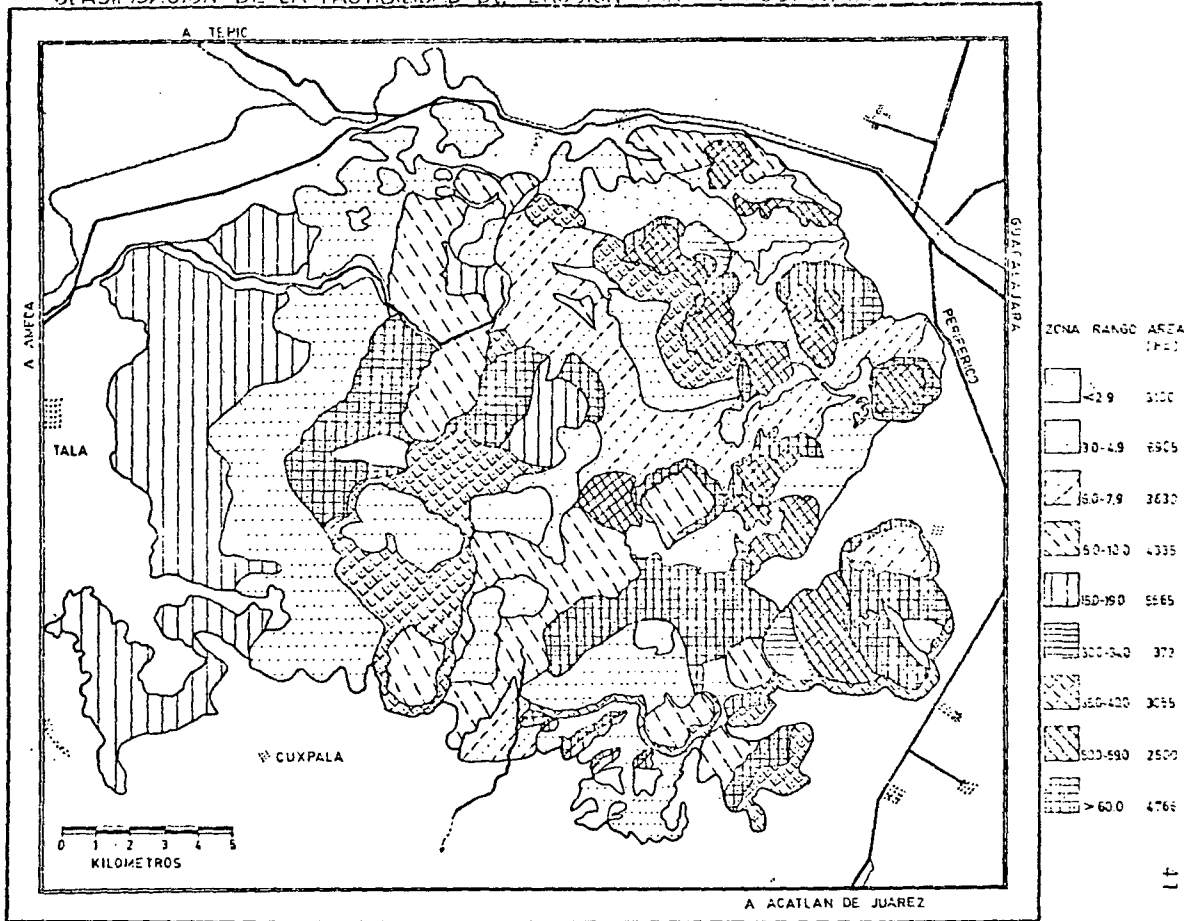


FIG. 5 CLASIFICACION DE LA FACTIBILIDAD DE EROSION POR TOPOGRAFIA

Ya obtenidos los valores de K y LS, se tomaron -- los valores de R y C obtenidos en la tesis: La erosión hídrica en el bosque la Primavera, Jal., (efectos de la cubierta vegetal y la lluvia) para luego aplicarlos en la ecuación universal y obtener así el valor de "A", que es la pérdida de suelo por unidad de superficie, por año.

Los resultados encontrados en esta investigación han sido agrupados en 7 categorías incluyendo los Litosoles que son áreas desprovistas prácticamente de suelo pero que por ser resultado del fenómeno en estudio, son tomados en cuenta en esta agrupación. Cuadro 7. La figura 6, - muestra la distribución de "A".

CUADRO 7. PERDIDA DE SUELO PROMEDIO PARA CADA RANGO DE "A" Y AREA AFECTADA POR CADA UNO.

	Rangos de A Ton/Ha/año	Area Ha afectada	%de Area	Pérdida de Suelo promedio.- Ton/Ha/año.
1	menor a 10	228	0.63	8.44
2	10 -- 50	12771	35.25	28.78
3	50 -- 100	5228	8.91	74.36
4	100 -- 200	6102	16.84	134.60
5	200 -- 500	8635	23.84	263.57
6	mayor 500	2605	7.19	1532.07
7	Litosoles	2660	7.54	173.90

Promedio general de pérdida de suelo: 229.31 Ton/Ha/año.

