

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



**EROSION ACTUAL DE LA ZONA NORTE DEL ESTADO
DE JALISCO POR EL METODO FAO-UNESCO**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO AGRONOMO
EN LA ORIENTACION DE SUELOS**

PRESENTA:

JORGE LUIS BERNAL GONZALEZ

GUADALAJARA, JAL., 1985



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Septiembre 30, 1985.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.
PRESENTE.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____
JORGE LUIS BERNAL GONZALEZ _____ titulada,

"EROSION ACTUAL DE LA ZONA NORTE DEL ESTADO DE JALISCO POR EL METO
DO FAO-UNESCO."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la
misma.

DIRECTOR.

ING. ARTURO CURIEL BALLESTEROS

ASESOR.

ING. SALVADOR MENA MUNGUÍA.

ASESOR.

ING. EZEQUIEL MONTES RUELAS.

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

I N D I C E.

	PAG.	
I	INTRODUCCION	1
	Objetivos	2
	Supuestos	2
II	REVISION DE LITERATURA	2
	Métodos para la evaluacion de erosión	3
	Características de los suelos según <u>clasi</u> <u>ficación</u> FAO.	7
	Antecedentes de estudios sobre erosión hídrica en México.	19
	Datos geográficos de la región norte de Jalisco.	20
	Descripción de los climas en la zona de estudio.	25
III	MATERIALES Y METODOS	32
	Elaboración del mapa factor "R"	33
	Elaboración del mapa factor "K"	34
	Elaboración del mapa factor "C"	35
	Elaboración del mapa factor "T"	37
	Elaboración del mapa final	37
	Análisis estadístico	38
IV	RESULTADOS Y DISCUSIONES	40
V	CONCLUSIONES	43
VI	LITERATURA CITADA	44
	APENDICE	47

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

La insistente destrucción de los recursos naturales nos lleva a la observación del recurso natural, suelo que es de gran importancia, porque sirve de medio de producción para la gran mayoría de la población humana.

El hombre ha hecho uso de este recurso casi toda su historia para obtener los beneficios de éste, pero nunca pensó en cuidar tal recurso, suelo, ya que en algunos malos manejos de éste le afectan.

El suelo es el producto de la interacción de varios factores y a la naturaleza le llevarían cientos de años la formación de una capa de suelo.

El principal problema que afecta los suelos es la erosión tanto hidrica como cólica.

Dada la importancia de este problema muy difundido en el país. Se tomó una área para tal estudio y cartografiarla evaluación para lo cual se recomendó el método de FAO/UNESCO propio para trabajar áreas extensas.

O B J E T I V O S.

- a) Elaborar un mapa donde se indiquen los lugares y los grados de erosión hídrica posibles en la región norte de Jalisco.
- b) Hacer una jerarquización a nivel municipio según sus grados de erosión.
- c) Conocer la relación existente en la pérdida de suelo con cada uno de los factores que presenta el método FAO/ - - UNESCO.
- d) Conocer cuanto de la pérdida de suelo es explicada por - cada uno de los factores en el método FAO/UNESCO.

S U P U E S T O S.

- a) La metodología provisional FAO es buena para evaluar y - cartografiar la erosión hídrica de la región.
- b) El número de estaciones meteorológicas para determinar - la erosividad son suficientes.
- c) La información cartográfica es valedera para el tiempo - presente.
- d) La escala 1:250 000 es aceptable para el tamaño del área de estudio.
- e) El sesgo entre las evaluaciones de pérdida de suelo por - el método FAO son aceptables para los objetivos perseguidos.

REVISIÓN DE LITERATURA.

El C.P. (1977) menciona que la erosión de la superficie del suelo es un proceso físico que consiste en el desprendimiento y arrastre de las partículas edáficas por los agentes del intemperismo. El meollo de tal situación, es cuando la acción del hombre se agrega a los agentes naturales, ocasionando una erosión inducida y acelerada, que es mucho mayor por su cantidad de pérdida de suelo que la erosión natural o normal. Cuando actúa el agua como agente erosivo, al efecto se le denomina "Erosión Hídrica".

Las consecuencias de la erosión hídrica son variadas; a grandes rasgos se tiene por ejemplo, FAO (1979) menciona que se ocasiona una degradación del suelo, esto es, se forma un proceso que rebaja la capacidad y potencial del suelo para producir cuantitativamente y cualitativamente bienes y servicios, afectando de esta manera directamente al humano, ocasionando pobreza y abandono de terrenos agrícolas.

Además, con respecto al ámbito ecológico se tiene que Terrazas (1977) obtuvo pérdidas en terreno agrícola de nutrientes en cantidades variables (hasta 67 Kg/ha.), según de que elemento se trataba.

Los nutrientes junto con las partículas sólidas realizando un recorrido por ríos y embalses de agua (presas, lagunas), mientras tanto (Mahoney, 1981), se alteran las características físicas y químicas de estos ambientes acuáticos, como son el grado de turbiedad, sedimentación de partículas finas y gruesas, cantidad de sólidos disueltos etc; Goldman (1965) citado por Odum, encontró que en un lago el exceso de Cobalto como el de macroelementos nutritivos pueden ser limitativos para el fitoplacton.

Terrazas (op. cit.), también menciona que cuando las partículas y nutrimentos llegan a las zonas de depósito de aguas, se causa problemas de acumulación de sales y/o Na^+ , azolve de canales de navegación, alteración de la morfología y estabilidad de la red de drenaje, etc.

METODO PARA LA EVALUACION DE EROSION.

Hay toda una serie de métodos que pueden contribuir a la evaluación de la degradación de los suelos.

Los más importantes nombrados por FAO (1979) son:

Observaciones y Mediciones Directas.

Empleo de técnicas de teledetección.

Modelos matemáticos.

Evaluación por métodos paramétricos.

En el método paramétricos, para evaluar erosión hídrica existe la ecuación universal de pérdida de suelo (USLE).

Esta ecuación se utiliza mucho para predecir las pérdidas de suelo debidas a la erosión hídrica y para evaluar las necesidades de conservación del suelo precisas para combatir esa pérdida.

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

Donde:

A= Pérdida computada de suelo por unidad de superficie, que se obtiene multiplicando los factores restantes.

R= Factor lluvia; número de unidades índice de erosión (unidades EI) en el período de que se trata. El índice de erosión es la medida de la fuerza erosiva de una lluvia determinada.

- K= Factor erosionabilidad del suelo; velocidad de erosión por unidad de índice de erosión para un suelo determinado, en barbecho continuo cultivado con un declive de 9 por ciento, y longitud de 22,1M.
- L= Factor longitud del declive; relación entre la pérdida de suelo correspondiente a la longitud del declive del terreno y la correspondiente a una longitud de 22,1 m, en iguales tipo y pendiente del suelo.
- S= Factor pendiente del declive; relación entre la pérdida del suelo correspondiente a la pendiente del terreno y la correspondiente a un declive de 9 por ciento, en iguales tipo del suelo y longitud del declive.
- C= Factor cultivo-explotación; relación entre la pérdida de suelo de un terreno sometido a determinados cultivo y explotación y la que ocurre en las condiciones de barbecho en que se evalúa el factor K.
- P= Factor práctica de medidas de lucha contra la erosión; relación entre la pérdida de suelo en un terreno en el cual se efectúa el cultivo a nivel, el cultivo en fajas o el cultivo en terrazas y la de un terreno en que el cultivo se hace en surcos rectos en dirección de la pendiente.

FAO al realizar una evaluación de erosión hídrica a una escala de 1'500 000 modifico y utilizar una fórmula simplificada derivada de USLE y además utilizó valores aproximados para cada factor que representar medidas promediadas de áreas extensas.

CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS SEGUN
CLASIFICACION FAO/UNESCO.

Existen diferentes tipos de suelos dentro de la región de estudio. Estos datos fueron tomados por medio de cartas-Edafológicas editadas por CETENAL.

A continuación se encontrará descrita cada unidad encontrada, para ello se recurrió a Fitz Patrick (1984).

ACRISOL S

Derivación del nombre: de la palabra latina acris muy-ácido; connotativa de un contenido bajo en bases.

Características generales.- Suelos que tienen un horizonte B argílico con una saturación de bases de menos de 50% (con $\text{NH}_4 \text{OAc}$) cuando menos en la parte inferior del horizonte B dentro de los primeros 125 cm de profundidad. Carecen de un horizonte A mólico; carecen de un horizonte E álbico superpuesto a un horizonte lentamente permeable, del patrón de distribución de arcilla y la formación de lenguas, que son diagnósticos para Planosols, Latosols, y Podzol Luvisols respectivamente; carecen de un régimen de humedad arídico.

Acrisols Férrico (Af).-

Tienen un horizonte A ócrico y un horizonte B argílico con una capacidad de intercambio catiónico $24\text{me}/100 \text{ g}$ de arcilla y sin las propiedades que distinguen a las otras subdivisiones.

ANDOSOLS

Derivación del nombre: del japonés An - oscuro y Do - suelo, connotativos de suelos formados de materiales ricos en vidrio volcánico y que por lo común tienen un horizonte superficial oscuro.

