

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura



## ESTUDIO DE TIERRAS PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE CONSERVACION DE SUELO Y AGUA EN EL MUNICIPIO DE JOCOTEPEC, JAL.

T E S I S :

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P r e s e n t a :

JOSE GARCIA CUEVAS

*Guadalajara, Jal.*

*Abril de 1988*



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
Facultad de Agricultura

Expediente .....  
Número .....

Marzo 9 de 1988

**C. PROFESORES:**

~~ING. RICARDO BARRERA MELENDREZ, DIRECTOR  
ING. HUMBERTO MARTINEZ VERREJON, ASESOR  
ING. ELENO FELIX FREGOSO, ASESOR~~

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

° ESTUDIO DE TIERRAS PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE CONSERVACION DE SUELO Y AGUA EN EL MUNICIPIO DE JOCOTEPEC, JAL. °

presentado por el (los) PASANTE (ES) JOSE GARCIA CUEVAS

han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección - su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
"ARO ENRIQUE DIAZ DE LEON"  
"PIENSA Y TRABAJA"  
EL SECRETARIO

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL

srd'

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Marzo 9 de 1988

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



Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)

JOSE GARCIA CUEVAS

titulada:

" ESTUDIO DE TIERRAS PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE CONSERVACION DE  
SUELOS Y AGUA EN EL MUNICIPIO DE JOCOTEPEC, JAL. "

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. RICARDO HERNANDEZ MELENDEZ

ASESOR

ASESOR

ING. HUMBERTO MARTINEZ HERREJON

ING. ELENO FELIX REGOSO

srd'

LAS AGUJAS, MUNICIPIO DE ZAPOPAN, JAL.

APARTADO POSTAL N.º. 1

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

## DEDICATORIAS

### A MIS PADRES:

*José García Mata (RIP), en su memoria*  
*Paulina Cuevas Rojas, por su gran amor y comprensión*

### A MI ESPOSA Y A MI HIJA:

*Auda*  
*Auda Verónica*

### A MIS HERMANOS:

*María de Jesús*  
*Eugenio y esposa*

### A MIS SOBRINOS:

*Martha Patricia*  
*Alejandro Eugenio*  
*Marco Polo*  
*Adriana Yadira*

### A LA SRTA. GABRIELA AIKO YANOME ZARAGOZA

### A LA MEMORIA DEL SR. ERNESTO MITZUO YANOME REA

### A TODOS MIS FAMILIARES, AMIGOS Y COMPAÑEROS DE TRABAJO:

*Que siempre me han apoyado*

### A MI DIRECTOR DE TESIS:

*Ricardo Ramírez Meléndrez*



**ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA**

**A MIS ASESORES:**

*Humberto Martínez Herrejón  
Eleno Félix Fregoso*

**A MI UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

**A MI FACULTAD DE AGRICULTURA**

**A MIS MAESTROS Y COMPAÑEROS DE GENERACION**

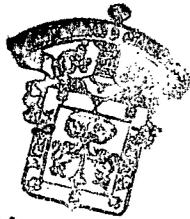
**A LOS CC. LIC. JESUS RODRIGUEZ CASTAÑO Y C.P. JORGE YÑIGO HERNANDEZ**

**A LAS SRTAS. MARTHA ARAMBULA Y ROSA CRUZ PEREZ NUÑO**

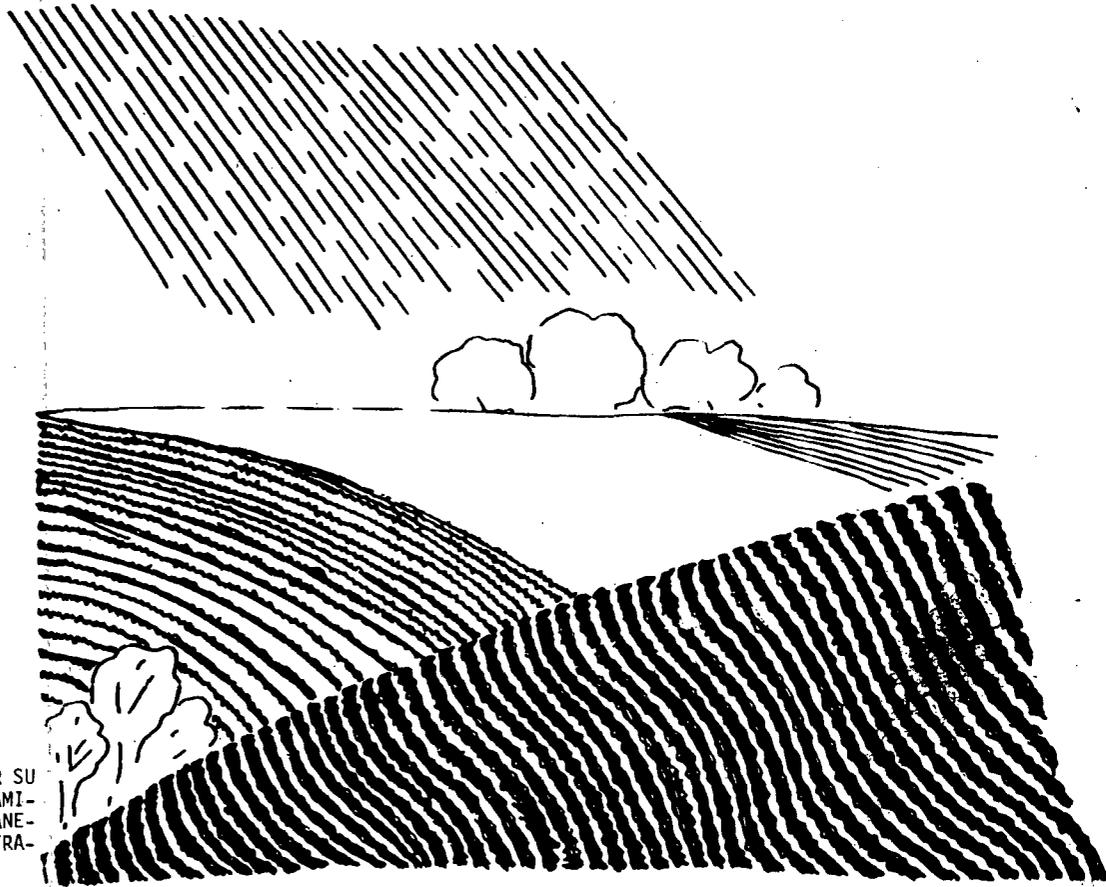
*Quienes con su ayuda se hizo posible la realización de este trabajo*

**AL MC. ALEJANDRO TRUEBA CARRANZA Y AL ING. RAUL CARDOZO MARIN:**

*Por su valiosa ayuda documental y orientación para realizar  
el presente trabajo.*



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA



CONSERVAR EL SUELO A LA VEZ DE AUMENTAR SU PRODUCTIVIDAD CON EL ADECUADO APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA A TRAVÉS DEL MANEJO DE SU CONDUCCION PARA EVITAR LOS ESTRAGOS DE LA EROSION.

## C O N T E N I D O

|  | Pág. |
|--|------|
| I INTRODUCCION.....  | 1    |
| II OBJETIVOS.....  | 3    |
| III ANTECEDENTES.....  | 4    |
| III.1.- Importancia de la Conservación del suelo y agua.....                         | 4    |
| III.2.- Definición de erosión.....   | 6    |
| III.2.1.- Forma de erosión hídrica.....  | 10   |
| III.2.1.1.- Forma laminar.....   | 10   |
| III.2.1.1.2.- Forma de canales.....  | 11   |
| III.2.1.1.3.- Forma de cárcavas.....   | 11   |
| III.2.1.1.4.- Forma de pedestales.....   | 11   |
| III.2.1.1.5.- Forma remontante o caída.....  | 11   |
| III.3.- Definición de conservación de suelos.....                                    | 12   |
| III.4.- Antecedentes sobre investigación en conservación de --<br>suelos.....        | 15   |
| III.5.- Manejo de residuos de cosecha en la conservación del --<br>suelo y agua..... | 23   |
| IV MATERIALES Y METODOS.....   | 25   |
| V DESARROLLO.....  | 27   |
| V.1.- Localización del área.....   | 27   |
| V.1.1.- Ubicación geográfica.....  | 27   |
| V.1.2.- Superficie estudiada y límites.....  | 27   |
| V.1.3.- Vías de acceso.....  | 27   |
| V.2.- Promoción social.....  | 29   |
| V.2.1.- Toma de contacto con las comunidades.....                                    | 29   |
| V.3.- Búsqueda de alternativas.....  | 30   |
| V.4.- Programación de las acciones.....  | 30   |
| V.5.- Aspectos socioeconómicos.....  | 31   |
| V.5.1.- Demografía.....  | 31   |
| V.5.1.1.- Población económicamente activa.....                                       | 32   |
| V.5.1.2.- Movimientos migratorios.....   | 32   |
| V.5.1.3.- Número de familias en el municipio.....                                    | 32   |
| V.5.2.- Niveles de vida y bienestar.....   | 32   |
| V.5.2.1.- Alimentación.....  | 32   |
| V.5.2.2.- Vivienda.....  | 33   |
| V.5.3.- Infraestructura básica.....  | 33   |
| V.5.3.1.- Educación.....   | 33   |
| V.5.3.2.- Salubridad.....  | 34   |
| V.5.4.- Sectores económicos.....   | 34   |
| V.5.4.1.- Agricultura.....   | 34   |
| V.5.4.2.- Ganadería.....   | 37   |
| V.5.4.3.- Sector industrial.....   | 37   |
| V.5.4.4.- Sector comercio y servicios.....   | 37   |
| V.6.- Climatología.....  | 38   |
| V.6.1.- Clasificación.....   | 38   |



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

|   | Pág |
|---|-----|
| V.6.1.1.- Precipitación.....  | 40  |
| V.6.1.2.- Temperatura.....  | 42  |
| V.6.1.3.- Heladas.....  | 42  |
| V.6.1.4.- Vientos.....  | 43  |
| V.6.1.5.- Evaporación.....  | 43  |
| V.7.- Fisiografía.....  | 44  |
| V.7.1.- Geología superficial.....   | 44  |
| V.7.2.- Geomorfología.....  | 44  |
| V.7.3.- Topografía.....   | 45  |
| V.7.4.- Hidrografía.....  | 46  |
| V.7.5.- Vegetación.....   | 47  |
| V.8.- Suelos.....   | 48  |
| V.8.1.- Descripción general.....  | 48  |
| V.8.1.1.- Características de las unidades de suelos.....  | 49  |
| V.8.2.- Uso actual del suelo en el municipio de Jocotepec....   | 50  |
| V.8.3.- Uso potencial del suelo en el municipio de Jocotepec.   | 51  |
| V.9.- Estudio de riesgo y potencial de erosión de la cuenca -<br>del Arroyo Grande en el valle de Huejotitán, Zapotitán,<br>El Molino del municipio de Jocotepec y San Marcos Evan-<br>gelista del Mpio. de Zacoalco..... | 54  |
| V.10.- Interpretación de los valores de pérdidas de suelo y -<br>comprobación de campo del estudio de riesgo y poten-<br>cial de erosión.....   | 66  |
| V.11.- Diseño de obras de conservación del suelo y agua pro-<br>puestas.....  | 68  |
| VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....  | 103 |
| BIBLIOGRAFIA.....   | 105 |
| REVISION CARTOGRAFICA.....  | 108 |
| ANEXOS.....   |     |
| Planos del municipio de Jocotepec de uso actual, uso poten-<br>cial, topográfico, de tenencia de la tierra, edafológico y de<br>diseño de obras.....  |     |