Promedio general, incluyendo Litosoles: 225.24 Ton/Ha/año.

En la aplicación del factor "P", se trabajó mediante un aumento en la cobertura vegetal con reforestación y evitando los incendios, aumento de materia orgánica, -

aplicación de terrazas zanja y bordo y terrazas bancales - para modificar los factores de C, K, L y LS respectivamente.

PERDIDA MEDIA ANUAL DE SUELO EN TONELADAS POR UNIDAD DE SUPERFICIE.

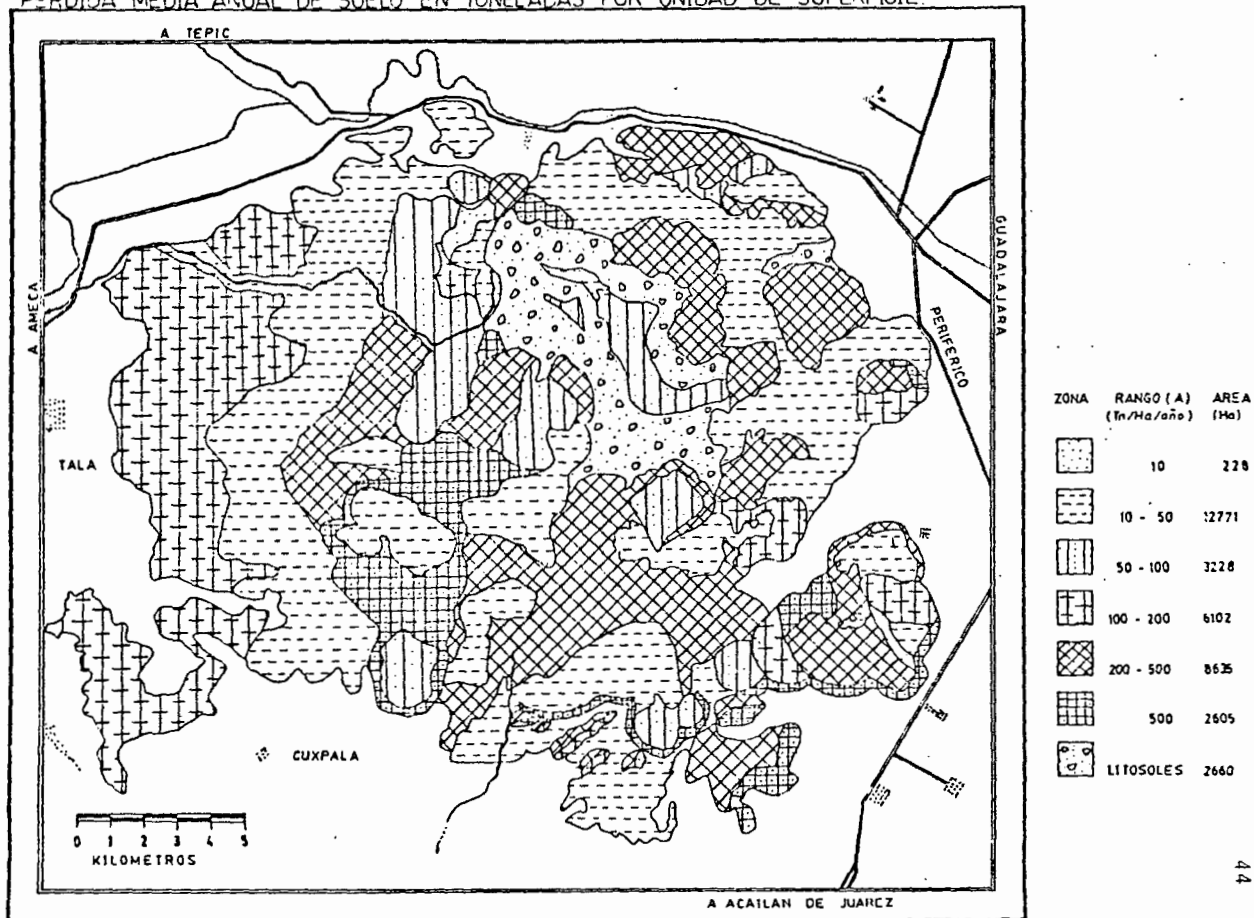


FIG. 6 PERDIDA MEDIA ANUAL DE SUELO EN TONELADAS POR UNIDAD DE SUPERFICIE

VI.- DISCUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Es importante mencionar el origen de los suelos - del bosque la Primavera, en donde se aprecian dos tipos: - uno Tectónico y otro volcánico.

El volcánico comprende la mayor parte del cuadrante NE de la Primavera, abarcando el C. El Colli, Las Canoas, el (N) del C. El Tule y El Culebreado, del C. El Pedernal, (E) de Agua Brava y balneario La Primavera, el C. El Chato, el (S) de Pinar de la Venta y de la Mesa La-Lobera, incluidos todo el C. Alto y Mesa el Nejahuete, --- siendo éste, el nombre con el cual se conoce actualmente a el volcán que dió origen a esta zona en la Era Cenozoica o la del Pleistoceno.