Características generales.- Son suelos que tienen un horizonte A mólico o úmbrico, posiblemente situados sobre un horizonte B cámbico o bien con un horizonte A ócrico y un B cámbico, no teniendo otros horizontes de diagnóstico (a menos que estén enterrados por 50 cm o más de material nuevo), con una profundidad de 35 cm o más y con una o ambas de las siguientes características:

- (a).- Una densidad aparente de la fracción de tierra fina (a 1/3 bar de retención de agua) de menos de 0.85 g cm^{-3} y un complejo de intercambio dominado por material amorfo.
- (b).- 60% o más de ceniza volcánica vítrea, escorias u otro material vítreo piroclástico en las fracciones de limo, arena y grava, carente de cualidades hidromórficas dentro de los 50 cm superiores; carentes de las características que son de diagnóstico para Vertisols; carentes de salinidad elevada. Hay cuatro divisiones de Andosols.

Andosol Ócrico (To).-

Tienen un horizonte A ócrico y un horizonte B cámbico, consistencia embarrosa y/o textura que es migajón limoso o más fina.

CAMBISOLS

Derivación del nombre: de la palabra latina cambiaré, cambio indicando los cambios de color, estructura y consistencia que resultan de la intemperización in situ.

Características generales.- Suelos que tienen un horizonte B cámbico (a menos que esté cubierto por 50 cm o más de material nuevo), sin otros horizontes de diagnóstico que un horizonte A ócrico o úmbrico, un horizonte cálcico y uno gypico. El horizonte B cámbico puede faltar cuando hay -- presente un horizonte A úmbrico de más de 25 cm de espesor; carente de salinidad elevada; carente de las características de diagnóstico de Vertisols o Andosols; carentes de un régimen de humedad árido; carentes de propiedades hidromórficas en los primeros 50 cm de profundidad.

Cambisols éutricos (Be).-

Tienen un horizonte A ócrico y una saturación de bases de 50% o más en un espesor de entre 20 y 50 cm de la superficie, pero que a esa profundidad no son calcáreos.

Cambisols vérticos (Bv).-

Tienen un horizonte A ócrico y un horizonte B cámbico que muestra propiedades vérticas.

Cambisols ferrálicos (Bf).-

Con un horizonte A ócrico y un horizonte B cámbico que muestra propiedades ferrálicas; esto es con una capacidad de intercambio catiónico de menos de 24 me por 100 g de arcilla.



CASTAÑOZEMS

Derivación del nombre: de la palabra latina castaneo = castaño y la palabra rusa zemlja = tierra; connotativa de suelos ricos en materia orgánica de color pardo o castaño.

Características generales.- Suelos que poseen un horizonte A mólico con un cromá cuando húmedos de más de 2 a una profundidad de cuando menos 15 cm; con uno o más de los siguientes: un horizonte cálcico y gypsic o concentraciones de cal suave pulverulenta en los primeros 125 cm de profundidad; carentes de un horizonte B nátrico; carentes de las características que son de diagnóstico para Rendzinas, Vertisols, Panosols, o Andosols; carentes de salinidad elevada; carentes de propiedades hidromórficas dentro de los primeros 50 cm de profundidad cuando no hay presente un horizonte argílico.

Castañozems Lúvicos (K1).-

Estos tienen un horizonte A mólico con un cromá cuando húmedo de más de 2 a una profundidad cuando menos de 15 cm y un horizonte B argílico, pudiendo haber un horizonte cálcico o gypsic.

FEOSEMS

Derivación del nombre: del griego phaios= negruzco y de la palabra rusa zemlja = tierra.

Características generales.- Suelos que tienen un horizonte A mólico; carentes de un horizonte cálcico, un horizonte gypsic o concentraciones de cal suave pulverulenta-

dentro de los primeros 125 cm de profundidad; carentes de un horizonte B nátrico y un horizonte B ócrico; carentes de las características que son de diagnóstico para Rendzinas, Vertisols, Planosols o Andosols; sin salinidad elevada; carentes de propiedades hidromórficas dentro de los primeros 50 cm de profundidad cuando no hay presente un horizonte B argílico; carentes de revestimientos decolorados en las superficies estructurales de los pedos cuando el horizonte A mólico tiene en húmedo un cromá de 2 o menos a una profundidad no menor de 15 cm.

Feozems Háplicos (Hh).-

Tienen un horizonte A mólico, pueden presentar un horizonte B cámbico. De fertilidad moderada a alta.

Feozems Lúvicos (Hl).-

Con un horizonte A mólico y un horizonte B argílico.

REGOSOLS

Derivación del nombre: de la palabra griega rhegos = -cobija, manta; connotativa del manto de material suelto situado sobre el centro duro de la tierra.

Características generales.- Suelos procedentes de material no consolidado, excluyendo depósitos aluviales recientes, sin horizontes de diagnóstico (a menos que estén enterrados por 50 cm o más de material nuevo) más que un horizonte A ócrico; carentes de propiedades hidromórficas de los primeros 50 cm de profundidad; carentes de las características que son de diagnóstico para Vertisols y Andosols; sin -

salinidad elevada; cuando tienen textura gruesa, carentes de laminillas de acumulación de arcilla, de las características de horizontes B cámbico u óxico o de material álbico, que son características de los Arenosols.

Tienen una amplia gama de texturas y ocurren en todas las zonas climatológicas y, por tanto, constituyen la etapa inicial de formación de un gran número de suelos, principalmente Podzols, Luvisols, Cambisols, Chernozems, Castañozems, Xerosols, y Yermosols.

El horizonte A óxico se forma con rapidez pero con frecuencia es una fase transicional a un horizonte A mólico o úmbrico.

Reposols éutricos (Re).-

Tienen un horizonte A óxico y una saturación de bases de 50% entre los 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficie.

VERTISOLE

Derivación del nombre: de la palabra latina vértō = voltear connotativa del volteo hacia abajo de la superficie del suelo.

Características generales.- Suelos que después de haber mezclado los 20 cm superiores, tienen 30% o más de arcilla en todos los horizontes a una profundidad no menor de 50 cm; que desarrollan grietas de la superficie del suelo hacia las cuales, en algún período (a menos que el suelo se riegue), tienen cuando menos 1 cm de ancho a una profundi-

dad de 50 cm; que a alguna profundidad entre los 25 y 100 cm de la superficie tienen uno o más de los siguientes: microrelieve gilgai, slickenside intersectantes, o agregados-estructurales en forma de cuñas o paralelepípedos. Son suelos de color oscuro que tienen textura uniforme fina o muy fina y un contenido bajo de materia orgánica, pero tal vez su propiedad más importante es la dominación de la arcilla en la fracción del látice de arcilla expandente, por lo general, montmorillonita, que ocasiona que esos suelos al secarse se encojan y agrieten. De manera típica ocurren en zonas áridas y semiáridas, debajo de gramíneas altas o de bosque espeso.

Vertisols pélicos (Vp).-

En los primeros 30 cm de profundidad, en la matriz del suelo húmedo tienen un cromá dominante de menor de 1.5.

XEROOLS

Derivación del nombre: del griego xerox = seco; connotativa de suelos de zonas secas.

Características generales.- Suelos que ocurren en un régimen de humedad árido, que tienen un horizonte A ótrico-débil y uno o más de los siguientes: un horizonte B cámbico, un horizonte B argílico, un horizonte cálcico, o un horizonte gypsico; carentes de otros horizontes de diagnóstico; carentes de las características que son de diagnóstico para Vertisols; sin salinidad elevada; sin permafrost dentro de una profundidad de 200 cm desde la superficie.

Xerosols lúvicos (Xl).-

Tienen un horizonte B argílico que puede estar presente un horizonte cálcico o gypsic.

LUVISOLS

Derivación del nombre: de la palabra latina luo = la - var; connotativa de la acumulación iluvial de arcilla.

Características generales.- Suelos que tienen un horizonte B argílico que tiene una saturación de bases de 50% o más (por NH OAc) cuando menos en la parte inferior del horizonte B dentro de los primeros 125 cm de profundidad; carentes de horizonte E álbico superpuesto a un horizontemente permeable, del patrón de distribución de arcilla y de formación de lenguas que son de diagnóstico para Planosols, Lotosols y Podzol luvisol respectivamente; carentes de un régimen de humedad árido.

Luvisols órtico (Lo).-

Tienen un horizonte B argílico que no es de color pardo oscuro o rojo, sin un horizonte álbico.

Luvisols crómicos (Lc).-

Tienen un horizonte B argílico de color pardo intenso a rojo, sin un horizonte álbico.

Luvisols vérticos (Lv).-

Con un horizonte B argílico, muestran propiedades - - -
vérticas, pero carecen de un horizonte E álbico.

Luvissols férricos (Lf).-

Tienen un horizonte B argílico y muestran propiedades-
férricas, pero sin un horizonte E álbico.

Luvissols Máplico (Ln).-

LITOSOLS.

Derivación del nombre; de la palabra griega lithos = -
piedra; connotativa de suelos con roca dura a muy poca pro-
fundidad.

Características generales.- Suelos que están limitados
en profundidad por roca continua dura coherente dentro de -
los 10 cm de profundidad de la superficie. Se presentan --
principalmente en zonas montañosas pero pueden ocurrir en -
otras áreas como en superficies planas de roca dejadas des-
nudas por el hielo o en inselbergs.