INDICE DE CUADROS

|  | Pág. |
|--|------|
| 1 Efecto de la variación de las pérdidas de suelo y su efecto en la productividad.....   | 8    |
| 2 Las pérdidas de suelo y su relación con las pérdidas de nutrimentos.....   | 8    |
| 3 Análisis de las pérdidas de suelo y su relación con las pérdidas de materia orgánica.....                                    | 9    |
| 4 Pérdidas de suelo permisibles.....   | 9    |
| 5 Valores del factor C para diferentes coberturas vegetales.....   | 18   |
| 6 Valores numéricos del factor de prácticas mecánicas ( P ) de la E U P S.....   | 19   |
| 7 Criterios para la planeación de obras de conservación del suelo y agua sitio-cuenca del Rfo Texcocolote sitio Nativitas 1981 | 22   |
| 8 Distribución de la población municipal para edad y sexo Jocotepec, Jal.....  | 31   |
| 9 Uso actual del suelo Mpio. Jocotepec, Jal.....   | 35   |
| 10 Productos agrícolas, superficie y rendimientos en el municipio de Jocotepec 1986.....                                       | 36   |
| 11 Número y superficie de las unidades de producción por clase de energía empleada en Jocotepec 1986.                          | 36   |
| 12 Resumen de clima según C.W. Thornthwaite en el municipio de Jocotepec.....  | 40   |
| 13 Evaporación media mensual.....  | 44   |
| 14 Clasificación de suelos por su capacidad de uso..   | 52   |
| 15 Unidades de suelos por FAO.....   | 58   |
| 16 Clases de rangos de pendientes y el valor medio de clases, considerando para fines de cálculo....                           | 59   |
| 17 Clases de riesgo y potencial de erosión.....  | 61   |
| 18 Clases de usos de suelo en la zona de estudio del Arroyo Grande.....  | 62   |

|   | Pág. |
|---|------|
| 19 Cálculo de riesgo y potencial de erosión promedio por subcuenca en la cuenca del Arroyo Grande del valle de Huejotitán, Zapotitán y El Molino (Jocotepec, Jal.)..... | 64   |
| 20 Clasificación de suelos por su capacidad de uso real en la zona del Arroyo Grande.....   | 64   |
| 21 Unidades de suelos en la zona del Arroyo Grande de clasificación edafológica.....  | 66   |
| 22 Municipio de Jocotepec, señalamientos aproximados de alternativas para la construcción de obras hidráulicas mínimas (abrevaderos).....                               | 95   |



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA



## INDICE DE FIGURAS

|  | Pág. |
|--|------|
| Localización geográfica.....   | 28   |
| 1 Gráficas de precipitación y temperaturas del municipio de Jocotepec, Edo. de Jalisco.....                    | 41   |
| 2 Ubicación de una curva a nivel, mediante estacas   | 71   |
| 3 Terrazas de base angosta o de formación paulatina.....   | 73   |
| 4 Tipos de secciones transversales de la terraza..   | 75   |
| 5 Ubicación de las estacas en el punto de balance para la construcción de terrazas de banco.....               | 77   |
| 6 Tipos de bancales según su talúd.....  | 84   |
| 7 Disminución de la pendiente promedio del terreno en donde se han construido terrazas de bancos alternos..... | 86   |
| 8 Presas filtrantes de piedra acomodada.....   | 89   |
| 9 Secuencia de las presas construidas bajo el criterio de espaciamiento "cabeza pie".....                      | 91   |
| 10 Secuencia de las presas construidas bajo el criterio de doble espaciamiento.....                            | 93   |

## I.- INTRODUCCION

Hoy en día , cuando la escasez de alimentos se hace angustiosa, debido entre otras cosas a la explosión demográfica, es quizás cuando se hace patente el importante papel que desempeña el suelo y agua en la subsistencia y supervivencia del hombre. Es tan importante que todos le pongamos atención a la preservación de estos dos recursos antes mencionados, ya que de no cuidarlos en un futuro no lejano nos encontraremos que nuestras tierras no podrán producir los alimentos y las materias primas que necesitaremos para satisfacer las necesidades de alimentación y bienestar, porque su capacidad productiva ha menguado o desaparecido.

Por lo anterior mencionado y conciente de las necesidades de incrementar la producción agrícola del país se elaboró el presente trabajo con la firme intención de contribuir al desarrollo agropecuario regional.

Siendo la agricultura y ganadería las principales actividades económicas y fuente de ingresos en el municipio de Joco-tepec, donde como en el resto de las comunidades rurales del país se practica una agricultura de subsistencia en base a las condiciones climatológicas y topográficas de la región, sembrando en primer término el maíz del cual se obtienen rendimientos bajos, a excepción de una área muy reducida que practican la agricultura tecnificada porque las condiciones naturales y de riego lo permiten, considerando la localización del área en la región, centro del estado y la cercanía con la capital del mismo, Guadalajara, donde existe la mayor demanda de alimentos, es importante dedicar esfuerzos para obtener mejores rendimientos, al mismo tiempo que se conserven los recursos naturales (suelo y agua) para el desarrollo de los cultivos.

En Jocotepec se ha venido haciendo presente la erosión, la cual causa disminución en los rendimientos obtenidos, ésta provocada principalmente por el mal manejo de los suelos, vientos fuertes, lluvias torrenciales, sobrepastoreo y deforestación.

Este problema no ha sido atacado integralmente, por lo tanto procedimos a la elaboración de este trabajo en donde realizamos un estudio que incluye las características principales del área, como son aspectos socio-económicos, fisiográficos, climáticos y características de suelos, así como los sistemas de producción agrícola de la región, de tal forma, que analizamos la información integrada y en base a esto se formularon alternativas de solución para la conservación del suelo y agua manteniendo o aumentando la productividad de los suelos en la zona geográfica estudiada.

Con este estudio se pretende establecer bases técnicas que sirvan para la planeación y construcción de obras de conservación que nos ayuden a reducir el problema erosivo, a la vez de mantener o aumentar la productividad de los suelos y en consecuencia aumentar los rendimientos en la producción agropecuaria del municipio.





## II.- OBJETIVOS

- 1.- Hacer una recopilación de datos socio-económicos y fisiográficos del municipio de Jocotepec, Jalisco, con la finalidad a que nos ayuden en el cálculo de potencial de erosión de sus microcuencas y así proponer alternativas de conservación de suelos y agua.
- 2.- En base a lo anterior la elaboración de un proyecto de conservación del suelo y agua con el diseño de las diferentes prácticas.
- 3.- Describir una metodología práctica y sencilla en relación al trazo y construcción de las obras, cuyo objeto principal es controlar al máximo la erosión.
- 4.- La conservación de los recursos naturales suelo y agua en el municipio por tiempo indefinido, que permita su explotación sostenida dentro de los niveles de productividad aceptables.
- 5.- El incremento de la producción y la productividad, dado por la conservación de los recursos y la optimización operativa y este incremento como parte integral del desarrollo regional.
- 6.- Proponer la extensión y divulgación del presente trabajo con el fin de asesorar técnicamente a el medio rural en función de sus necesidades y en relación a la conservación del suelo y del agua, así como la realización de las obras aquí propuestas.



***SUELOS ALTAMENTE EROSIONADOS POR DEFORESTACION  
Y DESPROTEGIDOS DE CAPA VEGETATIVA.***



***LA TALA INMODERADA PROVOCA EL PROCESO EROSIVO***

### III.- ANTECEDENTES

#### III.1.- IMPORTANCIA DE LA CONSERVACION DEL SUELO Y AGUA.

El hombre depende para subsistir de materias primas y productos extraídos a través de los recursos naturales suelo y agua; es el suelo agrícola del que se extrae la mayor parte de sus alimentos y materias primas para su vestido, de los bosques extrae maderas para la construcción de sus habitaciones, muebles y otros derivados indispensables y de las praderas se alimentan los animales domésticos productores de leche, carne, grasa, pieles y lana.

Así pues, la civilización es una pirámide que descansa sobre la delgada capa de material mineral y orgánico que forman los horizontes superiores del perfil del suelo. Se ha intentado investigar cual es el espesor promedio de esa capa de nuestro planeta; pero lo importante es que esa capa tarda milenios en formarse y cualquiera que sea su espesor, ésta nos indica la distancia que separa al hombre del hambre (Gómez y Alarcón 1975).

En consecuencia, el suelo agrícola y la tierra en general, tiene una importancia económica de primer orden, afirmándose que donde la tierra es pobre, la gente que mora en ella también lo es; que donde la agricultura es deficiente, la economía y todo lo demás es también deficiente. El hombre como el árbol, es un reflejo del suelo donde vive, llegando a la máxima de que la civilización de una nación se mide por su agricultura.

Partiendo de esta interpretación se ha pretendido detener la continua degradación del recurso suelo como resultado de los agentes erosivos y de las prácticas de manejo de suelo y ve-

getación, son cada día mas acelerados en la nación. Encontrando que cerca del 80% (Mario Martínez Menez 1983) de la superficie del país presenta erosión a diferentes grados. Esta alta proporción ha permitido jerarquizar al problema como prioritario, y prueba de ello es que se tienen programas para el control de la erosión desde 1945 cuando se aprobó la Ley de Conservación del Suelo y Agua.

Los programas establecidos han sido una respuesta en un principio al empuje de los iniciadores de los trabajos de conservación del suelo y del agua, a los grupos voluntarios establecidos para tal fin y, finalmente, a la disponibilidad de -- recursos económicos y humanos para llevar a cabo estas acciones. En estos programas las líneas de acción se concentraron en general en el establecimiento de terrazas de formación sucesiva y de presas para el control de azolves y su ubicación ha sido consecuencia de solicitudes o definiciones técnicas - de las necesidades de obras de conservación.

Sin embargo, en muchos de estos casos, se debe analizar si -- fue el sitio mas adecuado, la práctica establecida fue la más eficiente o la inversión podrá recuperarse en tiempo.

Ante este problema, es conveniente establecer una planeación eficiente que permita determinar la causa-efecto del proceso erosivo, su repercusión en los procesos productivos y los factores que lo aceleran o atenuan, de tal forma que ayuden a localizar áreas con diferentes riesgos de erosión y donde de acuerdo con el factor erosionante se puedan planear algunas - alternativas de obras de conservación o de mejoramiento que ayuden a resolver el problema y que aunados a las solicitudes de los interesados se realicen acciones que sean más eficientes a nivel parcelario.