El resto del área es de origen Tectónico, encontrándose solo ciertas zonas aisladas de origen volcánico.

Por los resultados obtenidos podemos apreciar que en las condiciones actuales en las que se encuentra el bosque la Primavera, 2660 Ha. o sea el 7.34% del área total, presenta suelos litosoles en donde en aproximadamente el 70% de dicha superficie se observa el afloramiento del material parental; pomez y cenizas volcánicas, y sólo en el 30% restante existe suelo con una profundidad menor de 10 centímetros.

Estos Litosoles se localizan en el área de origen volcánico, pues son suelos: jóvenes y sueltos, con un pH ácido (5.2 - 6.8), el cual no tiene aglutinamiento natural por carecer de sales, lo que las hace fácilmente arrastrables por el agua. Además, si tomamos en cuenta que este lugar tiene como características una fisiografía muy accidentada con pendientes muy elevadas, longitudes grandes y-

pequeñas, la densidad del pomez que es menor que las del agua, siendo de 0.82 gr/cm³, y si a esto sumamos los efectos negativos de los incendios que mantienen una escasa cobertura vegetal de hojarazca y que disminuyen poco a poco la cobertura de árboles, ésto a provocado que esta zona sea una de las más afectadas especialmente durante las primeras lluvias, cuando el suelo está totalmente desprotegido, causando con esto la pérdida de grandes cantidades de suelo y material madre, debido a la poca infiltración permitida por el alto grado de pendiente, lo que origina la formación de grandes torrentes en los cuales flota el pomez; estas corrientes de agua al buscar las pendientes naturales se van canalizando hasta formar estrechas y profundas cárcavas, característica también de esta zona volcánica. Estos Litosoles pierden anualmente 175.90 Ton/Ha/año de suelo y roca madre siendo este un promedio de las zonas que presentan el mismo efecto de la erosión.

El área que aún posee suelo en un espesor mayor de 10 cm. incluye un total de 33569 Ha. que representa el 92.66% de la superficie total de la Primavera.

Estos son suelos Regosoles característicos por ser suelos sueltos que reposan sobre el material madre poco desarrollado y que deberían ser profundos, pero por sus características edafológicas que las hacen ser fáciles de erosionar y por el mal manejo que recibe, se ha provocado que actualmente pierda un promedio de 229.31 Ton/Ha/año disminuyendo rápidamente su profundidad e incrementando el número de hectáreas de los Litosoles.

Es por esto que solo el 47.3% de la superficie total, posee una profundidad de suelo mayor de 60 cm.

Dependiendo de las características de los factores

que intervienen en el fenómeno de la erosión respectiva para cada zona de estudio, se han encontrado valores promedio menores de 10 y mayores de 1500 Ton/Ha/año.

Así podemos ver que las zonas que presentan pérdidas mayores de 500 Ton/Ha/año están afectadas gravemente por los factores de longitud y pendiente al igual que por el factor de K. Las que pierden entre 100 y 500 Ton/Ha/, están afectadas al igual que la anterior por valores altos de uno u otro, o por ambos factores.

SIGNIFICANCIA DE LOS RESULTADOS ESTADÍSTICOS DEL FACTOR ERODABILIDAD.

Al analizar los resultados del factor K mediante estadísticas, encontramos que bajo las características particulares de la Primavera, la permeabilidad influye principalmente en el resultado de este factor ya que ésta es afectada por el sobrepastoreo existente en las zonas de poca y mediana pendiente, con lo cual el suelo se va compactando poco a poco con el paso de los animales reduciendo así la infiltración del agua. En las zonas donde la permeabilidad es buena, el alto grado de pendiente constituye el factor que disminuye en mucho esta capacidad del suelo pues las fuertes corrientes de agua formadas durante las lluvias torrenciales evitan que ésta sea absorbida por el suelo y por el contrario arrastre grandes cantidades de éste.

Las cantidades de limos y arenas finas presentes en estos suelos son altas, aumentando las posibilidades de erosión ya que estas partículas son fáciles de arrastrar por el agua. Así mismo, la estructura tan variada que se presenta, favorece este fenómeno pues en su mayoría pertenecen a las más fáciles de erosionar.

Finalmente y dentro del factor K las arcillas y la materia orgánica no son significativas estadísticamente pues las cantidades de arcilla son las mismas en toda la zona, siendo estas pobres debido a que han sido arrastradas por el agua; en cuanto a las condiciones materia orgánica son iguales, pues ésta es quemada por los incendios manteniendo el suelo pobre en desechos vegetales. Cuadro 8.

CUADRO 8. ANALISIS DE VARIANZA DEL FACTOR ERODABILIDAD, CORRESPONDIENTES A: PERMEABILIDAD LIMOS, ARENAS FINAS, ESTRUCTURA, ARCILLAS Y MATERIA ORGANICA.