Litosols éútrico (Le).-

PLANOSOLS

Suelos con horizonte álbico sobre un horizonte B argí-
lico, arcilla pesada o tepetate que ocasionan una condición
de drenaje deficiente. Algunos de los subgrupos son adecua-
dos para praticanura con buenos resultados, pueden desti-

narse a cultivos de raíces someras son suelos muy susceptibles a erosionarse.

Planosols Mólico (Wm).-

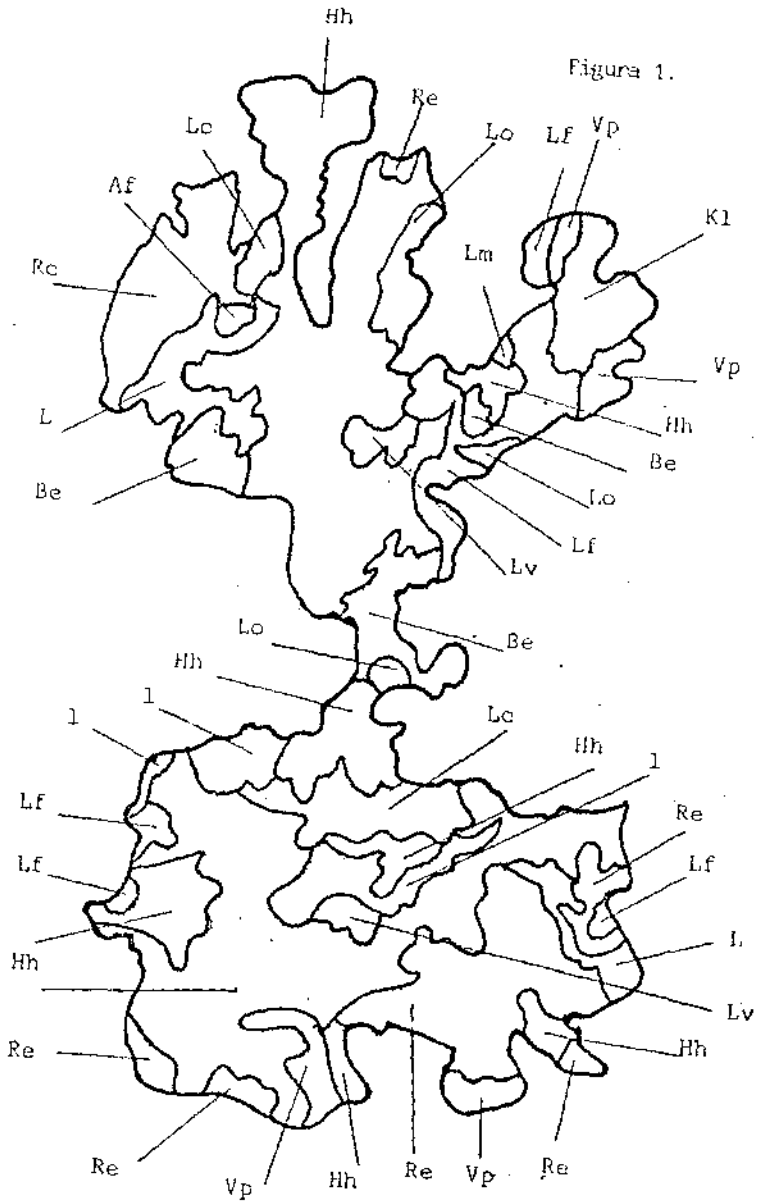
Con horizonte A mólico.

Planosols éutrico (We).-

Sin ninguna propiedad especial salvo las señaladas para el grupo.

Consultar figura 1.

Figura 1.



DISTRIBUCION GENERALIZADA DE LAS UNIDADES.

- Hh = Feozems Maplicos.
- Re = Regosols eutricos.
- Le = Luvisols eromicos
- Af = Acrisols Férrico.
- Vp = Vertisols pélicos.
- Lf = Luvisols férricos.
- Lf = Luvisols férricos.
- Be = Cambisols Lutrico.
- Lv = Luvisols vérticos.
- L = Litosols.
- Lo = Luvisols órtico.
- Kl = Castañozem Lúvicos.

ANTECEDENTES DE ESTUDIOS SOBRE EROSION
HIDRICA EN MEXICO.

Según Ortiz y Estrada (1982) los informes sobre inventarios y cartografía de erosión en México a nivel nacional son dos. El primero publicado en 1954 por el Departamento de Agricultura de EUA y FAO "Estudio de la erosión del suelo en la América Latina de cinco niveles de erosión. El segundo estudio fué realizado por la Dirección General de Conservación del suelo y Agua en el Año de 1972, titulado "Estimulación de las superficies erosionadas del suelo", se realizó en base al censo estatal, además utiliza cinco niveles de afectación.

Ortiz y Estrada (op cit), hicieron un mapa denominado - "Plano de erosión hídrica del suelo en México", fué elaborado en base a la metodología FAO de 1979. Se tiene a una escala de 1:2 000 000 y con cuatro niveles de pérdida de suelo. Se obtuvo que el Estado de Jalisco presenta en su superficie:

- 27.42 % erosión ligera.
- 26.33 % erosión moderada.
- 18.83 % erosión alta.
- 25.03 % erosión severa.

DATOS GEOGRAFICOS DE LA REGION
NORTE DE JALISCO.

La información sobre los datos generales de la región se verán apoyados por figuras para facilitar dicha información.

GEOLOGIA HISTORICA.

El área de estudio comprende en su mayor parte por la provincia de la Sierra Madre Occidental y una porción del Eje Neovolcánico.

a).- Provincia de la Sierra Madre Occidental:

Es un gran sistema montañoso que tiene sus orígenes en el Terciario inferior o medio, cuando se inició la extrusión en escala colosal de los Materiales volcánicos que lo integran y cuyos espesores oscilan entre 1,500 y 1,800 mts. Predominan rocas ácidas (altas con sílice) e intermedias (medias de Sílice.)

La sierra que se levanta hasta los 2,500 ó 3,000 m.s.-r.m. presenta hacia occidente, una imponente capa, en tanto que hacia el oriente va bajando gradualmente a las regiones llanas del centro. En esta franja oriental se tienen cadenas y valles de orientación NE - SO producto de los afallamientos que acompañan a los procesos del levantamiento del pleistoceno.

Sobre el dorso central de la Sierra los Materiales volcánicos se encuentran depositados en amplios mantos tendidos que dan conformación a las elevadas mesetas que son típicas de la provincia.

Una particular conjunción de actividad tectónica, procesos litológicos, distribución de fracturas y procesos erosivos hídricos propicia la excavación de profundísimos cañones cuyos ejemplos más espectaculares se dan sobre las laderas occidentales de la Sierra. Dentro de esta provincia existe la subprovincia de las mesetas y cañones del Sur.

Esta subprovincia se extiende desde el sur de Durango a través del estado de Nayarit y por casi toda la extremidad Norteña de Jalisco hasta el límite sur del extenso cañón que ha formado el río grande de Santiago quedando su frontera sur oriental en el estado al norte de la ciudad de Tequila abarca la totalidad de los municipios de Bolaños, Huejuquilla el alto, Mezquitic, Teocaltiche y Villa Guerrero y parte de los Municipios de Calotlán y Chimaltitán, Hostotipaquillo, Huejucar, San Martín de Bolaños y Tequila.

Esta subprovincia forma la "Espina Dorsal" de la Sierra Madre Occidental y sus partes más altas y abruptas se encuentran en el sistema de Subprovincias que ha sido llamado la Gran Masa Riolítica, en esta Subprovincia como en el resto de la "Gran Masa" se encuentra que practicamente todo el paisaje lo constituyen altas Mesetas, algunas de ellas enormes que se interrumpen abruptamente por profundos cañones.

b).- Eje Neovolcánico:

Esta provincia que se localiza en la parte central del estado y limita al norte con la Sierra Madre Occidental, al noreste con la Mesa del Centro y al Oeste y Sur con la Sierra Madre del Sur está constituida en su mayoría por entidades de origen volcánico.

Las rocas sedimentarias de origen marino y las rocas -
igneas intrusivas ácidas del cretácico, que afloran en esta
provincia fueron cubiertas por derrames volcánicos y produc
tos piroclásticos del terciario. De esta misma edad son algu
nos cuerpos de rocas igneas intrusivas básicas, así, como -
las rocas sedimentarias (areniscas y conglomerados) de ori_
gen continental que ahí se presentan.

Las rocas más resistentes son del cuaternario y están-
constituidas por areniscas, conglomerados y depósitos alu_
viales y algunos derrames de basalto.