**AREAS COMPLETAMENTE EROSIONADAS DONDE  
SE OBSERVA QUE YA NO HAY VEGETACION.**



**LA PRODUCTIVIDAD DE LOS SUELOS OADA POR SU CONSERVACION  
AREA TERRACEADA CON CULTIVO DE MAIZ DE TEMPORAL  
EJIDO DE HUEJOTITAN, MPIO. DE JOCOTEPEC., JAL.**



### III.2.- DEFINICION DE EROSION

Hudson (1971) definió la erosión, como el proceso geológico de desprendimiento y arrastre de los componentes del suelo por los agentes erosivos, básicamente el viento y el agua, proceso natural y dinámico que la tierra sufre y que normalmente se mantiene dentro de los límites permisibles, cuando existen relaciones armónicas entre la vegetación y el medio que los rodea. Sin embargo, al modificarse el equilibrio ecológico al introducirse los diferentes sistemas de producción, la erosión puede alcanzar proporciones catastróficas y reducciones drásticas en los niveles de producción. Por lo que (FOTH ET AL 1975) se describen 2 tipos de erosión la geológica y la inducida o acelerada. La primera ocurre como un proceso natural de formación de suelos y la segunda es la que opera cuando el proceso de la pérdida del suelo es debido al mal manejo del suelo por el hombre.

Ritchie Et Al (1974) deduce que las principales causas de la erosión inducida se relaciona con la destrucción de la vegetación natural, la introducción al cultivo de áreas con pendientes fuertes, el laboreo excesivo de los suelos y la tala inmoderada.

Entre los tipos de erosión inducida se consideran dos: la eólica y la hídrica. Ellison (1947) definió la hídrica como la que ocurre cuando las gotas de lluvia golpean la superficie del suelo desprovista de vegetación, ocasionando el desprendimiento de partículas del mismo para ser transportadas por la escorrentía; y la eólica, es el proceso de desprendimiento y arrastre de las partículas del suelo, producto de la fuerza que el viento ejerce sobre la superficie del mismo.



7

ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

De acuerdo a la mecánica de la erosión hídrica se determina que la acción de golpeo de la gota de lluvia produce el desprendimiento de las partículas del suelo siendo removidas - por salpicamiento o deslizamiento.

Por lo que la actividad mas peligrosa desde el punto de vista de la erosión es el impacto sobre el suelo desnudo, descubriéndose datos tan alarmantes como los que presentaron Ekern y Muchernhin (1947) al decir que en un suelo desnudo, altamente erodable, se pueden desprender durante una lluvia torrencial, alrededor de 250 toneladas de suelo por ha. alcanzando las gotas de salpicamiento alturas de 60 centímetros y distancias de recorrido lateralmente de 120 y 150 cm. demostrado posteriormente estas versiones con metodologías modernas por Smith y Wischmeir (1955). Pero no es la acción de las gotas de lluvia y su salpicamiento lo único a controlar en el proceso erosivo de un suelo ya que su acción se conjuga con la del escurrimiento para concluir con el transporte de las partículas del suelo o erosión.

Bennet (1965) estableció que tan solo en los Estados Unidos se pierden 90'000,000 de toneladas por año de los 5 nutrientes principales que requieren las plantas durante su ciclo biológico y que además este fenómeno erosivo no solo remueve los nutrimentos de los vegetales, sino que se lleva a la vez el cuertpo entero del suelo, es decir, su composición textural y orgánica, arena, limo, arcilla, humus, materia orgánica y micro organismos benéficos del mismo.

Allison (1973) estableció con son muchos los factores que condicionan la pérdida del suelo dependiendo básicamente -- del tipo de suelo, cobertura vegetal, pendiente del terreno y de la intensidad y frecuencia de la precipitación pluvial. Considerando que es un hecho el proceso erosivo del suelo,-

CUADRO 1. EFECTO DE LA VARIACION DE LAS PERDIDAS DE SUELO Y SU EFECTO EN LA PRODUCTIVIDAD

| PERDIDA DE SUELO MM. | PERDIDA DE SUELO* TON/HA | REDUCCION EN PRODUCTIVIDAD % |
|----------------------|--------------------------|------------------------------|
| 50.8                 | 635                      | 15                           |
| 101.6                | 1270                     | 22                           |
| 152.4                | 1905                     | 30                           |
| 205.4                | 2565                     | 41                           |
| 254.0                | 3175                     | 57                           |
| 304.0                | 3800                     | 75                           |

\* Considerando una densidad aparente = 1.25 Gr/Cm<sup>3</sup>

Fuente: SCS (1977) E.U.A.

CUADRO 2. LAS PERDIDAS DE SUELO Y SU RELACION CON LAS PERDIDAS DE NUTRIMENTOS

| CRITERIO    | PERDIDAS DE SUELO TON/HA/AÑO | PERDIDAS DE NUTRIMENTOS KG/HA |    |    |
|-------------|------------------------------|-------------------------------|----|----|
|             |                              | N                             | P  | K  |
| Media (1)   | 25.00                        | 25                            | 37 | 25 |
| Terreno (2) | 40.00                        | 110                           | 2  | 42 |
| Barbechado  |                              |                               |    |    |
| Maíz (3)    | 6.00                         | 10                            | 5  | 70 |

1) S C S (1977) E. U. A.

2) SARH DGCSA (1981)

CUADRO 3. ANALISIS DE LAS PERDIDAS DE SUELO Y SU RELACION  
CON LAS PERDIDAS DE MATERIA ORGANICA

| CRITERIO           | PERDIDAS DE SUELO*<br>TON/HA/AÑO | M. O.<br>% | M. O.<br>TON/HA/AÑO |
|--------------------|----------------------------------|------------|---------------------|
| TERRENO BARBECHADO | 40.0                             | 5.49       | 2.00                |
| MAIZ               | 6.0                              | 2.82       | 0.17                |

\*FUENTE: S.A.R.H. DGCSA (1981)

CUADRO 4. PERDIDAS DE SUELO PERMISIBLES (S C S , 1977)  
E. U. A.

| PROF. DEL SUELO<br>CM. | MATERIAL PARENTAL | PERDIDAS DE SUELO PERMISIBLES<br>TON/HA/AÑO |   |   |   |   |
|------------------------|-------------------|---|---|---|---|---|
|                        |                   | 11  | 9 | 7 | 4 | 2 |
| > 100                  | ROCOSO            | +   |   |   |   |   |
| > 100                  | ARENA O GRAVA     | +   |   |   |   |   |
| 50 - 100               | ROCOSO            |   | + |   |   |   |
| 50 - 100               | ARENA O GRAVA     |   | + |   |   |   |
| 25 - 50                | ROCOSO            |   |   |   | + |   |
| 25 - 50                | ARENA O GRAVA     |   |   | + |   |   |
| 10 - 50                | LECHO ARCILLOSO   |   |   | + |   |   |
| < 25                   | LECHO ROCOSO      |   |   |   |   | + |
| < 25                   | ARENA O GRAVA     |   |   |   | + |   |
| < 10                   | LECHO ARCILLOSO   |   |   |   |   | + |

casi siempre acelerado por el hombre y conociendo el valor - inapreciable de este recurso. Bennet (1939) estimó que bajo condiciones naturales se necesitan cerca de 300 años para -- producir una capa de 25 mm. de suelo superficial. Pero cuando existe alteración de los suelos por efectos mecánicos, - se acelera el grado de intemperización de los mismos acor-- tando el periodo de formación a más o menos 30 años (Hudson- 1971) y en terrenos tepetatosos se puede formar suelo des--- pués de un proceso erosivo mediante la acción mecánica de -- roturación de tepetates adición de materia orgánica y resta-- ción de cultivos dependiendo de la composición química de -- los tepetates trueba carranza (1977). Lo más importante es - considerar que la velocidad de formación de suelos no sea re-- basada por la pérdida del mismo. Por lo que se establecen lí-- mites de tolerancia sobre la pérdida del suelo, ya que es - difícil controlar la erosión en un 100%. Experimentalmente - se ha encontrado que en condiciones alteradas por efectos de labranza se pueden formar aproximadamente 0.8 a 1.8 tonela-- das de suelo por hectárea al año, por lo que se pueden permí-- tir pérdidas hasta de 1.8 toneladas por hectárea al año en - suelos profundos y de 0.4 toneladas por hectárea al año en - suelos poco profundos y permeabilidad reducida (manual de -- C.S.A. S.A.R.H. C.P. 1977).

### III.2.1.- FORMAS DE EROSION HIDRICA.

Esta se manifiesta en diferentes grados de desarrollo que de-- pende básicamente de la actividad de salpicamiento, la es co-- rrentfa, el tiempo durante el cual están actuando estos fac-- tores y de las condiciones de erodabilidad que presente el - suelo (Hudson 1971) por lo que se puede presentar en:

III.2.1.1.- FORMA LAMINAR.- Que se aprecia con los cambios - graduales en el color de los suelos formándose por lo gene--



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

ral en las partes altas de un suelo en cultivo o ladera de praderas.

III.2.1.1.2.- FORMA DE CANALES.- Se caracteriza por la aparición de surcos o zanjas sobre el terreno, cuando son formaciones pequeñas se borran con las labores agrícolas (barbechos), este tipo de erosión aumenta en función de la longitud y grado de la pendiente.

III.2.1.1.3.- FORMA DE CARCAVAS.- Esta es ocasionada por el grado avanzado de la erosión en canales y que por su magnitud, no es posible cruzarlos con maquinaria agrícola.

III.2.1.1.4.- FORMA DE PEDESTALES.- Estos se manifiestan como monolitos en las áreas en donde ha sido desprendido el suelo y solo quedan monumentos testigos del proceso erosivo, este tipo de erosión se desarrolla lentamente a través de los años y se localiza generalmente en manchones desnudos de terrenos con vegetación auslada, se puede calcular la profundidad del suelo que ha sido erosionado, mediante el examen de alturas de los pedestales.

III.2.1.1.5.- FORMA REMONTANTE O CAIDA.- Es un proceso geológico que se presenta en las paredes de las cárcavas sin ninguna intervención del hombre, desprendimiento de material producto de socavación y aumento de la anchura de la cárcava, esta forma también se presenta en las márgenes de ríos y zonas costeras.

### III.3.- DEFINICION DE CONSERVACION DE SUELOS.

La conservación del suelo en su forma más sencilla consiste en el empleo eficiente de la tierra bajo un sistema de cultivo que la preserve de la erosión (Bennet 1951). Algunos suelos son demasiado inclinados para ser cultivados, muy pobres, o se erosionan con excesiva facilidad, además se hayan condicionados a sus factores físicos, al tiempo y a factores económicos. Baber en 1956 definió la conservación del suelo como la explotación de la tierra, dentro de los límites prácticos de acuerdo con su capacidad, con objeto de mantenerla en estado de productividad permanente. Todas las medidas prácticas requeridas para lograr la productividad permanente del suelo constituyen los instrumentos de conservación, ya sea que se utilicen por separado o en combinaciones adecuadas, y, formulado este concepto con mayor detalle, diremos que la conservación del suelo consiste en salvaguardar todas las clases de tierra útil y la mayoría de las tierras situadas favorablemente, desde los puntos de vista climático y topográfico son útiles para algún uso (pecuario, forestal o agrícola), por lo tanto se considera necesario preservarlas contra el empobrecimiento o el desgaste.