FACTOR	F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
						0.05	0.01
Permeabilidad	Cat.	1	0.2790	0.2790	29.54	4.10	7.55
	E.E.	57	0.5490	0.0090			
	Total	58	0.6280				
Limos	Cat.	1	0.1780	0.1780	14.59	4.10	7.55
	E.E.	57	0.4510	0.0120			
	Total	58	0.6280				
Arenas finas	Cat.	1	0.1000	0.1000	6.98	4.10	7.55
	E.E.	57	0.5290	0.0140			
	Total	58	0.6280				
Estructura	Cat.	1	0.0880	0.0880	5.99	4.10	7.55
	E.E.	57	0.5410	0.0150			
	Total	58	0.6282				
Arcillas	Cat.	1	0.0080	0.0080	0.49	4.10	7.55
	E.E.	57	0.6200	0.0170			
	Total	58	0.6280				
Materia orgánica	Cat.	1	0.0020	0.0020	0.09	4.10	7.55
	E.E.	57	0.6270	0.0170			
	Total	58	0.6280				

RESULTADOS ESTADISTICOS DEL FACTOR TOPOGRAFICO.

En lo referente al aspecto topográfico podemos observar que el bosque de la Primavera posee características muy desfavorables, pues aproximadamente el 73% de la superficie, tiene longitudes mayores a 40 m. y en cerca de 31789 Ha. o sea el 88% encontramos pendientes mayores al 20%, por lo que es lógico comprender que este factor tiene gran influencia en la erosión que se presenta. Además cabe señalar que la zona que presenta más daños por cárcavas es la de origen volcánico debido a sus características geológicas y topográficas.

Estadísticamente y dentro del factor "LS" la gran variación en el grado de las pendientes que se presentan en la Primavera influyen principalmente en el resultado de este factor, encontrando las mayores de 50% en la zona de origen volcánico. Ahora bien, las longitudes afectan también pero en menor grado pues estas se presentan de una forma más homogénea en toda la zona. Cuadro 9.

CUADRO 9. RESULTADOS ESTADISTICOS DEL FACTOR TOPOGRAFIA: LONGITUD Y GRADO DE PENDIENTE.

FACTOR	F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Ft	
						0,05	0,01
Grado de pendiente	Cat.	1	25258.8	25258.8	11.96	4.10	7.55
	E.E.	57	78123.2	2111.4			
	Total	58	103381.9				
Longitudal de pendiente	Cat.	1	14976.2	14976.2	6.27	4.10	7.55
	E.E.	57	88405.8	2589.4			
	Total	58	103381.9				

SIGNIFICANCIA DE LOS RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE
LA TOPOGRAFÍA, COBERTURA VEGETAL Y ERODABILIDAD
CON RELACION A LA PERDIDA DE SUELO POR EL AGUA.

Cabe señalar que el factor lluvia no fue incluido por ser un solo valor para toda la zona y al efectuar el análisis nos daría cero.

De los otros factores el correspondiente a la topografía es el más significativo en el resultado de la erosión, esto es, que tanto el grado de pendiente como las longitudes son muy variables en la Primavera y por lo tanto el que se debe modificar para controlar la erosión, sin embargo por las características del suelo y de la pendiente es muy difícil modificar este factor.

La cobertura vegetal es un factor no significativo en estos resultados, lo que nos indica que la vegetación existente está en las mismas condiciones de degradación en toda la zona. En el caso particular de la Primavera, éste es el factor más adecuado y viable de modificar con el cual se obtendrían buenos resultados en el control de la pérdida de suelo. Finalmente el aspecto edafológico según los resultados estadísticos nos dicen que el suelo de la zona es homogéneo en cuanto a características relacionadas con la erosión hídrica. Cuadro 10.

CUADRO 10. DATOS ESTADISTICOS DE LA PERDIDA DE SUELO POR EROSION HIDRICA EN LA ZONA FORESTAL DE LA PRIMAVERA.

FACTOR	F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft.	
						0.05	0.05
Topografía (LS)	Cat.	1	1063537	1063537	13.75	4.10	7.35
	E.E.	37	2861320	77332.9			
	Total	38	3924857				
Cobertura vegetal (c)	Cat.	1	369047	369047	3.84	4.10	7.35
	E.E.	37	3555809	96702.9			
	Total	38	3924857				
Erodabili- dad. (K)	Cat.	1	75.8	75.8	0.00070	4.10	7.35
	E.E.	37	3924785	106075			
	Total	38	3924857				

Ya hemos mencionado de acuerdo con los resultados de esta investigación que la erosión en el bosque la Primavera es alta, debido a sus condiciones particulares tanto edafológicas como topográficas; pero sobre todo por las condiciones actuales de manejo que le son del todo desfavorables, pues el sobrepastoreo al que está sometido este bosque, contribuye en gran parte a aumentar la erosión pero el principal problema es como sabemos, que año tras año es víctima de incendios constantes, en su mayoría provocados intencionalmente por sus propios habitantes, con la finalidad de eliminar la capa superficial de materia orgánica y hojas secas, para permitir que los brotes nuevos del pasto, sean aprovechados por su ganado, y éste, va despojando poco a poco de pasto, la superficie del suelo en todo tipo de pendientes, e incluso en las mismas cárcavas; junto con éste, son destruidos los pequeños árboles que sobrevivieron al incendio disminuyendo así la poca regeneración que pudiera existir en el lugar.