T =



Edad: Cenozoico

Período: Terciario

Grupo de rocas Igneas Extrusivas

Igea, Igei, Igeb, T, Bu,

V = K



Edad: Mesozoica

Período: Cretacico

Grupo de rocas : Alternancia de clasticas y Qcas.

ca-lu, Cz- ar

Q =



Edad: Cenozoico

Período: Cuaternario

Grupo de rocas: Suelos: re, Al, La, pi, pa, li, eo

Cenozoico Cuaternario

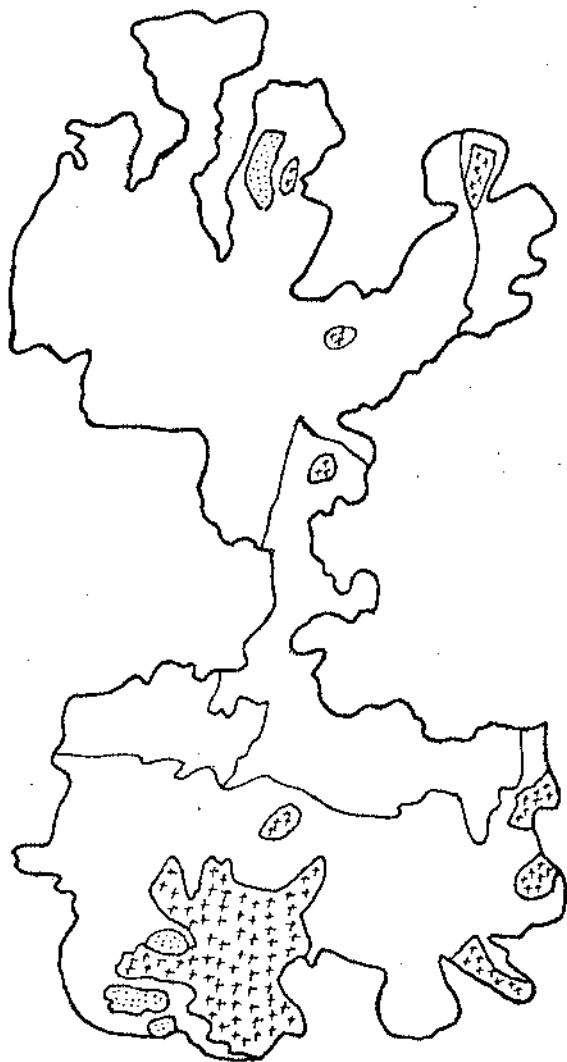
Suelos: Aluvial y
Residual, rocas sedimen
tarias.

Cenozoico Terciario

Conglomerado
Igneas Extrusivas
Riolita, basalto, toba y
brecha volcánica.

Consultar figura 2

Figura 2



DESCRIPCION DE LOS CLIMAS EN LA ZONA
DE ESTUDIO.

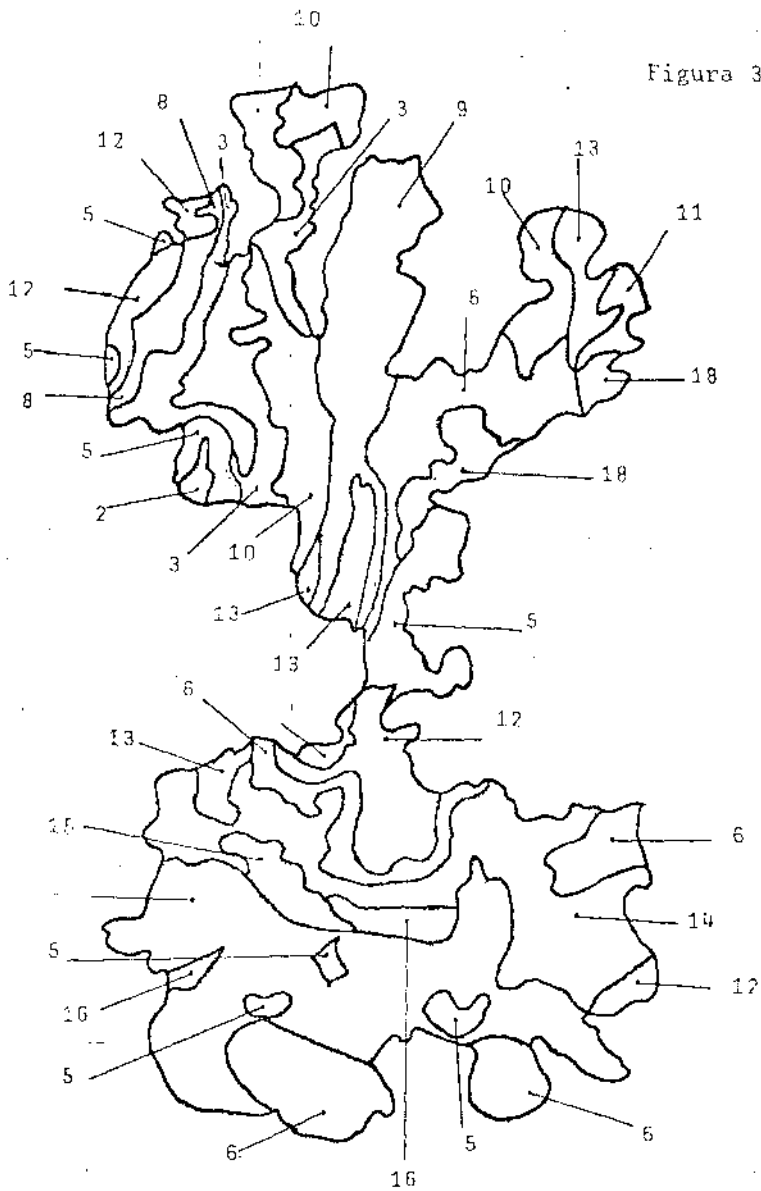
- 1.- (A)C(Wo)(W) Semicálido Subhúmedo con lluvias en verano y lluvias invernales, menores de 5% (40 mm)
- 2.- C(Wo) Templado Subhúmedo con lluvias en verano, - (mes más seco, menos de 40 mm). Invierno entre 5-10.2%.
- 3.- A(C)Wo Semicálido Subhúmedo con lluvias en verano - (mes más seco menor de 60 mm) lluvia invernal entre 5-10.2%.
- 4.- AWo Cálido subhúmedo con lluvias en verano (mes más seco menos de 60 mm) lluvia invernal entre 5-10.2%.
- 5.- C(Wl)(W) Templado subhúmedo con lluvias en verano - (climas templados con humedad media) Lluvia invernal menor 5%.
- 6.- (A)C(Wo)(W) Igual al 1.
- 7.- (A)C(Wl) Semicálidos subhúmedos con lluvias en verano (humedad media de los climas semicálidos subhúmedos) lluvia invernal entre 5-10.2% - precipitación del mes más seco menor de 40-mm.
- 8.- A(C)Wo(W) Semicálido subhúmedos con lluvias en verano (son los menos húmedos de los semicálidos - subhúmedos) mes más seco menor de 60 mm. -

- 9.- $BS_1(h')W$ Clima semiseco muy cálido con lluvias en verano y escasas a lo largo del año. Precipitación invernal entre 5-10.2%.
- 10.- $C(Wo)$ Templado subhúmedo con lluvias en verano (menos húmedo de los templados subhúmedos) mes más seco menor de 40 mm.) Precipitación invernal entre 5-10.2%.
- 11.- BS_1KW Semiseco templado con lluvias en verano, precipitación invernal entre 5-10.2%, con verano cálido.
- 12.- $(A)C(W_1)(W)$ Semicálido subhúmedo con lluvia en verano (humedad media de los tipos semicálidos subhúmedos) lluvia invernal menor de 5%.
- 13.- $BS_1(h')W(W)$ Muy cálido semiseco con lluvias en verano y escasas a lo largo del año, lluvias invernales de menos de 5%.
- 14.- $AWo(W)$ Cálido subhúmedo con lluvias en verano. Lluvia invernal menos de 5% precipitación del mes más seco, menor de 60 mm.
- 15.- $A(C)Wo(W)$ Semicálido. subhúmedos con lluvias en verano. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm. % de lluvia invernal menor de 5%.
- 16.- $AW_1(W)$ Cálido subhúmedo con lluvias en verano (humedad media) lluvia invernal menor de 5%)-mes más seco menor de 60 mm.

- 17.- $BS_1(h')hW$ Cálido semiseco con lluvias en verano, ---
precipitación invernal entre 5-10.2%.
- 18.- $C(Wo)W$ Templado subhúmedo con lluvias en verano,-
precipitación del mes más seco menor de 40
lluvia invernal menor del 5%.

Consultar figura 3.