Para lograr un control de la erosión y como consecuencia la conservación de la productividad de los suelos; así como el uso eficiente del agua es necesario, emplear prácticas convenientes de conservación y realizar las obras necesarias para evitar o controlar la erosión del suelo y que nos ayuden a conducir y utilizar eficientemente el agua de lluvia o de riego.

Existen dos tipos de prácticas para la conservación del suelo, las mecánicas y las culturales o vegetativas, las primeras son generalmente más costosas y actualmente la mayoría -

de los productores no tienen la capacidad económica para financiar este tipo de infraestructura. Las culturales o vegetativas resultan más económicas, pero revisten ciertas limitaciones en su eficiencia en el control de la erosión, pues en muchos de los casos están condicionados por los fenómenos climatológicos.

Wischmeier y Smith (1965) encontraron que cuando un suelo desnudo, con pendiente constante, es expuesto a la acción de las gotas de lluvia, la velocidad de la corriente superficial varía con la raíz cuadrada de la altura que recorre, o lo que es lo mismo, si la longitud de una pendiente es cuadruplicada, la velocidad de la escorrentía se duplica, asimismo se encontró que la masa del material de un determinado tamaño que puede ser arrastrado por ésta, varía con la quinta potencia de su velocidad. De ahí la importancia que reviste en la conservación del suelo, estableciendo obstáculos mediante prácticas mecánicas, para seccionar los gastos de la escorrentía, manejándolos de manera que el transporte del suelo sea abatido.

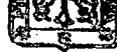
Concretamente se definen las prácticas mecánicas como las actividades que se realizan con implementos agrícolas, aditamentos especiales o mano de obra y consisten en realizar movimientos de tierra, con el fin de disminuir los escurrimientos superficiales y evitar la erosión en terrenos con pendiente. Estas prácticas incluyen el surcado al contorno, terrazas en sus diferentes modalidades, surcado lister, subsóleos, canales de desviación (drenes) y cauces empastados, las cuales se utilizan en terrenos dedicados a las actividades agrícolas, ganaderas, silvícolas y para recuperar terrenos degradados. Para poder establecer un control de la erosión es indispensable conocer los parámetros climatológicos de precipitación (intensidad y frecuencia de lluvias), pro-

fundidad y tipo de suelos, uso y pendiente del terreno, sin olvidar tampoco el factor económico de acuerdo a la capacidad potencial del suelo, parámetros que se analizan para este trabajo en el municipio de Jocotepec y son tratados en el capítulo de desarrollo del trabajo en el inciso de diseño de obras.

**Prácticas culturales o vegetativas:** Las prácticas vegetativas son aquellas que consideran el desarrollo de plantas o cultivos, con la finalidad de mejorar la capacidad productiva de los terrenos y ayudar a disminuir la erosión del suelo. La forma en que la vegetación impide el efecto erosivo es la siguiente: el follaje de las plantas amortigua la fuerza del impacto de las gotas de lluvia que caen sobre la superficie del suelo y sus raíces sirven para evitar que éste sea arrastrado después del impacto por el escurrimiento superficial. Entre las prácticas vegetativas que se establecen como auxiliares en el control de la erosión podemos citar: rotación de cultivos, cultivos en fajas, abonos verdes, cultivos de cobertura, cortinas rompevientos, reforestaciones, manejo de pastizales y manejo de bosques.

Stallings (1972) mencionó que la lluvia destruye la estructura del suelo y abate el contenido de materia orgánica del mismo al ser transportada por el escurrimiento. Por otra parte, Ortiz (1973) discutió el papel que juega la materia orgánica en la estabilidad de los agregados del suelo.

En la literatura se reportan infinidad de cubiertas vegetales útiles para proteger al suelo de la erosión. Sin embargo, la vegetación arbórea no es muy adecuada para la protección del suelo. Suárez y Rodríguez (1962) reportaron que las gotas de lluvia al ser interceptadas por el follaje arbóreo adquieren mayor diámetro y velocidad, y al caer de una altu-



ra mayor de dos metros recuperan el 95% de su energía cinética. De esta manera, la cubierta vegetal inferior o la acumulación de hojarasca juega un papel muy importante en la protección del suelo. Este hecho fue corroborado por Mannering y Meyer (1963), con paja de trigo. Por otra parte, las gramíneas cespitosas, son las que hasta ahora han dado mejores resultados en la protección de los suelos contra los agentes erosivos (Gard, Et Al, 1943; Copley Et Al 1944).

Forrier (1975) mencionó que cuando una cubierta vegetal ha sido destruida de tal manera que permita la erosión, es sumamente necesario restablecer dicha cubierta, aún por métodos artificiales. Así también Domínguez Et Al (1968), presentaron las ventajas que proporcionan el cultivo de terrenos en fajas, ya que este método da opción a seleccionar áreas que en caso necesario, permiten la incorporación del cultivo como abono verde. No obstante las consideraciones sobre cubiertas vegetales que hemos mencionado serían más eficientes si se combinan con la labranza en contorno o cualquier sistema de terrazas (Stallings, 1975).

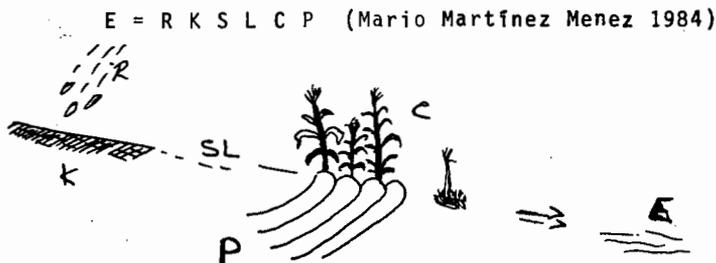
#### III.4.- ANTECEDENTES SOBRE INVESTIGACION EN CONSERVACION DE SUELOS.

Las primeras investigaciones científicas sobre pérdidas de suelos y sus causas y efectos fueron desarrolladas por el alemán Wollny entre 1877 y 1895 quien estableció pequeños lotes para medir los efectos de la lluvia en el proceso erosivo bajo diferentes tipos de vegetación y residuos de cosechas, pero básicamente la investigación sobre conservación de suelos se desarrolló en los Estados Unidos, donde en 1907, a través de su departamento de agricultura (USDA), declara una política oficial de protección a la tierra (Johnson H.P.

Moldenhaver W.L. 1970).

En 1915 en U.E.A. se establecieron parcelas de observación - para medir la escorrentía y erosión, con el propósito de evaluar el deterioro del suelo por el proceso de la erosión - - (Wischmeier W.H., Smith D.D. 1965), pero no fue sino hasta - el año de 1930 cuando el USDA estableció las primeras 10 estaciones de investigación para estudiar el fenómeno de la -- erosión y los factores que lo producen.

Con la información obtenida, Smith (1941), Browing, Et Al -- (1947) y Musgrave (1947) intentaron sistematizar el cálculo de las pérdidas de suelos mediante el análisis de los factores causantes, incluyendo en cada avance, la concurrencia de mas factores o afinándolos a medida que se incrementaba el conocimiento de éstos a través del estudio ordenado. En 1952 se estableció en la Universidad de Purdue el Centro de Información sobre escorrentía y pérdidas de suelo del servicio de investigación agrícola (ARS) del USDA. Todos los experimentos establecidos en los E.U.A. son resumidos y analizados en este centro logrando mediante este esfuerzo establecer la -- "Ecuación Universal para estimar pérdidas de suelo" desarrollada por Wischmeier y Smith (1979), que a continuación se explica:



Gráfica de la ecuación universal para estimar pérdidas de suelo.

La estimación de las pérdidas de suelos potenciales pueden - obtenerse con el uso de la ecuación universal de pérdidas de suelo (EUPS) (Wischmeier And Smith, 1979) de la siguiente -- forma:

$$E = R K L S$$

Donde:

- E = Pérdidas de suelo potenciales (Ton/Ha/Año)
- R = Erosividad de la lluvia (Mega(Joules mm/Ha/Hora/Año)
- K = Erodabilidad del suelo (Ton.Hr/Mega Joules, mm)
- L = Longitud de la pendiente (m)
- S = Grado de la pendiente %

Para estimar estas pérdidas potenciales de suelo, es necesario conocer la intensidad de la lluvia evento por evento y - obtener de cada una de ellas su energía cinética y la intensidad máxima en 30 minutos, que al sumarlas, se obtendría el valor de erosividad ( $R = \sum_{i=1} EI_{30}$ ). La erodabilidad del --

suelo es una función de las propiedad físicas-químicas e hidro-- lógicas del mismo y se estima como una función del tamaño de la arena de 0.1 a 2.00 mm., y de arenas muy finas y la -- fracción limosa de 0.1 - 0.002 mm el contenido de materia -- orgánica, el tamaño y tipo de agregados y la permeabilidad - del suelo, la longitud y grado de la pendiente se miden di-- rectamente en el campo o en planos topográficos. Para realizar esta estimación se considera que el suelo se encuentra - desprovisto de vegetación, sin obras de conservación de suelos y permanece continuamente barbechado, obviamente estos - valores serían máximos y se pueden atenuar si se consideran los factores modificables como son manejo del suelo y de la vegetación, que al representarse en una ecuación quedaría -- como:

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



ESCUELA DE AGRICULTORES  
BIBLIOTECA

Donde:

E, R, K, L y S fueron ya definidos.

C = Factor de cubierta vegetal

P = Factor de manejo del terreno

Como el valor de C y P son numéricos y multiplicativos, éstos pueden variar de 0 a 1. Cuando C es igual a 1 se considera que no existe vegetación y que el suelo se encuentra en barbecho continuo. A medida que aumenta la cobertura vegetal tanto en densidad como en frecuencia, este valor tiende a disminuir hasta 0.3 para el caso de maíz, 0.003 para pastizales y 0.001 para el bosque de encino, como ello se muestra en el cuadro 5. Algunos valores de C para otros tipos de vegetación o asociaciones de cultivos obtenidos en México y en otras partes del mundo se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Valores del Factor C para diferentes coberturas vegetales.

| COBERTURA VEGETAL  | VALOR DE C |
|--------------------|------------|
| Suelo desnudo      | 1.00       |
| Tepetate           | 0.59       |
| Bosque de encino   | 0.001      |
| Pastizal           | 0.003      |
| Pastizal degradado | 0.22       |
| Sabana             | 0.01       |
| Maíz-Sorgo         | 0.1 - 0.9  |
| Tabaco-Algodón     | 0.5        |
| Café-Palma         | 0.1 - 0.3  |
| Cebada             | 0.2        |
| Papa-Col           | 0.3        |

Fuentes: Roose, E. (1975), Terrazas (1977), CP (1981) y DGCSA (1981)

En relación al factor P o manejo del terreno, es un factor - atenuante del proceso erosivo y como su valor es multiplicativo, su efecto es nulo cuando no hay obras de conservación y el valor de P = 1.0. Al existir obra como surcado al contorno el valor P es de 0.89 y tiende a disminuir hasta 0.14 cuando se utilizan las terrazas de banco. Cabe aclarar que - estos valor de P, cambian con la pendiente dominante del terreno; sin embargo, en forma general se pueden dar algunos - valores de P para diferentes obras de conservación como los - que aparecen en el cuadro 6. Debe notarse que las prácticas - vegetativas son más eficientes que las mecánicas como ello - se muestra en el cuadro 6 y en el cuadro 5 previamente cita - do.