Esta situación no es alarmante para la mayoría de los habitantes de esta sierra, pues gran parte de ella pertenece a particulares a los cuales no les interesa conservarlo, sino obtener el mayor provecho de él y en el tiempo más corto posible. Así tanto ellos como mucho ciudadanos hacen caso omiso de la Ley Forestal en sus artículos 47-52, que tratan sobre la prevención y combate de incendios especialmente el artículo 47 que dice:

Los propietarios usufructuarios o poseedores a título de dominio, de terrenos cubiertos con vegetación forestal así como los arrendatarios o explotadores, en su caso estarán obligados a acatar las disposiciones que dicten las autoridades forestales, destinadas a prevenir o combatir incendios.

No obstante estas condiciones de supervivencia de las zonas afectadas por los incendios, existen otras que son protegidas de éstos; son áreas pequeñas que por su fácil acceso, constituyen los lugares de esparcimiento de las miles de personas que acuden a él en busca de descanso y recreación.

Estas áreas, sin embargo, son afectadas por esas personas que de manera irresponsable, y poco a poco, los van convirtiendo en basureros al dejar esparcidos los desechos de alimentos, además de contaminarlo con bolsas de plástico, botellas, hotes y vidrios, y demás materiales no degradables. Sumando a éste, algunos incendios provocados por no tener las debidas precauciones con sus fogatas.

PRACTICAS DE CONSERVACION DEL SUELO.

El último factor que interviene en la ecuación universal, se refiere a toda aquella práctica que de una u otra forma ayudan en la conservación del suelo, éste es el

factor "P".

Entre estas obras de conservación tenemos: la reforestación, el aumento de materia orgánica y las terrazas zanja y bordo. Son pocas las áreas en las que se pueden aplicar estas prácticas debido a la topografía tan accidentada que posee la mayor parte del bosque, sin embargo se han obtenido resultados para mostrar en cuanto disminuye la erosión si se aplicaran todas ellas.

Para esto se tomó en cuenta un período de 8 años, tiempo necesario para que un bosque pastoreado y quemado pase a la categoría de no perturbado.

Así podemos ver que si reforestamos los lugares en donde la topografía lo permite y evitamos los incendios en el transcurso del tiempo señalado, la cobertura vegetal de árboles aumentaría con lo cual se incrementaría en mucho la capa de materia en descomposición y por lo tanto el contenido de materia orgánica en el suelo ascendería a cerca del 4% que es el valor máximo utilizado en el factor K, modificando así el factor correspondiente a "C" y obteniendo con K el valor de "P".

De esta forma obtenemos que la erosión disminuiría en rangos promedio que van de 0.14 a 175.57 Ton/Ha/año, bajando el promedio general de 225.24 Ton/Ha/año a solo 14.52 Ton/Ha/año. Cuadro 11.

Esto disminuye mucho la erosión pero no lo suficiente para controlarla, por lo tanto, si utilizamos las terrazas zanja y bordo para disminuir la longitud de las pendientes a espacios de 12 mt., con esto la erosión se controlaría en poco, casi insignificadamente, ya que esta práctica es apta para pendientes menores del 40% y las pérdidas de suelo más fuertes en la Primavera se localizan en

terrenos de pendiente elevada, por lo cual el problema disminuiría solamente del 14.52 Ton/Ha/año a 14.22 Ton/Ha/año en promedio general. Cuadro 11.

Una práctica que tiene muy buenos resultados para controlar la erosión es la elaboración de terrazas bancas, pues se pueden efectuar en cualquier tipo de pendientes; esta práctica es aplicable en zonas ya muy degradables, pero el aplicarla en la Primavera significa agravar el problema debido al tipo de suelo que posee, pues este debe ser removido y con la característica que tiene de ser suelto y sobre todo las zonas 4, 5 y 6 que presentan el afloramiento del material paretal, este sería fácilmente arrastrado por el agua. Por otro lado sería imposible efectuarlas por las pendientes del más del 50% que presentan estas zonas lo cual impide el acceso de la maquinaria necesaria para estas obras de conservación.

Tomando en cuenta lo anteriormente visto, nos damos cuenta que las zonas 5 y 6, especialmente la 6 está llegando a un punto en donde el daño es irreversible, pues ya no es posible efectuar alguna obra de conservación, quedando como única solución el evitar los incendios para aumentar la cobertura vegetal tanto de árboles como de hojarasca para proteger el suelo de la lluvia y poco a poco ir recuperando éstas zonas:

Analizando ahora el aspecto contrario durante el mismo tiempo, esto es, permitiendo que los incendios se sigan provocando todos los años, que siga el sobrepastoreo y con ellos todos los efectos negativos para el bosque, tendremos que al cabo de 8 años la cubierta vegetal habrá disminuido en una forma general en toda la sierra y especialmente en las zonas más dañadas en la actualidad, junto con esto disminuye la hojarasca, aumentarían las pendientes y se incrementará el número de Ha. de suelos litosoles con

lo que las corrientes de agua formadas durante las lluvias arrastrarán cada vez más, grandes cantidades de suelo y material paretal especialmente de pomez, debido a su baja densidad que es menor a la del agua, con esto el promedio general de erosión habrá aumentado de 225.24 a 500.93 Ton/Ha/año, siendo sus rangos de 28.54 Ton/Ha. la mínima y de 2422.42 Ton/Ha/año en las zonas más dañadas, incrementándose en este tiempo la superficie de los litosoles a un 32.80% del área total, pues se habrán incorporado 9107 Ha. o sea el 25.14%. Esta superficie que ahora posee suelo quedará prácticamente sin él, y con esto un aumento irremediable en los problemas socioeconómicos de sus habitantes pues la mayoría de ellos tiene ganado que se alimenta de los pastos del bosque; es por esto que se debe presentar al campesino otras alternativas o técnicas nuevas que le permitan criar su ganado sin dañar el bosque y que a la vez satisfagan sus necesidades económicas.

CUADRO 11. DISMINUCION DE LA EROSION DEL SUELO MEDIANTE PRACTICAS DE CONSERVACION, ASI COMO LA PERDIDA ESTIMADA SIN LA UTILIZACION DE ESTAS DURANTE UN PERIODO DE 8 AÑOS.

	Pérdida actual. Ton/Ha/año.	No. incendio y M.O. 4% Ton/Ha/año.	Terrazas Sanja y B. Ton/Ha/año.	Sin práctica alguna. Ton/Ha/año.
1	8.44	0.14	0.05	28.54
2	28.78	0.37	0.24	64.49
3	74.36	0.72	0.38	131.53
4	134.60	2.42	1.56	447.25
5	263.57	5.49	5.22	814.04
6	1532.07	173.57	173.57	sin suelo
L	173.90	1.66	1.54	sin suelo

NOTA: Los litosoles sin práctica estarán perdiendo un promedio de 310.06 de material madre: pomez, mientras que las de la categoría 6 perderán hasta 2422.42 Ton/Ha/año de suelo y material madre.

Como podemos ver, el problema sería cada vez mayor de seguir con esta actitud pasiva ante la degradación irremediable en todos los aspectos del bosque, es por esto que se deben tomar medidas rápidas tendientes a disminuir la erosión como lo señalado anteriormente para evitar los incendios, que sería la principal práctica de conservación y aplicando reforestación y algunas terrazas de zanja y --bordo en las zonas que lo necesiten y que sean de fácil --acceso, sobre todo en aquellas que son utilizadas como --áreas de recreo y finalmente, efectuando algunas presas ya sea de ramas, piedra acomodada o de gaviones para controlar la formación de cárcavas, bastarían para reducir la --erosión en 8 años a un promedio general de 1.88 Ton/Ha/año

en un 92.81% de la superficie total y el 7.19 restante disminuiría a 173.57 Ton/Ha/año que es la parte más dañada, - sin embargo, ésta, al cabo de 8 años más quedaría reducida a un promedio de 6.68 Ton/Ha/año mientras la parte que ya estaba controlada, habrá recuperado de 3 a 4 mm, de espesor de suelo, logrando así en el transcurso de 16 años el control total de la erosión en el bosque La Primavera.

VII.- CONCLUSIONES

- 1.- La erosión que se presenta actualmente en La Primavera es elevada, encontrando una pérdida promedio de 229.31 Ton/Ha/año.
- 2.- Las pérdidas menores a 10 Ton/Ha/año se presentan en solo 228 Has. o sea el 0.63% de la superficie total.
- 3.- En 2605 Ha. que representan el 7.19% del área total se presentan las mayores pérdidas, que son mayores a 1500 Ton/Ha/año.
- 4.- El mayor daño causado por la erosión se encuentra en 2660 Ha. que representan el 7.34% del área total y que ahora son litosoles prácticamente sin suelo registrando una pérdida de suelo y roca madre de 173.9 Ton/Ha/año.
- 5.- La zona de origen volcánico presenta los mayores daños pues su topografía es muy accidentada, con pendientes elevadas que van de 10 a más de 100%, encontrándose en ésta los suelos litosoles.
- 6.- Solo 17,130 Has. que representan el 47.3% de la superficie total, posee una profundidad de suelo mayor de 60 cm.
- 7.- El fuego es inducido por los mismos campesinos para permitir que el rebrote de los nuevos pastos sea aprovechado por su ganado.
- 8.- El problema de la erosión no es de interés para los pequeños propietarios ante el temor de perder sus tierras

pues parte de esta zona ha sido donada al Estado como Parque Nacional, y para otros por el valor que van adquiriendo a medida que la ciudad crece.