Figura 3



INTERPRETACION DE LA SIMBOLOGIA:

SBC = Selva Baja Caducifolia

SBE = Selva Baja Espinosa

PN = Pastizal Natural

PI = Pastizal Inducido

BPE = Bosque Pino Encino

Ag. Tem. = Agricultura Temporal

Mat. Subt. = Matorral Subtropical

BE = Bosque Encino

Consultar figura #

Figura 4

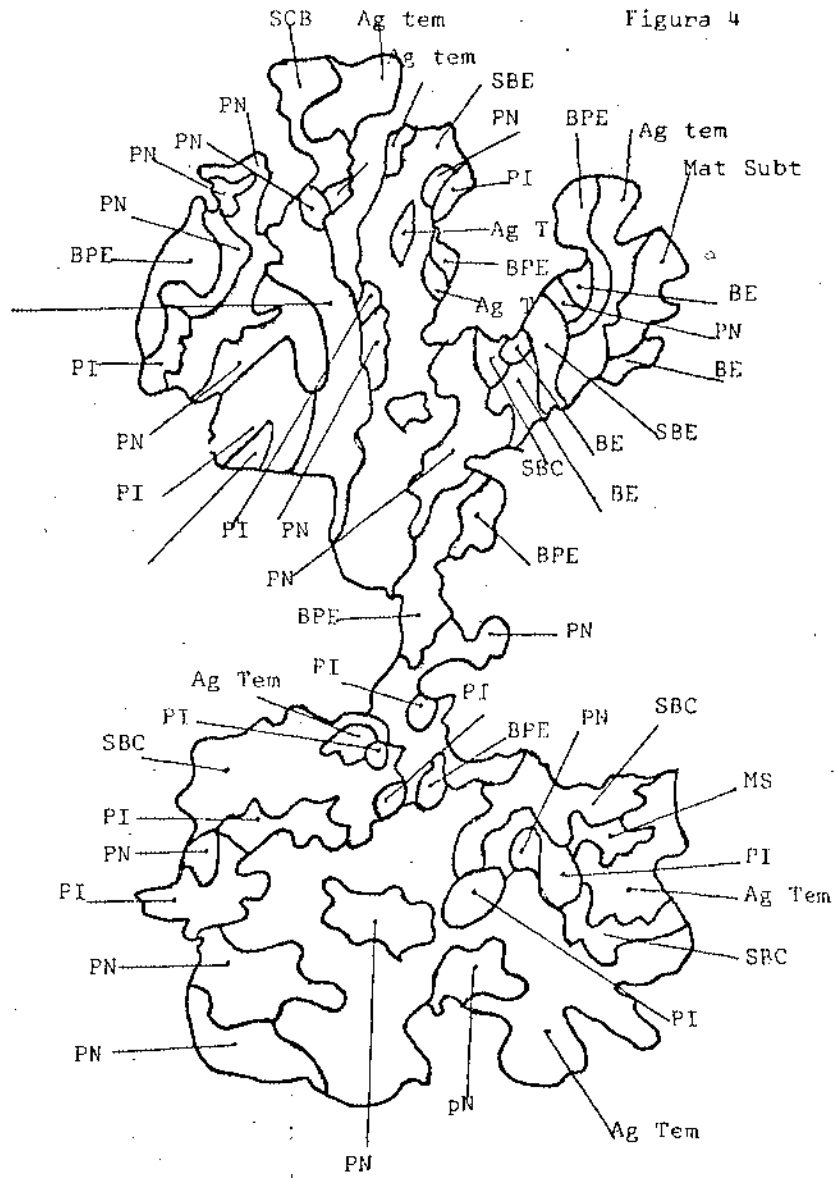
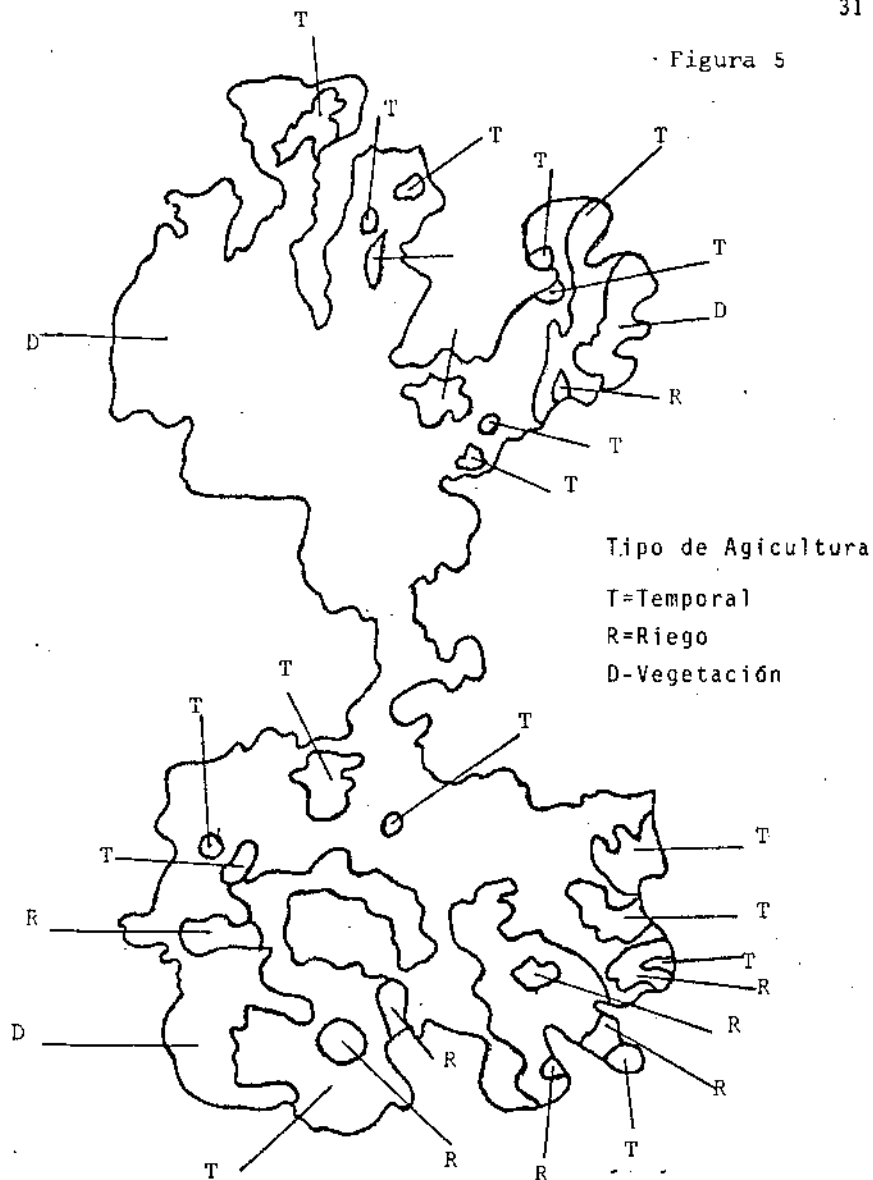


Figura 5



MATERIALES Y METODOS.

El material principal son las cartas editadas por --- CETENAL para la recopilación de datos.

Los resultados del estudio de la zona serán más reducidas que ésta, las cuales representarán distintas condiciones de erosión.

Se utilizará Metodología FAO/UNESCO consistente en:

$A = R K C T$ en donde:

A= Pérdida de suelo ton/ha/año.

R= Factor erosividad de la lluvia.

K= Factor erodabilidad del suelo.

C= Factor uso de la vegetación y terreno.

T= Factor topografía.

En este método cartográfico paramétrico, cada tipo diferente de suelo, uso y topografía se le asigna un valor de terminado para que posteriormente por multiplicación de cada valor, de cada factor se obtenga la cantidad aproximada de "A".

Cada factor, con sus respectivos tipos son representados en áreas diferentes, los cuales se manejan formando un mapa temático, cubriendo así la totalidad de la zona de interés. Posteriormente se sobreponen los mapas o cartas, primero un mapa encima de otro, así hasta juntar en uno sólo toda la información para luego hacer los cálculos antes mencionados.

Durante la sobreposición de los mapas se tiene el criterio de las áreas mínimas cartografiadas de 1 cm^2 , lo anterior se debe a que las divisiones de una subzona se subdividen más, pudiendo tener áreas de 1 mm^2 y que por cuestiones de manejo de la información no se tomen en cuenta en el mapa. Cabe aclarar que esta consideración es opcional y variable.

1.- Elaboración del Mapa del Factor "R".

El índice utilizado por la FAO para la formación de dicho mapa es una modificación del índice de Fournier, el cual queda como sigue:

$$R = F \left(\sum_{1}^{12} \frac{P^2}{P} \right) \quad \text{en donde:}$$

p = precipitación mensual

P = precipitación anual

(los valores de R se correlacionan con el índice de R de -
USLE)

Tabla 1. Rangos de Erosividad

		Rangos de Erosividad			
Clases de erosividad =		ligera	moderada	alta	muy alta
Valoraciones de R =		0 - 50	50-500	500-1000	mayor 1000

Con respecto a la zona en la representación de influencia de cada estación meteorológica se utilizó el método de los polígonos de Thiessen que está descrito por Rodríguez - (1974).

2.- Elaboración del mapa factor "K"

El factor de erodabilidad de un suelo está dado para Terrazas (1977) por:

a) Las propiedades físicas y químicas que se relacionan con la infiltración, permeabilidad y resistencia a las fuerzas de dispersión y transporte por la lluvia.

b) Tratamiento o manejo del suelo.

Por carecer en el momento presente de un mapa edafológico a la escala de 1 : 250,000 se procedió a su elaboración. Por lo cual se utilizaron 41 cartas de 1 : 50,000 editadas por D G G T N, el procedimiento consistía en una reducción de cada carta para después plasmarla en un sólo mapa a la escala conveniente. Posteriormente a cada tipo de suelo se le asigna su valor de erodabilidad y textura FAO - (op. cit).

Tabla 2.- Tipos de suelo y su asignación a una clase de erodabilidad

Clases de erodabilidad	I	II	III
Tipo de suelo clasificado hasta el nivel de subunidad. #	I, Hh, Hl, Bf, Lf, Tm, E, Jc,	Wm, Wh, Je, Bc, Bc, Kh, Kk, Re,	Xh, Hl, We, Lv, Vp, Vc,

Clasificación FAO-UNESCO.

TABLA 3. Rangos de Erodabilidad.