Cuadro 6. Valores numéricos del factor de prácticas mecánicas (P) de la EUPS

| TIPO DE OBRA                   | VALOR DE P* |
|--------------------------------|-------------|
| Surcado al contorno            | 0.89        |
| Terraza de base ancha          | 0.27        |
| Terraza de base angosta (CP)   | 0.68        |
| Terraza de base angosta (SARH) | 0.70        |
| Terraza de contrapendiente     | 0.18        |
| Terraza de canal amplio        | 0.40        |
| Terraza de banco               | 0.14        |

FUENTES: Arnoulds (1977) y CP (1981)

- \* Estos valores son aceptados para una pendiente del 5% y consideran algunos tipos de terrazas de surcado al contorno.

Consecuentemente un efecto combinado de las prácticas mecánicas y vegetativas, ya sea con cultivos que protegen al suelo o con manejo de residuos de cosecha, son más eficientes - ya que pueden reducir al máximo las pérdidas de suelo hasta valores menores que las pérdidas máximas permisibles, no importando que el potencial erosivo de la región sea muy alto.

#### Ejemplo de aplicación de la EUPS

De acuerdo con la información existente en la cuenca del Río Texcoco (Lote de Nativitas) para el año de 1981, el valor -- del factor erosividad (R) estimado fué de 3906.27 Mega-Joules.mm/Ha.Hr.Año, el valor del factor de erodabilidad fue de 0.022 Ton.Hr/Mega-Joules.mm y el de LS fue de 0.145 ya que - la pendiente de terreno es de 3% y la longitud de 25 M. Utilizando la ecuación (1) se obtiene que las pérdidas de suelo potenciales son de 12.46 Ton/Ha/Año. Sin consideramos que -- esos suelos son someros de profundidad menor de 50 cm. con - lecho rocoso, y utilizamos el cuadro 4, se obtiene que las - pérdidas de suelo permisible serían de 4 Ton/Ha/Año. Si se comparan estos valores se obtiene que potencialmente existe una degradación del suelo del orden de 8.46 Ton/Ha para el - año de 1982. Para reducir estas pérdidas se tendría que tomar la decisión del cultivo por utilizar. En el caso de utilizar el maíz en siembras tradicionales el factor C sería de 0.5 (promedio) y si no se realiza obra de conservación el -- valor de P sería de 1.0, así que las pérdidas de suelo se re - ducen hasta 6.23 Ton/Ha, pero sigue existiendo una degradación de 2.23 Ton/Ha para ese año. Si el maíz se combina con - surcado al contorno (C = 0.5 y P = 0.89) las pérdidas serían igual a 5.54 Ton/Ha. y serían un poco mayores que las permisibles de 4.0 Ton/Ha. Ahora, si se cambia el cultivo de - - maíz por el de cebada el valor de C se reduce de 0.5 a 0.2 y si el de P permanece como 1, las pérdidas de suelo esperadas

serían de 2.49 Ton/Ha/año y menores que las permisibles. Consecuentemente, el cambio de uso del suelo sería más recomendable que la misma obra y así evitarían las inversiones con los sistemas de terrazas. Ver cuadro 7.

Este ejemplo explica claramente como la EUPS puede utilizarse para la planeación de obras de conservación del suelo y del agua; sin embargo, debe entenderse que es necesario generar más información para poder determinar a nivel de área de trabajo, el riesgo de erosión potencial en base a la EUPS y determinar la eficiencia de la práctica vegetativa y mecánica para disminuir el proceso o minimizarlo. Asimismo, debe considerarse que el uso de la EUPS considera la erosividad de la lluvia, que es un factor estocástico, donde el azar -- juega un papel importante, de tal manera, que la selección de las prácticas de conservación podrían ser más eficientes un año determinado y al próximo podría existir una degradación del suelo. Esto indica, que el valor de erosividad de la lluvia debe considerarse bajo diferentes riesgos o periodos de retorno que podrían ser de 2, 5 ó 10 años, y que indicarán el riesgo para que una precipitación altamente erosiva se presente en esa región.

**CUADRO 7. CRITERIOS PARA LA PLANEACION DE OBRAS DE CONSERVACION DEL SUELO Y AGUA.**

**SITIO - CUENCA DEL RIO TEXCOCO LOTE SITIO NATI  
VITAS 1981**

| USO DEL TERRENO                     | POTENCIAL<br>EROSIVO*<br>TON/HA/AÑO | C   | P    | PERDIDAS<br>DE SUELO<br>TON/HA/AÑO | DEGRADACION<br>TON/HA/AÑO |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-----|------|------------------------------------|---------------------------|
| TÉRRENO BARBECHADO                  | 12.46                               | 1.0 | 1.0  | 12.46                              | 8.46                      |
| MAIZ                                | 12.46                               | 0.5 | 1.0  | 6.23                               | 2.23                      |
| MAIZ MAS SURCADO<br>AL CONTORNO     | 12.46                               | 0.5 | 0.89 | 5.54                               | 1.54                      |
| MAIZ MÁS TERRAZA<br>DE BASE ANGOSTA | 12.46                               | 0.5 | 0.68 | 4.24                               | 0.34                      |
| CEBADA                              | 12.46                               | 0.2 | 1.0  | 2.49                               | -                         |

Pérdida máxima permisible 4.0 Ton/Ha/Año

$$\begin{aligned} \text{Potencial erosivo} &= E = R K L S \\ &= 3906.27 \cdot 0.022 \cdot 0.145 \\ &= 12.46 \quad \text{TON/HA/AÑO} \end{aligned}$$



### III.5. MANEJO DE RESIDUOS DE COSECHA EN LA CONSERVACION DEL SUELO Y AGUA

El manejo de los residuos de la cosecha, un buen desarrollo de los cultivos y la implementación de obras de conservación del suelo y agua representan un alto potencial para minimizar las pérdidas del suelo.

Lal, Et Al (1977) reportó que en Rhodesia se utilizaron varias pendientes del suelo de 1 a 10%, adiciones de rastrojos de 2, 4 y 6 Ton/Ha y cero labranza, para evaluar las pérdidas de suelo. Encontrando que la erosión se redujo de 10 a 0.01 Ton/Ha/Año y de 50 a 0.8 Ton/Ha/Año en terrenos de cero labranza y con pendiente de 1% y 10%, respectivamente. El efecto del rastrojo fue similar pero con menor magnitud como ello se muestra en la Figura 1. Experiencias similares han sido reportadas para diferentes regiones de México por Trujillo (1979) y Terrazas (1977).

Los efectos de los sistemas de manejo, residuos de cosecha sobre la producción de maíz y las pérdidas de suelo han sido estudiadas por varios autores y un resumen de esto indica que la producción de maíz se puede incrementar con el uso de rastrojos, bordos (tipos de terrazas) y con la labranza mínima, y podrían disminuirse o mantenerse constante con el uso de cero labranza. En relación a las pérdidas de suelo, éstas pueden elevarse hasta 200 Ton/Ha/Año cuando el terreno se encuentra con barbecho continuo, se pueden minimizar con el uso de labranza cero, mínima y con obras de conservación de suelo como esto se muestra en la Figura 2.

La eficiencia de los rastrojos y los sistemas de labranza en la reducción de las pérdidas del suelo al aplicar lluvia simulada fue estudiada en Lomas de San Juan, Chapingo, México-

(Montenegro, 1981). Los resultados reportados indican que las pérdidas de suelo aumentan con la precipitación y que éstas se hacen más notorias cuando se tiene máxima labranza como es el caso de subsoleo, más barbecho, más rastras, a pesar que al inicio de la prueba se comportaban de manera similar. Ver figura 3.

Cuando se considera la vegetación y en especial los pastos. Éstos son muy eficientes en el control de la erosión como -- ello se muestra en la Figura 4, donde se indica que a pesar de incrementar la intensidad de la lluvia de 22 a 86 Mm/Hr, la erosión aumentó de 2 a 3 veces dependiendo de la especie estudiada y en todos los casos las pérdidas de suelo fueron menores de 400 Kg/Ha para eventos de alta intensidad.

Esta información indica que el gran potencial para la reducción del proceso erosivo se encuentra en los sistemas de labranza, uso de rastrojos, selección de cubiertas vegetales y finalmente, en el complemento de la obra de conservación del suelo y agua. Si ésto se confirma, en varias regiones del -- país, es posible tratar de generar cambios en los usos del -- suelo y evitar al máximo el uso aislado de pequeñas obras de conservación de suelo y agua; y en su defecto, complementar el uso de la vegetación y la obra mecánica para incrementar las eficiencias en las inversiones públicas.

#### IV.- MATERIALES Y METODOS

El material y el equipo que se utilizó en la elaboración del estudio y formación del presente trabajo, es el siguiente:

- 1.- Cartas de la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, topográfica, edafológica, de uso potencial, de uso actual, hidrológica y geológica.
- 2.- Barrena de suelos (de gusano).
- 3.- Cámara fotográfica.
- 4.- Clisfmetro.
- 5.- Teodolito.
- 6.- Nivel montado.
- 7.- Papel milimétrico, albanene.
- 8.- Pantógrafo.
- 9.- Planímetro.

El procedimiento en la elaboración del presente trabajo, se llevó a cabo bajo las siguientes etapas:

- 1.- Identificación del área de estudio en las cartas de la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, con la finalidad de localizar los rasgos más notables, topografía, cuerpos de agua, suelos uso potencial y uso actual escala 1:50,000 y fotografías aéreas a la misma escala. Utilizando el mismo material cartográfico se realizó el plano topográfico; plano de división política (división ejidal y tenencia de la tierra); plano edafológico; plano de uso potencial; plano de uso actual; y plano de diseño y localización

de tipos de obras de conservación.

- 2.- Recorrido de campo, para recolectar información de cada una de las áreas que previamente fueron delimitadas, mediante la identificación en las cartas de la Dirección General de Geografía. Asimismo, verificar estos límites y obtener su real capacidad de uso. Verificar la profundidad de las cárcavas, las pendientes dominantes, tipos de suelo, texturas, porcentajes de pedregosidad y vegetación real existente.
- 3.- Posteriormente en gabinete se procesó la información recabada, tanto socio-económica como fisiográfica. Se calculó el riesgo de erosión de la cuenca seleccionada, considerando los siguientes factores: erosividad de la lluvia (R), erodabilidad del suelo (K), y la longitud e inclinación de la pendiente (LS).
- 4.- A partir de los rangos sobre el riesgo de erosión de la zona, obtenidos en gabinete, se procedió al diseño de las obras de conservación del suelo y agua más adecuadas al área estudiada, que nos ayuden a atenuar el proceso erosivo, conservar la productividad y en consecuencia, el aumento de la producción por la optimización de los recursos.