- 9.- Los árboles pequeños son quemados o consumidos por el ganado, evitando así la poca regeneración que pudiera existir en el bosque.
- 10.- Los mayores daños se presentan durante las primeras -lluvias después de los incendios que es cuando el suelo se encuentra desprotegido de la cobertura vegetal.
- 11.- Las zonas que tienen pérdidas mayores a 500 Ton/Ha/año están gravemente afectadas por los factores edafol^ogico y topográfico.
- 12.- Un 73% de la superficie total, tiene longitudes mayores a los 40 m.
- 13.- Pendientes mayores al 20% son el problema en el 88% -de la superficie total. Y el 50% del área presenta -inclinaciones mayores al 50%.
- 14.- Estas pendientes elevadas impiden la correcta infil-tración del agua, lo cual provoca torrentes que arragtran el suelo y material madre: pomez en grandes cantidades.
- 15.- La topografía es el factor que influye principalmente en el problema de la erosión que presenta la Primavera, haciéndolo en un 74.23% respecto a los factores -cobertura vegetal y erodabilidad que lo hacen en un -25.76% y 0.01% respectivamente.
- 16.- Las obras de conservación que se pueden aplicar en la

Primavera son: reforestación en toda la zona y especialmente en aquellas que poseen escasa cobertura vegetal; las terrazas zanja y bordo que se pueden aplicar en los lugares con pendientes menores al 40%, y las presas de ramas, piedra acomodada y de gaviones en el control de las cárcavas.

- 17.- El factor topográfico es el que influye especialmente en la pérdida del suelo, por lo que tendría que ser éste el que se debería modificar para controlar la erosión, sin embargo resultaría perjudicial pues las características particulares de pendiente y suelo o el afloramiento de material madre que presenta la zona; por lo cual la práctica más recomendable para ella es el evitar incendios y reforestar para que de esta forma se incremente la cobertura vegetal y el suelo sea protegido de la lluvia.
- 18.- Evitando incendios durante 8 años y reforestando los lugares más accesibles se incrementa la M.O. y la erosión se reduciría en promedio de 0.14 a 173.57 Ton/Ha/año controlando la erosión en el 92.81% de la superficie total.
- 19.- La elaboración de terrazas zanja y bordo en la zona, no da resultados satisfactorios pues son pocas las áreas en las que se pueden aplicar, sin embargo la erosión se reduciría de un promedio de 14.52 con reforestación a 14.22 Ton/Ha/año.
- 20.- En 8 años sin prácticas de conservación y con los incendios, se duplicarían las pérdidas de suelo, pasando de 225.24 Ton/Ha a 500.93 Ton/Ha/año.
- 21.- En este mismo tiempo se incrementaría en un 25.14% --

los litosoles, teniendo un total de 11767 Has.

- 22.- Evitando incendios y aplicando obras de conservación en 8 años se reduciría en el 92.81% del área total a un promedio de 1.88 Ton/Ha/año.
- 23.- El 7.19% del área total que presentaba pérdidas de -- 1532.07 Ton/Ha/año se reducirían a 173.57 Ton/Ha/año.
- 24.- Al cabo de 16 años, estas se reducirían a solo 6.68-- Ton/Ha/año, con lo que se controlaría la erosión en - La Primavera.
- 25.- En este mismo tiempo, en las 33 624 Ha. en donde a -- los 8 años se habrían controlado la erosión, se ha -- brán recuperado de 3 a 4 mm de espesor de suelo.

Es importante recordar que esta investigación solo trata 4 de los 6 factores que intervienen en la Ecuación Universal, método propuesto por Wischmeier para predecir las pérdidas de suelo por erosión hídrica y que los 2 factores correspondientes a lluvia "R" y cobertura vegetal "C", son tratados por Eric Roberto A. Díaz Maldonado en su tesis: La erosión hídrica en el bosque de la Primavera, Jal. (Efectos de la cubierta vegetal y la lluvia).

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Bancalari, C., Villarreal, L.H., Estrada, F.E. 1974. Características de la región denominada "La Primavera" del Estado de Jalisco. Bol. Inv. Inst. Bot. U de G. -- México. 1 (3): pp. 1-26.
- 2.- Bennett, H. 1965. Elementos de conservación del suelo. Trad. del Inglés por Carlos Gerhard. México. Fondo de Cultura Económica. P.V.
- 3.- Colegio de Post'Graduados SARH. 1977. Manual de conservación del suelo y del agua. México P.V.
- 4.- Curiel, B.A. 1980. Estudio sobre erosión en áreas -- Boscosas del Distrito de Huajuapán de León, Oaxaca. -- C.P.P.V.
- 5.- Fournier, F. 1975. Conservación de suelos. Trad. por J.A. Medina. Mundi-Prensa. pp 27-68.
- 6.- Gilbert, W.R. 1967. Los suelos; su origen, constitución y clasificación. Trad. de la 3a. Ed. Inglesa por el Dr. José Luis Amoros. 2a. Ed. Barcelona. Omega. pp- 94-115, y 511-514.
- 7.- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1949. Conservación de suelos; - un estudio Internacional. México P.V.
- 8.- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1967. La erosión del suelo por el agua. FAO. México. P.V.