Clase de Erodabilidad	I	II	III
Valoración	0.5	1.0	2.0

TABLA 4. Valores por textura del suelo

Clase de tectura	gruesa 1	media 1	finas 3
Valoración	0	0.3	0.1

3.- Elaboración del mapa del factor "C".

La vegetación interviene en la erosión hídrica principalmente porque protege la superficie del suelo del golpe de las gotas de lluvia al caer, por lo que el tipo de vegetación y el porcentaje de cobertura vegetal sobre el suelo es importante FAO (op. cit.) da valores de coeficientes de erosión para los diferentes intervalos de cobertura y tipos de vegetación.

Tabla 5. Valores por tipo de vegetación.

Valoración	Tipo de vegetación.
0.2	Pradera, prados y pastizal #
0.2	Bosque sin sotobosque apreciable #
0.4	Matorral y serva decidua #
0.8	Agricultura
0.1	Sin vegetación

Se considera una cobertura vegetal entre 20 y 40%.

En este caso también se tuvo la necesidad de elaborar un mapa de vegetación a la escala 1: 250,000 ya que no existía. Se utilizaron 41 cartas uso actual de 1: 50,000 editadas por D E G T N, el procedimiento consistía en una reducción de cada carta para después plasmarla en un sólo mapa a la escala deseada.

4.- Elaboración del mapa del factor "T".

El problema de la pendiente como factor de erosión hídrica es fácil de entender, el agua por acción de la gravedad tiende a ocupar lugares de menor altura que otros, ahora bien, el agua para lograrlo tiene dos caminos, el primero es en sentido vertical que es a través del suelo, y el segundo es en forma horizontal por la superficie de la tierra, en ambos casos lo realiza a una cierta velocidad, así cuando la velocidad de escurrimiento es mayor que la velocidad de infiltración, el agua desprende y arrastra partículas de suelo, ocasionando erosión. La pendiente influye directamente proporcional a la velocidad de escurrimiento.

Para la elaboración del mapa de pendientes se utilizan cartas topográficas 1: 250,000 de zona de trabajo. Después de tener marcadas las áreas con una inclinación del terreno promedio o dominante se le asigna las valoraciones propuestas por la FAO.

Tabla 6. Rangos de Pendiente.

Declive dominante %	0 - 8	8 - 30	mayor 30
Valoraciones	0.35	3.5	11

5.- Elaboración del mapa final.

Una vez que se generaron los mapas de cada uno de los factores se superpusieron uno por uno, para obtener de esta forma el mapa de erosión hídrica de la región norte, del Estado de Jalisco.

La clasificación de la erosión hídrica es:

Tabla 7 Rangos de pérdida de suelo.

Clases de erosión	ton/ha/año	mm/año
Ligera	menor de 10	menor de 0.6
Moderada	10 - 50	0.6 - 3.3
Alta	50 - 200	3.3 - 13.3
Muy alta	Mayor de 200	Mayor de 13.3

ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

La segunda etapa consiste en realizar un análisis de regresión y análisis de varianza de la pérdida de suelo con respecto a cada uno de los factores de la erosión hídrica antes mencionados.

El análisis de regresión permitirá conocer el grado de la relación de una variable con respecto a otra variable (coeficiente de correlación), y el modo o naturaleza de dicha relación (modelo de regresión).

Se prueban los siguientes modelos de regresión y se acepta aquel que presente mayor coeficiente de correlación:

Regresión lineal	$y = Ax + B$
R Geométrica	$y = Ax^B$
R Logarítmica	$y = A (\log x) + B$
R Cúbica	$y = A x^{3+B}$
R exponencial	$y = A (10^{Bx})$
R Cuadrática	$y = A x^{2+B}$
R Cuarta exponencial	$y = A x^{4+B}$
R Recíproca	$y = A (1/x) + B$
R Radical	$y = A (\sqrt{x}) + B$

En donde:

A= Coef. regresión

B= Intercepto

y= pérdida de suelo ton/ha/año

x= factores por separado (R, K, C, T)

Con el análisis de varianza se pretende saber si la variabilidad de las pérdidas de suelo es significativamente - debida por los diferentes niveles de los factores (R,K,C,T) o se debe por un efecto aleatorio.

Si se acepta que los diferentes niveles de los factores son causantes de una variabilidad de los valores de pérdida de suelo, saber cuánto a cada factor le corresponde tal variación.

Se utiliza en esta ocasión el análisis de varianza del diseño completamente aleatorio, en donde en este trabajo se le asignaron solamente dos tratamientos (dos niveles), de cada tratamiento.

Se definieron sólo dos niveles porque si así hay variación, a tres o más niveles la habrá también, y si fué el caso contrario, hay que hacer otros niveles o rangos en otro análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIONES.

Para la elaboración del mapa final se tomaron en cuenta 42 estaciones meteorológicas, que tuvieran más de 10 - - años de registro, las cuales se encontraban dentro y alrededor de la zona de estudio de las cuales se tuvo la información de los valores de R.

La región cuenta con una erosión de tipo moderado en su mayoría y hacia el sur se nota más el avance de la erosión, lo cual concuerda con los cambios de tipo Topográfico y edafológico que son los factores que más afectaron.

La elaboración del Mapa Final es a escala de 1: 250 000 y la presentación de éste en la publicación de tesis es de 1: 500 000.

En base al trabajo anterior realizado se calcularon áreas y porcentajes de erosión para cada municipio, absteniéndose así el apéndice A.

Al final se cuenta con una Tabla de análisis de varianza para cada uno de los factores, tomándose de los valores de cada zona aparecidos en el mapa final. Después el mapa con las zonas de los resultados.

Los resultados del análisis de regresión de la pérdida del suelo con cada uno de los cuatro factores utilizados se presentan en la siguiente tabla:

ANALISIS DE REGRESION.

FACTOR	MODELO DE REGRESION	COEF. CORRELACION	ERROR ESTAN- DAR DE LA ESTIMACION.
T	Geométrica	0.87	0.4036
C	Lineal	0.36	452.282
K	Geométrica	0.53	0.6849
R	Recíproca	0.08	474.466

El error estandar de la estimación es un valor medio de las desviaciones de los valores observados con respecto a una línea de predicción arbitraria (Modelo de Regresión)

El coeficiente de correlación indica en que grado los valores se ajustan a una regresión dada. Con los datos existentes en la tabla anterior se puede mencionar que los valores de pérdida de suelo con T y K tiene un comportamiento-- Geométrico, C comportamiento Lineal y R comportamiento recíproco. T tiene mejor ajuste que los demás.

Las desviaciones de las pérdidas de suelo con respecto a los valores predichos es muy alta en R y en C y muy baja en T y K lo cual significa que hay mayor variación no explicada en C, y R que en los otros dos factores.

Los resultados del análisis de varianza se transcriben cuando el análisis antes mencionado nos presenta un estimador de la varianza entre grupos mayor que el estimador de la varianza dentro de grupos sugiere que los tratamientos. (en este caso dos niveles para cada factor), son la causa de las grandes diferencias entre medias de grupos. La significancia de la diferencia en las estimaciones de varianza se obtienen por referencia a los valores de F en Tablas.

Los factores R y C no tienen influencia valedera en la variación de los valores de pérdida de suelo, pero T y K si tienen significancia.

El coeficiente de determinación (valor de r^2), es proporción con que cada factor explica el fenómeno de la pérdida de suelo. Si sumamos Rr^2 , Kr^2 , Cr^2 , Tr^2 , se conoce casi la mitad de la explicación de la erosión hídrica.

CONCLUSIONES.

En base a la observación de los resultados obtenidos - en el presente trabajo de evaluación de erosión hídrica por el método cartográfico se puede inferir lo siguiente:

- 1.- Se obtuvo un Mapa que muestra por zonas el grado de erosión hídrica en la zona del Norte de Jalisco.
- 2.- La región de estudio presenta más de la mitad de la superficie el grado de erosión moderada, después sigue la ligera y la alta.
- 3.- El factor pendiente (T) es el que presenta más alta correlación con la pérdida de suelo que los otros factores.
- 4.- El factor lluvia (R) presentó una correlación muy baja con respecto a los otros tres factores por lo que se considera un valor homogéneo de erosividad.
- 5.- En grado descendente, los factores que se deben considerar para la erosión hídrica en esta Zona son: Factor topográfico, Factor edafológico, Factor vegetación y Factor Lluvia.
- 6.- En la tabla de análisis de varianza, los factores topografía, edafología tienen significancia y los factores de lluvia y vegetación no son significativos.

LITERATURA CITADA.

Colegio de Postgraduados 1977.

Manual de Conservación del Suelo y del Agua.

Chapingo, México. pp 3 - 14

Coordinación General de los Servicios Nacionales
de Estadística, Geografía e Informática. (CGSNEGI) 1981.
Síntesis geográfica de Jalisco.

Mapas temáticos anexos, escala 1:1 000 000. SPP, México
pp 15 - 32 + 276 - 306.

Departamento de Cálculo Hidrométrico y Climatológico.
1982. Estaciones climatológicas. S.A.R.H., D.F. México.
Díaz, S. 1946. Geografía física del Estado de Jalisco.
Publ. Espec. de la Univ. de Guad. México pp 53 - 76.