SECRETARÍA DE AGRICULTURA,  
GANADERÍA, FOMENTO Y DESARROLLO RURAL

## V.- DESARROLLO

### V.1.- LOCALIZACION DEL AREA.

#### V.1.1.- UBICACION GEOGRAFICA

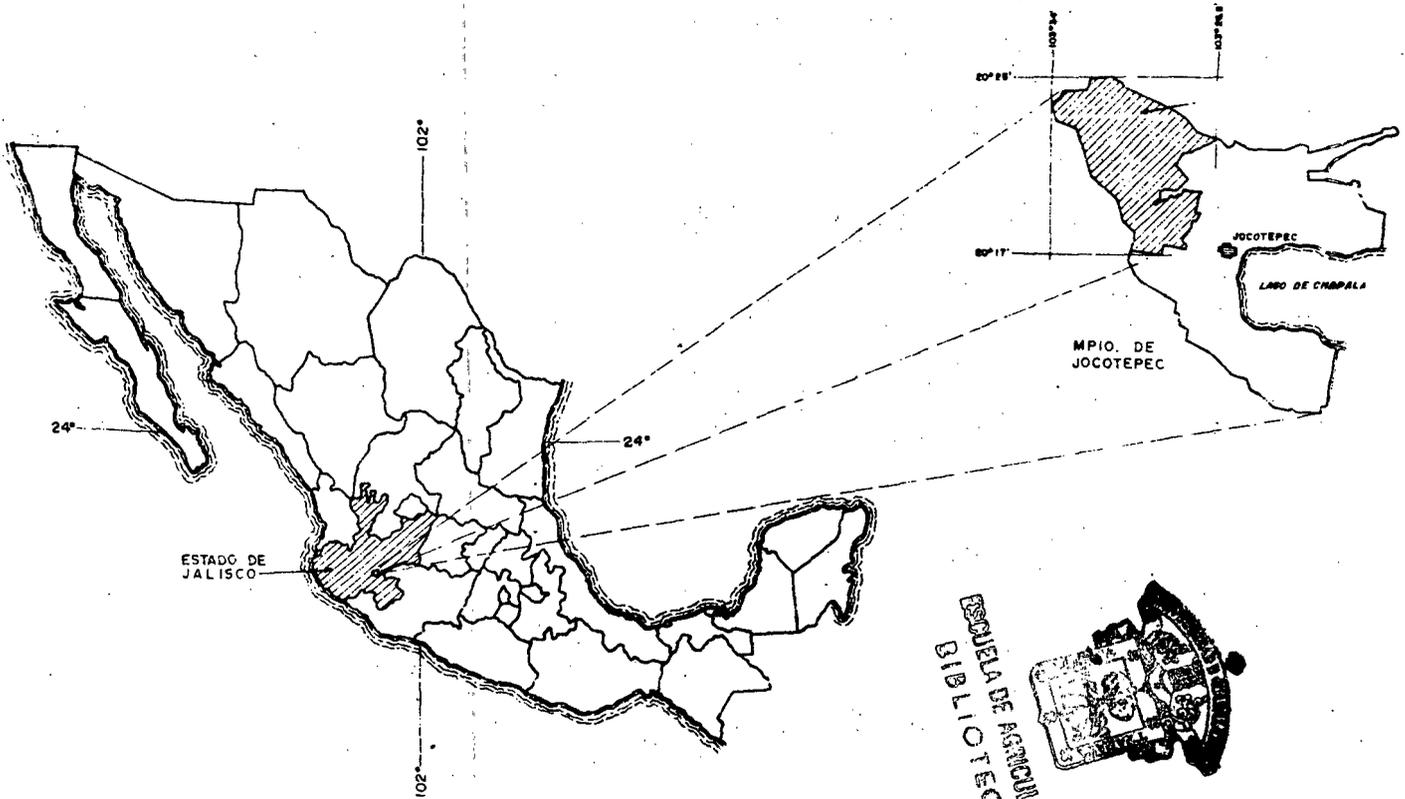
El municipio de Jocotepec se encuentra ubicado en el sureste de la subregión Guadalajara, localizada en la parte central del Estado, entre las coordenadas 20°25' y 20°10' latitud Norte y - - 103°17' y 103°34' de longitud Oeste. La cabecera municipal se encuentra a una altitud de 1 540 mts. s.n.m. y con latitud Norte de 20°17' y longitud Oeste 103°26'.

#### V.1.2.- SUPERFICIE ESTUDIADA Y LIMITES.

El municipio de Jocotepec cuenta con una superficie territorial de 31 838 has., además de 6 598 has. correspondientes al vaso del Lago de Chapala. El presente proyecto se realizó en la cuenca denominada Valle de Jocotepec y aunque se contempla todo el territorio del municipio con propuestas de obras de conservación, se realizó el estudio básico de riesgo y potencial de erosión, en una superficie de 10 408 has. que corresponden a los ejidos de El Molino, Huejotitán y Zapotitán del municipio de Jocotepec y una parte del ejido de San Marcos del municipio de Zacoalco de Torres. La unidad territorial de la cuenca está situada en el extremo Oeste del municipio de Jocotepec. Las coordenadas extremas que limitan la zona del proyecto son: 20°17' y 20°25' de latitud Norte y 103°26' y 103°34' de longitud Oeste. Sus límites son: por el Norte el municipio de Tlajomulco de Zúñiga; por el Oeste el municipio de Acatlán de Juárez; por el Sureste el municipio de Zacoalco de Torres; por el Este el ejido de Jocotepec; y por el Sur el ejido de La Loma, ambos del municipio de Jocotepec.

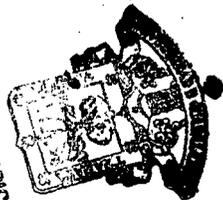
#### V.1.3.- VIAS DE ACCESO.

# LOCALIZACION



LOCALIZACION DEL MUNICIPIO DE JOCOTEPEC Y DE LA CUENCA DEL ARROYO GRANDE, VALLE DE HUEJOTITAN, ZAPOTITAN Y EL MOLINO.

ESQUEMA DE ARCHIVO  
BIBLIOTECA



La cabecera municipal está comunicada con la capital del Estado por la carretera N. 15 nacional Guadalajara-Morelia km. 75 y -- por la carretera ribereña Chapala-Jocotepec km. 25. El área de estudio tiene comunicación por la carretera N. 15 nacional y está localizada en el km. 55 hasta el 72. Las localidades del municipio tienen comunicación por brechas de acceso transitables todo el año con vehículos motorizados, y las áreas donde se localizaron las alternativas de obras de conservación son comunicadas por caminos saca-cosechas a los ejidos referidos.

## V.2. PROMOCION SOCIAL.

### V.2.1.- TOMA DE CONTACTO CON LAS COMUNIDADES.

Quando se realice un estudio, cualquiera que fuere su objetivo, es necesario involucrar a los habitantes del área estudiada, -- dándoles a conocer el proyecto, orientándolos y explicándoles - el objetivo principal; con la finalidad de que sean los principales actores en la realización del proyecto, para que así tomen conciencia sobre los objetivos principales y puedan tomar - decisiones y realizar acciones que les redituen frutos posteriores. Con esta finalidad se realizaron visitas periódicas a - los ejidos, entrevistándonos con sus representantes, con el objeto de detectar sus inquietudes en la conservación de suelos y agua. Concientizarlos sobre el beneficio de las obras y sobre - un manejo adecuado de los recursos naturales de que disponen para el desarrollo agropecuario y forestal de su zona. Se realizaron en coordinación con los productores, recorridos de campo, - en donde observamos las necesidades de mejoras territoriales, - obras de conservación de suelos y agua; así como un manejo adecuado de los residuos de sus cosechas, con la finalidad de incrementar la producción; mantener la productividad de los suelos, y al mismo tiempo, que nos ayuden atenuando la erosión, mediante explicaciones gráficas y audiovisuales. Se sensibilizó a los productores, sobre la degradación de los suelos, sobre el -

mal manejo de los cultivos y residuos de cosechas, así como el mal manejo del agua, debido a falta de obras de conservación de suelos y agua, con la finalidad de que ellos tomaran medidas -- adecuadas en el manejo de los suelos y no esperen soluciones -- del Gobierno Federal, ya que de no cuidar sus recursos natura-- les, se reducirá su producción agrícola, al mismo tiempo que -- menguarían sus ingresos por el producto del campo.

### V.3.- BUSQUEDA DE ALTERNATIVAS.

En las reuniones y visitas se expuso que se estaba realizando un estudio del área, para detectar las necesidades de obras de conservación y mejoras territoriales; así como prácticas de manejo de suelos y vegetación, con la finalidad de optimizar los recursos, proteger al suelo del proceso erosivo y mantener su productividad en condiciones rentables, para su explotación - agrícola.

### V.4.- PROGRAMACION DE LAS ACCIONES.

Se realizaron los estudios socio-económicos, estudios fisiográficos y se estimó el riesgo de potencial de erosión, con la finalidad de planificar adecuadamente las alternativas de obras de conservación del suelo y agua; así como las prácticas de manejo de suelos y vegetación que nos ayuden a mantener la productividad de los suelos, reducir las pérdidas por el proceso erosivo y aumentar la producción.

Se encontró que las obras que se deben de realizar son: terrazas de formación paulatina, presas filtrantes para control de azolves, zanjias de avenamiento o drenaje parcelario, nivelación de terrenos, surcado a contorno, empastado de taludes y reforestación con terrazas individuales. En el plano de diseño de obras, se marca su localización que va de acuerdo al riesgo de

potencial de erosión del área, con el objeto de reducir al máximo las pérdidas de suelo.

#### V.5.- ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS.

##### V.5.1.- DEMOGRAFIA.

La población total del municipio para 1980 fue de 31 850 habitantes, la cual representó un 5.2% de crecimiento anual promedio, en comparación a la de 1970, teniendo una densidad de 100.4 habitantes por kilómetro cuadrado.

Cuadro 8. DISTRIBUCION DE LA POBLACION MUNICIPAL POR EDAD Y SEXO

| SEXO            | EDAD              |        |
|-----------------|-------------------|--------|
| Niñas           | Hasta 6 años      | 154    |
| Niños           | Hasta 6 años      | 152    |
| Niñas           | De 7 a 14 años    | 3 556  |
| Niños           | De 7 a 14 años    | 2 902  |
| Jóvenes Varones | De 15 a 25 años   | 6 272  |
| Señoritas       | De 15 a 25 años   | 6 899  |
| Adultos Varones | De más de 25 años | 5 852  |
| Adultos Mujeres | De más de 25 años | 6 063  |
| TOTAL           |                   | 31 850 |

FUENTE X: Censo de población y vivienda S.P.P., S.E.P.

La fuerza de trabajo está representada en jóvenes de 14 años y adultos de hasta 55 años, que representa un total de 19 023 personas en edad de trabajar, de las cuales 9 272 son hombres y 9 751 son mujeres.