- 9.- Reggie, J.L. 1977. Investigación Agronómica para el desarrollo de la Agricultura tradicional. México. C.P. pp. 93-97.
- 10.- Russell. 1968. Condiciones del suelo y crecimiento de las plantas. Trad. de la 9a. Ed. inglesa por Gaspar González y Glez. 4a. Ed. México. Aguilar . pp. -- 718-731.
- 11.- SAG; Dirección General de Conservación del suelo y agua. 1975. Conservación de suelo y el agua. México, D.F. P.V.
- 12.- Secretaría de Programación y Presupuesto. 1977. Formulación del uso potencial del terreno en la serranía de la Primavera, Jal. DETENAL México. 57 p.
- 13.- Stallings, J.H. 1969. El suelo; su uso y mejoramiento. Trad. del inglés por Celedonio Sevillano Mayo.- 4a. Ed. México D.F. P.V.
- 14.- Sub-Secretaría Forestal y de la Fauna. 1982. Ley Forestal y su Reglamento. SARH. México. pp 43-44, 128 - 129.
- 15.- Suárez de Castro, F. 1979. Conservación de suelos. - 3a. Edición, Costa Rica. IICA. P.V.
- 16.- Tamhane, R.V. Motiramani, D.P. 1978. Suelos; su química y fertilidad en zonas tropicales. México, Diana p. 142-167.
- 17.- Turk, Turk, Wittes. 1975. Ecología. Contaminación; medio ambiente. Trad. del inglés por Carlos Gerhard. México. Nueva Editora Interamericana. p. 1-151.

- 18.- Werner, G. 1978. Los suelos de la Cuenca Alta de Puebla, Tlaxcala y sus alrededores: Comentarios a un Mapa de suelos. Trad. del Alemán por la Sra. H. de Campino y Dr. I. Campino. Puebla. Fundación Alemana para la Investigación Científica. p. 12 - 13.

A P E N D I C E

Localización de las 39 zonas de estudio.

- 1.- San Antonio El Chico, Granja Pinitos, Huaxtla (La Lobera), C. San Miguel, La Sala, El Poleo, Los Ocotes, Las Villas y Mesa La Lobera.
- 2.- El Nabo, (S) de Primavera (balneario), (W) de Pinar de la Venta.
- 3.- Pinar de la Venta y Llano Grande.
- 4.- (E) Pinar de la Venta, Mesa La Lobera. C. Alto, Mesa - El Nejahuete, C. El Chapulin. C. El Colli y (SW) del mismo, (S) Las canoas, C. El Culebreado.
- 5.- (N) Mesa La Lobera, M. El Burro, M. El León, (E) Agua-Brava, C. El Tule, (S) C. San Miguel, (W) y (N) C. La-Cuchilla.
- 6.- (NW) Mesa La Lobera.
- 7.- M. Campo, M. El Chiquihuitillo, (E) de Huaxtla, La - - Puerta, El Poleo, El Madrón, Cs. Las Planillas, porciones del (N) de Los Ocotes.
- 8.- Cañón de las Flores.
- 9.- (SW) de La Ratonera.
- 10.- (NE) de M. La Lobera, Cs. Las Planillas, (NW) del C. - La Cuchilla.
- 11.- (S) Pinar de la Venta.

- 12.- (SE) M. La Lobera, Río Caliente y (E) del mismo, (NW) C. Chato, El Chamizal y M. Tapona.
- 13.- Porciones del (N) de La Higuera, Río Caliente, Agua Dulce, Cerrito Colorado, C. El Guajolote.
- 14.- Primavera (balneario), Santa Isabel.
- 15.- C. Chato, (S) Agua Brava, C. San Miguel, balneario -- Agua Caliente, C. La Cuchilla, La Concha, Las Villas.
- 16.- (SW) Mesa La Lobera.
- 17.- (E) Agua Brava, (N) C. El Tule.
- 18.- Cs. Colorados, Puerto El Pandito, ladera (N) y (NE) - de C. Alto, ladera C. El Chapulín, ladera (NW) C. El Colli, ladera C. El Tule, (NE) C. El Pedernal, (E) de Huaxtla, (N) C. Las Planillas, C. La Cuchilla, C. Pelón. C. La Concha, partes del (N) de La Higuera.
- 19.- Ladera (NE) de C. Alto.
- 20.- (N) del C. El Chapulín.
- 21.- Laderas (S) y (W) C. Alto y M. El Nejahuete.
- 22.- Ladera (NE) de la M. El Nejahuete.
- 23.- Las Canoas, ladera (S) y (W) del C. El Chapulín.
- 24.- (SW) de la M. El nejahuete.
- 25.- (N) C. El Colli, Bugambillas, C. Pelón.
- 26.- (NE) y (SW) del C. El Colli.
- 27.- Cerritos Colorados, C. Pelón.
- 28.- Ladera (W) del C. El Pedernal.
- 29.- C. El Pedernal.

- 30.- (SW) del C. El Colli.
- 31.- Ladera (NE) del C. El Colli.
- 32.- C. El Colli, Los Robles.
- 33.- Ladera (S) del C. El Colli, ladera (NE) del C. Pelón.
- 34.- Las Canoas.
- 35.- (N) de La Cuesta.
- 36.- Agua de Victoriano, (S) C. La Cichilla.
- 37.- (NW) del C. Pelón.
- 38.- (W) del C. Pelón.
- 39.- Las Parras y todas las orillas de la Sierra La Primavera.