Dirección General de Geografía del Territorio Nacional.
(DGGTN) 1977. Cartas topográficas, es la 1:250 000, a
color, con recuadros, de 87 x 63 cm. FB-6, F 13 - 9, -
F 13 - 23.

v.f. Cartas edafológicas y uso actual (vegetación), es
cala 1:50 000, a color, con recuadros, de 87 x 63 cm. -
F 13- B - 63, 64, 65, 73, 74, 75, 76, 77, 82, 83, 84, -
85, 86, 87.

F 13- D- 12,13,14,15,16,17,22,23,24,25,33,34,35,42,43, -
44,45,46,47,52,53,54,55,56,57,62,63,64,65,66, -
67,72,73,74,75,76,77.

S.P.P. México.

1981. Guías para la interpretación de cartografía (Edafológica). SPP, México. pp 17 - 41
- Estrada B.J. y Ortiz S., C. 1982. Plano de erosión hídrica del suelo en México. Rev. Geo. Agr. No. 3 Chapingo, México. pp 23-27.
- FAO-1979. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma 86 pp.
- FitzPatrick, E.A. 1984. Suelos, Ed. C E C S A, D.F. México- 229 - 339.
- García, E. 1979. Sistema de clasificación climática de - - Koeppen modificado por la autora. Ed. Inst. - - Geogr, y Estad. Univ. Nat. Auton. de México. D.F. México. pp 123-131.
- Instituto de Geografía y Estadística.
s.f. Mapas de las regiones programas de Guadalajara, La Barca, Lagos de Moreno y Tepatitlán. Univ. de Guadalajara, México.
1983. Cuadro de superficies municipales del Estado de Jalisco. Univ. de Guad., México.
- Mahoney, Ch. L. 1981 Manual for natural resources measurement. College of Forestry and Natural Resources. Colorado State University. USA. pp 40 - 158.
- Odum, E.P. 1981. Ecología. Ed. Interamericana. D.F. México, - pp 141-145.

- Reon A., R 1975. El levantamiento fisiográfico y la conservación del suelo. Tesis Maestro en Ciencias. C.P.- Chapingo, México. pp 1-68.
- Rodríguez T., F. 1974. Elementos de escurrimiento superficial. Memorándum Técnico No. 330 SRH México. pp 55-57.
- Rzedowski, J. 1981. Vegetación de México. Ed. Limusa. D. F. México, p. 29.
- Terrazas G., J. 1977. Manejo de suelos para reducir erosión y aumentar productividad en los suelos agrícolas de laderas de la cuenca del río Texcoco. Tesis Maestro en Ciencias C.P. Chapingo, México. pp 1 - 116.
- Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. (UAAAN). 1977. Fundamentos de cluster analysis aplicado a taxonomía numérica y análisis de la vegetación. Monografía Tec.-Cient. Vol. 3. Saltillo, México. 9: 753-778.

APENDICE 1. AREAS Y PORCENTAJES DE EROSION POR MUNICIPIO.

Municipio	Erosión ligera		Erosión moderada		Erosión alta		Erosión muy alta		Area total del Municipio.
	Has.	%	has	%	has	%	has	%	
Huejuquilla.	81.250	63.41	46.8750	36.58	0	0	0	0	128.12
Mezquitic	1128.75	32.76	2275.625	66.05	40.6250	1.17	0	0	3445.00
Huejucar	270.625	76.09	85.0000	23.90	0	0	0	0	355.62
Sta.Ma. de los Angeles.	255.000	85.35	43.7500	14.64	0	0	0	0	298.75
Colotlán	500.000	72.52	171.8750	24.93	17.5000	2.53	0	0	689.375
Totatiche	470.000	71.01	191.8750	28.98	0	0	0	0	661.87
Villa Guerrero	129.375	34.21	248.7500	65.78	0	0	0	0	378.125
Bolaños	475.000	34.60	843.1250	61.42	54.3750	3.96	0	0	1372.50
Chimaltitán	25.0000	2.01	1215.000	47.98	0	0	0	0	1240.00
Sn.Martín de Bolaños.	132.500	8.74	1350.000	89.10	32.5000	2.14	0	0	1515.00
Tequila	084.3750	39.24	1647.500	59.62	31.2500	1.13	0	0	2763.12
Hostotipaquillo	310.0000	43.39	386.8750	54.15	17.5000	2.44	0	0	714.37
Magdalena	300.6250	70.32	39.3750	9.21	87.5000	20.46	0	0	427.5

APENDICE A. CONTINUACION

Municipio	Erosión ligera		Erosión moderada		Erosión alta		Erosión muy alta		Area total del Municipio.
	Has.	%	has	%	has	%	has	%	
San Cristóbal de la Barranca.	319.3750	37.26	369.375	62.73	0	0	0	0	588.75
Ixtlahuacan del Río	381.8750	46.32	380.000	46.09	62.5000	7.58	0	0	824.375
San Marcos	263.125	95.03	13.7500	4.96	0	0	0	0	276.87
Etzatlán	15.0000	4.00	360.000	96.00	0	0	0	0	375.00
Antonio Escobedo	6.2500	2.71	224.3750	97.28	0	0	0	0	230.62
Ahualulco de Mercado	176.250	73.43	61.2500	25.52	2.5000	1.04	0	0	240.00
Teuchitlán	129.375	93.66	8.7500	6.33	0	0	0	0	138.12
Ameca	483.750	49.48	447.50	45.78	10.625	1.08	35.6250	3.64	977.50
San Martín Hidalgo	241.875	74.13	33.1250	10.15	51.250	15.70	0	0	326.25
Anatitlán	178.750	66.82	88.7500	33.17	0	0	0	0	267.5
Tala	70.0000	13.52	447.500	86.47	0	0	0	0	517.5
Arenal	21.2500	19.20	89.3750	80.79	0	0	0	0	110.62
Zapotlán	238.750	22.18	784.375	72.88	53.125	4.93	0	0	1076.25

APENDICE A. CONTINUACION.

Municipio	Erosión ligera		Erosión moderada		Erosión alta		Erosión muy alta		Area total del Municipio
	Has.	%	has	%	has	%	has	%	
Guadalajara	112.500	79.64	25.0000	17.69	3.7500	2.65	0	0	141.25
Tonalá	115.625	72.26	8.7500	5.46	35.625	22.26	0	0	160.00
Tlaquepaque	53.1250	39.90	80.000	60.09	0	0	0	0	133.12
Tlajomulco	56.8750	11.74	407.50	84.12	20.000	4.12	0	0	484.37

TABLA C. Análisis de varianza de los diferentes factores de la erosión hídrica.

FACTOR VEGETACION C FC= 3697666.13

<u>FV</u>	<u>GL</u>	<u>SC</u>	<u>CM</u>	<u>FOBS</u>	<u>FT</u>	
Tratamiento	1	783450.335	783450.335	3.99	95%	99%
Error	44	8639001.743	196340.948		4.06	7.24
Total	45	9422452.078				NS

TOPOGRAFIA T FC=3697666.13

<u>FV</u>	<u>GL</u>	<u>SC</u>	<u>CM</u>	<u>FOBS</u>	<u>FT</u>	
Tratamiento	1	2425893.42	2425893.42	15.25	95%	99%
Error	44	6996558.658	159012.696		4.06	7.24
Total	45	9422452.078				++

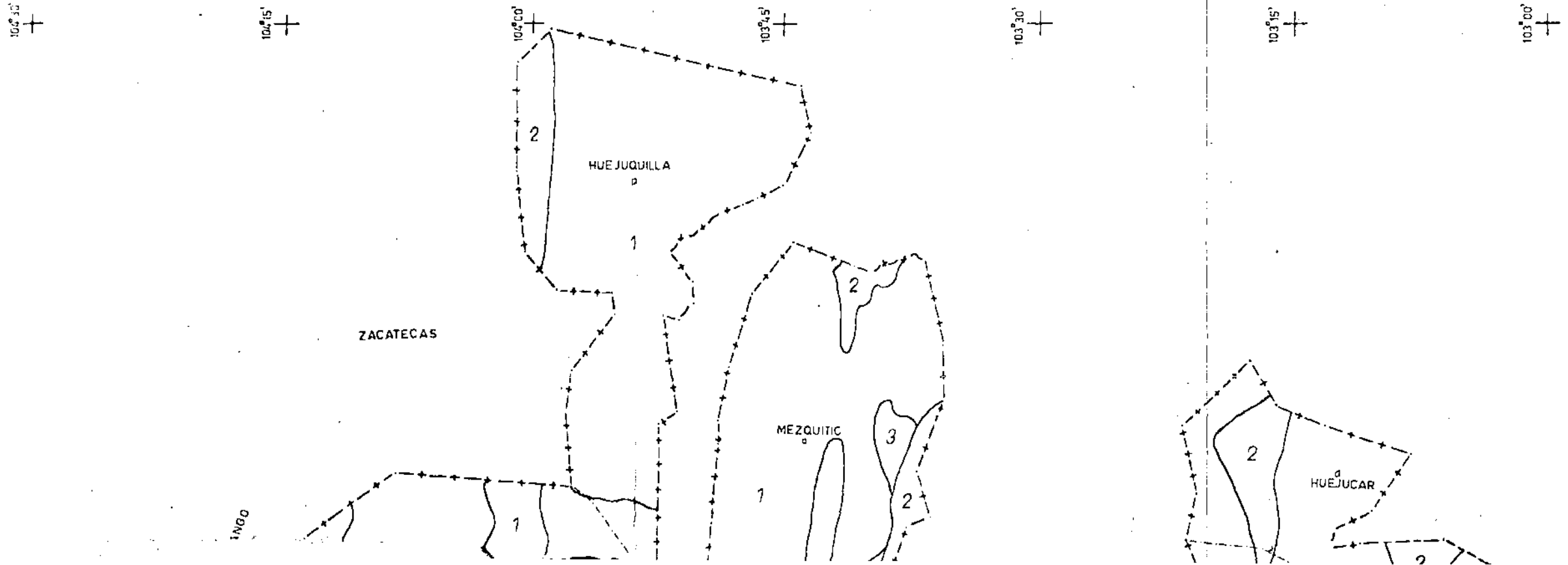
LLUVIA R FC=3697666.13

<u>FV</u>	<u>GL</u>	<u>SC</u>	<u>CM</u>	<u>FOBS</u>	<u>FT</u>	
Tratamiento	1	308029.549	308029.549	1.48	95%	99%
Error	44	9114422.529	207145.966		4.06	7.24
Total	45	9422452.078				NS

TABLA C CONTINUACION.