V.5.1.1.- POBLACION ECONOMICANTE ACTIVA.- La población económicamente activa en el municipio para 1985, fue de 9 716 personas. Analizando esta población por ramas de actividad en el municipio, se observa que el sector agropecuario absorbe un total de 4 122 personas correspondientes al 42.42%; el sector industrial ocupa a 2 312 personas equivalente al 23.80%; y en el sector servicios laboran 3 282 personas correspondiendo al 33.78%. Cabe hacer notar que muchos jefes de familia, así como jóvenes en edad de trabajar laboran en la capital del Estado -Guadalajara-, así como en Chapala y en la ribera del Lago, pero residen en la cabecera municipal: Jocotepec. De la mano joven en edad de producir sólo un 60% trabaja en el municipio y el 40% en la capital del Estado y Chapala; el 90% de la población económicamente activa mayor de 35 años, trabaja en el sector agropecuario (agricultura y ganadería).

V.5.1.2.- MOVIMIENTOS MIGRATORIOS.- En el municipio de Jocotepec existe un alto índice de migración por parte de la gente joven, la mayor afluencia es para los Estados Unidos de Norteamérica, Guadalajara y la ciudad de México, donde buscan mejores oportunidades de empleo.

V.5.1.3.- NUMERO DE FAMILIAS EN EL MUNICIPIO.- El número de familias para 1980 fue de 5 308 y el promedio de miembros integrantes fue de 6 por familia, pero existen familias numerosas con hasta 12 y 14 miembros.

FUENTE: X Censo de población y vivienda S.P.P., S.E.P.

#### V.5.2.- NIVELES DE VIDA Y BIENESTAR.

V.5.2.1.- ALIMENTACION.- Existe gran índice de desnutrición en el municipio, debido a que no hay orientación adecuada para el consumo de alimentos, ya que se abusa en el consumo de la tortilla de maíz, frijol, carne de puerco, existiendo en el municipio otros productos como pescado, pollo, huevo, leche y hortalizas.

V.5.2.2.- VIVIENDA.- La construcción de las viviendas en su mayoría, es de material ladrillo y un 50% tiene ya techo de bóveda, pero existen construcciones de adobe y techos de teja en la cabecera municipal; no así en las comunidades rurales, donde predominan las construcciones de adobe y techos de teja con un 20% de chozas construídas con madera y paja. Las fincas tienen un promedio de 2 cuartos por finca en la cabecera municipal, En las rancherías el promedio es de un cuarto por finca, existiendo gran promiscuidad debido a que en un cuarto duermen hasta 4, 5 y 6 personas. El promedio en todo el municipio es de 4 habitantes por cuarto-habitación.

#### V.5.3.- INFRAESTRUCTURA BASICA.

V.5.3.1.- EDUCACION.- La educación de los habitantes del municipio se ve beneficiada por un total de 5 jardines de niños, 18 - escuelas primarias y 5 secundarias, localizándose en la cabecera municipal 2 jardines de niños, 6 primarias y 1 secundaria; - el resto se encuentran diseminadas en poblaciones mayores de -- 500 habitantes. Existe también en la cabecera municipal un centro educativo de formación técnica a nivel medio-superior, dependiente de la S.E.P. De las escuelas existentes el 53% pertenecen al sistema federal dependientes de la S.E.P. y el 47% son del sistema estatal del Departamento de Educación Pública del - Gobierno de Jalisco. La población escolar primaria se contempla en más de 6 000 alumnos que son atendidos por 135 maestros. La educación secundaria tiene una densidad de 1 000 alumnos con 67 maestros. En el municipio sólo existe un 10% de analfabetismo y se presenta en la población adulta mayor de 35 años, porque el 100% de la juventud sabe leer y escribir, encontrando que el -- 50% que lee y escribe terminó la instrucción primaria básica, - el 30% la secundaria, un 10% ha estudiado en la capital del Estado la preparatoria o educación técnica-media-superior y por - último otro 10% ha terminado en las universidades del Estado o del País su formación profesional.

FUENTE: S.E.P.-Departamento de Informática y Estadísticas.  
(1985).

V.5.3.2.- SALUBRIDAD.- Cuenta el municipio con 4 centros de salubridad, los que a su vez disponen de 16 camas; además exis-ten 6 consultorios rurales dispersos en poblaciones mayores de 1 200 habitantes, disponiendo de 6 médicos para atender a la población del municipio, con 13 enfermeras. Existen en la cabecera municipal consultorios particulares y 1 sanatorio-maternidad, por lo que sólo en las rancherías no existe una atención-médica adecuada.

FUENTE: S.S.A.-Dirección General de Salud Pública.

#### V.5.4.- SECTORES ECONOMICOS.

V.5.4.1.- AGRICULTURA.- La situación agrícola del municipio se encuentra en 10 284 has., que corresponden al 32.3% de la superficie territorial de Jocotepec, las cuales son utilizadas para la producción de 4 cultivos: maíz, sorgo, garbanzo y chayote, principalmente; obteniendo rendimientos promedios de - - 2 000 kg/ha., 4 500 kg/ha., 700 kg/ha. y 21 000 kg/ha., respectivamente. Esta superficie agrícola se clasifica agrológicamente en tierras de 1, 2 y 3 categorías y sólo el 60% son mecanizadas, ya que el 40% de la superficie de labor se cultiva contracción animal, debido al porcentaje de pedregosidad superficial existente.

CUADRO 9. USO ACTUAL DEL SUELO EN EL MUNICIPIO DE JOCOTEPEC, EDO. DE JALISCO

| MUNICIPIO Y RAMA CENSAL | Nº DE UNIDADES | SUPERFICIE TOTAL CENSADA | SUPERFICIE DE LABOR | PASTOS CERROS | NATURALES LLANURAS | BOSQUES VERDEABLES | DE ESPECIES NO VERDEABLES | INCULTAS PRODUCTIVAS | NO ADECUADAS P/AGRICULTURA Y GANADERIA | SUSCEPTIBLE DE ABRIRSE AL CULTIVO EN FORMA FACIL Y COSTEABLE |
|-------------------------|----------------|--------------------------|---------------------|---------------|--------------------|--------------------|---------------------------|----------------------|--|--|
| JOCOTEPEC               | 372            | 31 838                   | 10 284              | 4 438         | 1 489              | -                  | 3 795                     | -                    | 11 832                                 | -  |

FUENTE: S.A.R.H., D.A.G.I. D.G.E.T.NAL. (cartas de uso actual y uso potencial)

La agricultura que se practica en Jocotepec es de temporal, -- principalmente; ya que sólo el 22.04% es beneficiada con el -- riego de aguas del Lago y un pozo artesano, con fines agríco-- las.

CUADRO 10. PRODUCTOS AGRICOLAS, SUPERFICIE Y RENDIMIENTOS EN EL MUNICIPIO DE JOCOTEPEC. (1986)

| CULTIVO  | SUPERFICIE<br>HAS. | RENDIMIENTO<br>KG/HA. |
|----------|--------------------|-----------------------|
| Mafz     | 3 100              | 2 000                 |
| Sorgo    | 2 750              | 4 500                 |
| Garbanzo | 1 310              | 700                   |
| Chayote  | 100                | 21 000                |

FUENTE: S.A.R.H., D.A.G.I.

CUADRO 11. NUMERO Y SUPERFICIE DE LAS UNIDADES DE PRODUCCION POR CLASE DE ENERGIA EMPLEADA EN JOCOTEPEC. (1986)

| RAMA DE PRODUCCION<br>Y TIPO DE ENERGIA | SUPERFICIE<br>TOTAL | % DE LA SUPERFICIE<br>TOTAL |
|---|---------------------|-----------------------------|
| Agrícola                                | 10 284              | 100.00 %                    |
| Energía animal                          | 3 180.06            | 31.01 %                     |
| Energía mecánica                        | 5 077               | 49.42 %                     |
| Otra energía                            | 2 027.04            | 19.75 %                     |

FUENTE: S.A.R.H., D.A.G.I.

Para la atención a los productores agrícolas, la S.A.R.H. dispo

ne de 4 extensionistas y 1 técnico para la organización de productores; 1 trabajadora social, mejoradora del hogar rural y 1 técnico de sanidad vegetal.

V.5.4.2.- GANADERIA.- El municipio de Jocotepec contempló para 1986 el siguiente inventario ganadero: 20 575 cabezas de ganado bovino; 23 920 de ganado porcino; 5 000 de ganado caprino; y 80 113 aves, lo cual representa que el potencial pecuario es bueno en cantidad, pero bajo en calidad.

No existe en el municipio madera aprovechable, por lo que no se trata el aspecto forestal en los sectores económicos.

V.5.4.3.- SECTOR INDUSTRIAL.- En Jocotepec sólo existen contadas industrias, entre las que destacan la Cfa. Embotelladora - Roca Azul, S.A. y Frigoríficos Chapala; el resto lo componen pequeños negocios, como tortillerías, panaderías, molinos de nixtamal, herrerías, talleres de tejido de lana y fibras sintéticas, talleres de costura y sombreros de palma.

FUENTE: Presidencia Municipal e investigación directa.

V.5.4.4.- SECTOR COMERCIO Y SERVICIOS.- Para 1985 Jocotepec -- contó con un total de 400 establecimientos comerciales, predominando entre ellos los giros referentes a la venta de productos alimenticios, abarrotes y en pequeña escala a las ferreterías, refaccionarias, materiales de construcción, boneterías - consultorios médicos particulares; existen entre otros servicios anexos al comercio que se localizan la mayor parte en la cabecera municipal, como son: billares, cines, baños públicos-ostionerías, bares, línea blanca, farmacéuticos, gasolinera y talleres de auto-servicio.

FUENTE: Investigación directa, Presidencia Municipal.

## V.6.- CLIMATOLOGIA

### V.6.1.- CLASIFICACION

Las clasificaciones de climas se apoyan principalmente en la humedad y la temperatura, que expresan el grado de favorabilidad para el desarrollo de las plantas. En el presente estudio es definido el clima del municipio de Jocotepec por dos clasificaciones: la de W. Koppen y la de C. W. Thornthwaite.

De acuerdo con la clasificación de W. Koppen (de uso mundial), el clima anual del municipio, en términos generales, está definido por las literales Bswha, cuyo significado es el siguiente:

- Bs Es clima semiárido, la lluvia media anual en centímetros es menor que  $2(t+14)$ , donde t es la temperatura media anual.
- W Las lluvias son en verano.
- h La temperatura media anual es mayor de  $18^{\circ}\text{C}$ .
- a La temperatura media del mes más cálido, es mayor de  $22^{\circ}\text{C}$ .

Conforme a la clasificación de C.W. Thornthwaite, al municipio le corresponde un clima anual expresado por las siguientes literales: C (01) B<sub>1</sub> (a'), que indican el grado de humedad, la distribución anual de la lluvia, la categoría de temperatura y el tipo de variación de ésta.

Con relación a la humedad (calculada mediante los factores precipitación-temperatura), el clima anual es C = semiseco. Sin embargo, al calcular la humedad por mes, resulta que a los de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril, les corresponde la clasificación de muy seco; los meses de mayo y octubre están comprendidos dentro de la categoría de seco; y los meses de junio, julio, agosto y septiembre pertenecen a la de húmedo.