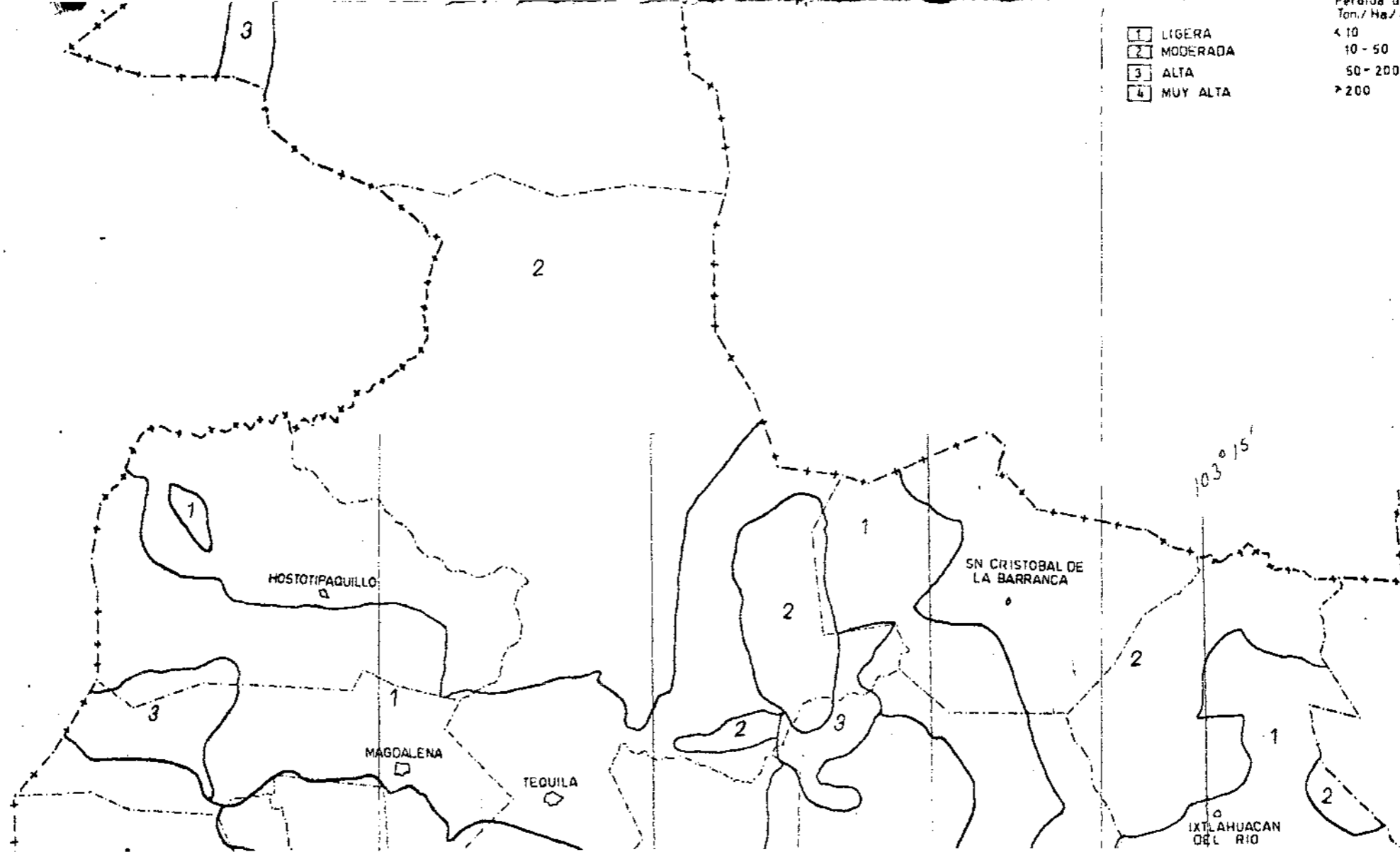
EDAFOLOGIA K		FC=3697666.13				
FV	<u>GL</u>	<u>SC</u>	<u>CM</u>	<u>FOBS</u>	<u>FT</u>	
Tratamiento	1	2052929.181	2052929.181	12.25	95%	99%
					4.06	7.24
Error	44	7369522.897	167489.156			
Total	45	9422452.078				++

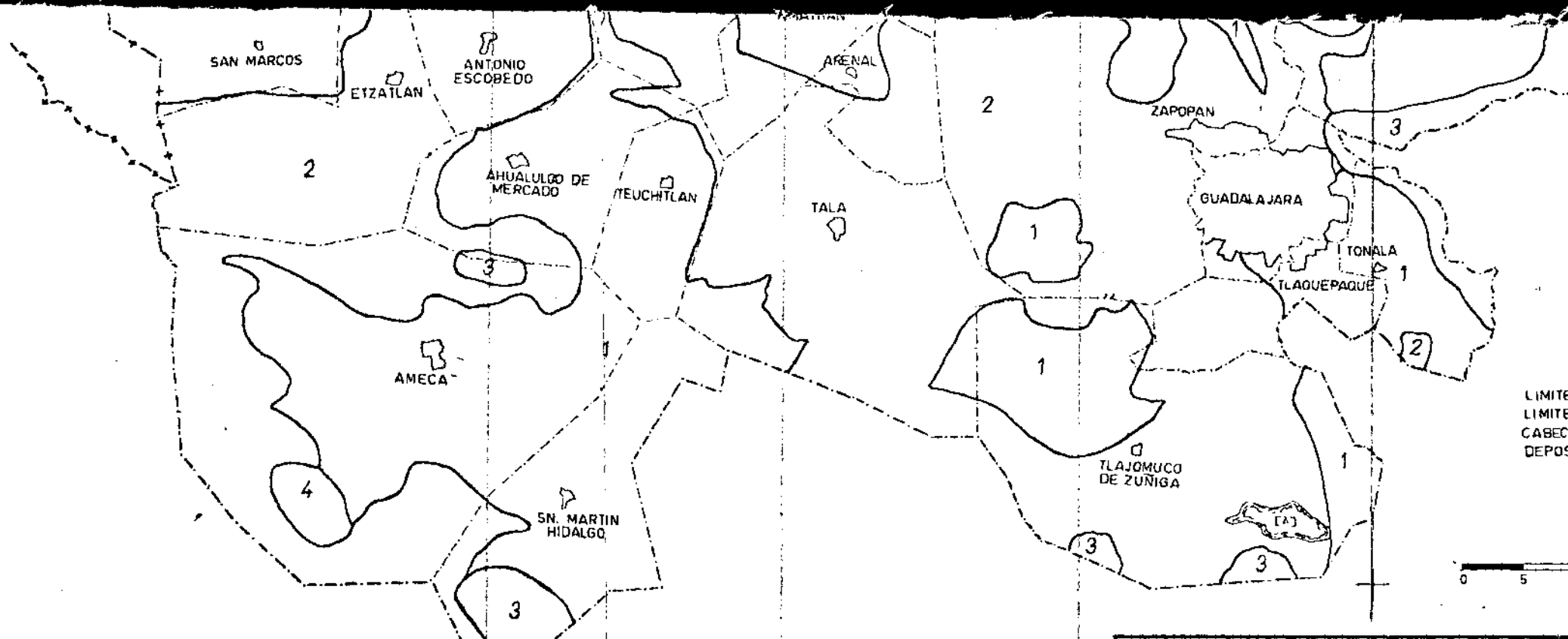
MAPA DE EROSION HIDRICA DE LA REGION NORTE DEL ESTADO DE JALISCO





CLASES DE EROSION HIDRICA





SIMBOLOGIA
 LIMITE ESTATAL - + - + -
 LIMITE MUNICIPAL - - - - -
 CABECERA MUNICIPAL ▲
 DEPOSITO DE AGUA [A]

0 5 10 15 Km.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA	
Facultad de Agricultura	
Mapa Elaborado en Base a la Metodología FAO (1979)	
Fecha: Agosto 1985	Elaboro: Jorge Luis Bernal González