De acuerdo a las características de distribución de la lluvia, el clima anual es (oi), lo cual indica que el otoño y el invierno son secos.

Con relación a las categorías de temperatura o regímenes térmicos, el clima anual es B<sub>1</sub> = semicálido, teniendo esta misma categoría los meses de marzo a octubre; pero los meses de noviembre a febrero pertenecen a la jerarquía de cálido.

Por último, el tipo de variación de temperatura que corresponde a este municipio es (a), que significa sin cambio térmico - invernal bien definido.

CUADRO 12. RESUMEN DE CLIMA SEGUN C, W, THORNTHWAITTE EN EL MUNICIPIO DE JOCOTEPEC

| MES       | CON RELACION<br>A LA HUMEDAD | ESTACION  | CON RELACION<br>A LA TEMPERATURA | TEMPERATURA<br>MEDIA °C |
|-----------|------------------------------|-----------|----------------------------------|-------------------------|
| Enero     | Muy Seco                     | Invierno  | Templado                         | 17.3                    |
| Enero     | Muy Seco                     | Invierno  | Templado                         | 17.7                    |
| Marzo     | Muy Seco                     | Invierno  | Semi-cálido                      | 19.2                    |
| Abril     | Muy Seco                     | Primavera | Semi-cálido                      | 21.1                    |
| Mayo      | Seco                         | Primavera | Semi-cálido                      | 22.3                    |
| Junio     | Húmedo                       | Primavera | Semi-cálido                      | 21.6                    |
| Julio     | Húmedo                       | Verano    | Semi-cálido                      | 20.2                    |
| Agosto    | Húmedo                       | Verano    | Semi-cálido                      | 19.8                    |
| Octubre   | Seco                         | Otoño     | Semi-cálido                      | 19.3                    |
| Noviembre | Muy Seco                     | Otoño     | Templado                         | 17.8                    |
| Diciembre | Muy Seco                     | Otoño     | Templado                         | 17.6                    |

Clima anual C (oi) B<sub>1</sub>' (a')

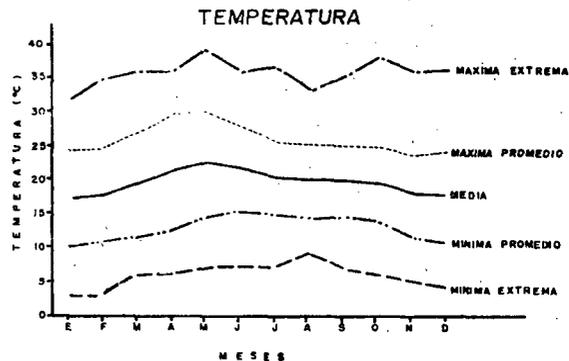
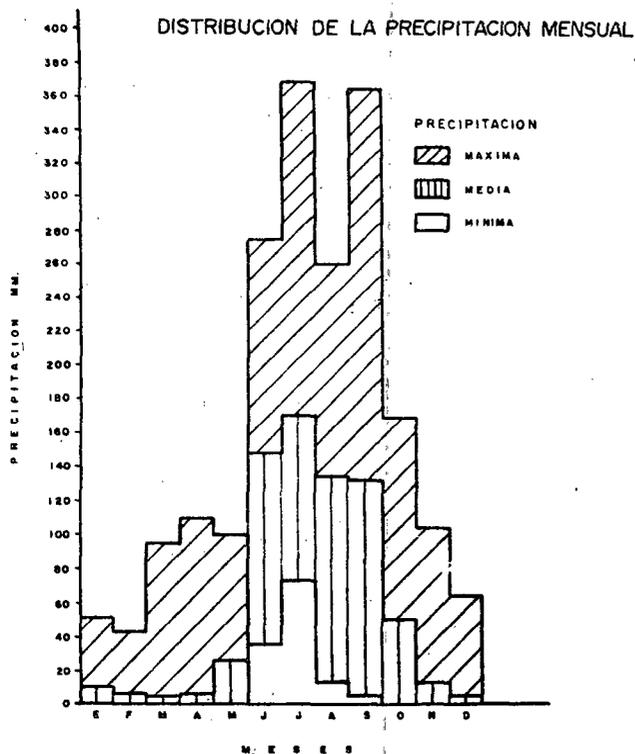
C = semi-seco

(oi) = otoño e invierno secos

B<sub>1</sub>' = semi-cálido

(a') = sin cambio térmico invernal bien definido

V.6.1.1.- PRECIPITACION.- La precipitación media anual para el área de estudio en el municipio de Jocotepec es de 731.3 mm -- (en periodo de 1944-1985 fuente S.A.R.H.). El temporal de lluvias es prácticamente de junio a septiembre, representando el 82.7% del total anual; el mes en que se presentan las lluvias más abundantes es julio, con 181.6 mm, y significa el 25.1% --



| CONCEPTO               | E    | F    | M    | A    | M    | J    | J    | A    | S    | O    | N    | D    | ANUAL |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| TEMPERATURA MEDIA      | 17.3 | 17.7 | 19.2 | 21.1 | 22.3 | 21.6 | 20.2 | 19.8 | 19.8 | 19.3 | 17.8 | 17.6 | 19.5  |
| TEMP MAXIMA EXTREMA    | 32.0 | 35.0 | 36.0 | 36.0 | 39.0 | 38.0 | 36.8 | 35.0 | 36.0 | 35.9 | 31.0 | 30.0 | 39.0  |
| TEMP MINIMA EXTREMA    | 3.0  | 3.0  | 6.0  | 6.2  | 7.0  | 7.2  | 7.0  | 8.0  | 7.3  | 6.0  | 5.0  | 4.0  | 3.0   |
| TEMPERATURA OSCILACION | 14.2 | 13.9 | 18.6 | 17.1 | 18.8 | 18.2 | 11.0 | 10.7 | 10.5 | 10.9 | 12.2 | 13.3 | 12.2  |
| TEMP MAXIMAS PROMEDIO  | 24.4 | 24.6 | 27.0 | 28.6 | 30.2 | 29.2 | 28.7 | 28.1 | 25.0 | 24.7 | 23.9 | 24.2 | 26.1  |
| TEMP MINIMAS PROMEDIO  | 10.2 | 10.7 | 11.4 | 12.8 | 14.4 | 16.0 | 14.7 | 14.6 | 14.5 | 13.8 | 11.7 | 10.9 | 12.9  |

FIGURA No.1 .- GRAFICAS DE PRECIPITACION Y TEMPERATURAS DEL MUNICIPIO DE JOCOTEPEC EDO., DE JALISCO.

ESCUELA DE AGRICULTURA  
 BIBLIOTECA



del total anual. La lluvia máxima promedio en 24 horas es de 35 mm, sin embargo, se han presentado máximas de 82 y 128 mm, la duración de los aguaceros varía de 0.5 a dos horas. Para la elaboración del estudio de potencial de erosión de la zona, se utilizó la ecuación universal de la pérdida de suelos, y para poder estimar estas dos pérdidas potenciales de suelo, es necesario conocer la intensidad de la lluvia, evento por evento y obtener de cada una de ellas su energía cinética y la intensidad máxima en 30 minutos, que al sumarlas se obtendría el valor de erosividad ( $R = \sum_{i=1}^N E_i 30$ ), por lo que se registraron los datos de precipitación diarios del mes más lluvioso -julio- en el año de 1985, para cuantificar el grado de erosividad de la gota de lluvia. Datos que fueron registrados en la estación climatológica de la S.A.R.H. en Jocotepec. En base a las cartas de uso actual y uso potencial, también se cuantificó la erosión de la zona, con la metodología usada por F.A.O., para fines comparativos, y así poder determinar el uso de prácticas de manejo de suelos y obras de conservación que nos ayuden a reducir las pérdidas de suelos por erosión.

V.6.1.2.- TEMPERATURA.- La temperatura media anual es de 19.5°C, La máxima promedio anual es de 26.1°C, aunque se ha registrado una máxima extrema de 38°C en octubre; y otra de 39°C en mayo. La temperatura mínima promedio anual es de 12.9°C; la mínima extrema fue de 3°C, registrada en los meses de enero y febrero,

FUENTE: S.A.R.H. 1985.

V.6.1.3.- HELADAS.- Las temperaturas no llegan a descender bajo cero y se consideran heladas cuando desciende la temperatura a 5°C, por lo que los meses en que suelen ocurrir son en noviembre, diciembre, enero y febrero, con un promedio de 4 días con heladas al año, aunque se ha registrado máximas de 19 días.

FUENTE: S.A.R.H. 1985.

V.6.1.4.- VIENTOS.- Durante los meses de enero, marzo y abril dominan los vientos procedentes del Oeste; en febrero los del Suroeste; en mayo dominan los del Norte; en los meses de junio, julio, noviembre y diciembre los del Este; en agosto, septiembre y octubre dominan los vientos del Noroeste. De acuerdo a su frecuencia, durante los doce meses del año dominan los vientos del Este. En los meses de enero, junio, julio, agosto, noviembre y diciembre, la velocidad de los vientos es de 3 km/hora; en los de febrero, abril, septiembre y octubre es de 8 km/hora; y en los meses de marzo y mayo la velocidad es de 14 km/hora.

FUENTE: S.A.R.H. 1985.

En general, exceptuando los inconvenientes de ciertas ráfagas violentas esporádicas que suelen acompañar a las lluvias; la intensidad de estos vientos no representan impedimentos serios para el desarrollo de los cultivos y son sensiblemente bajos para acelerar el proceso erosivo, aunado a esto, que los suelos son de textura arcillosa con alto índice de resistencia a la erosión remontante provocada por los vientos, considerando que la erodabilidad del suelo es una función de las propiedades físico-químicas e hidrológicas del mismo y se estima como una función del tamaño de la arena de .1 a 2.00 mm, y de arenas muy finas y la fracción limosa de 0.1 a 0.002 mm, el contenido de materia orgánica, el tamaño y tipo de agregados y la permeabilidad del suelo.

V.6.1.5.- EVAPORACION.- La evaporación registrada en la estación climatológica de la S.A.R.H. en Jocotepec para el año de 1985 fue la siguiente:

CUADRO 13. EVAPORACION MEDIA MENSUAL

| MES         | EVAPORACION MM. |
|-------------|-----------------|
| Enero       | 103.0           |
| Febrero     | 112.1           |
| Marzo       | 166.1           |
| Abril       | 186.0           |
| Mayo        | 201.2           |
| Junio       | 178.0           |
| Julio       | 159.9           |
| Agosto      | 152.3           |
| Septiembre  | 134.1           |
| Octubre     | 130.1           |
| Noviembre   | 107.3           |
| Diciembre   | 92.0            |
| Total anual | 1 727.1         |

## V.7.- FISIOGRAFIA.

### V.7.1.- GEOLOGIA SUPERFICIAL.

Geológicamente el municipio de Jocotepec está constituido -los suelos- por aluvión, residuales y tobas alteradas de origen ígneo; los suelos residuales generalmente están en los valles y pequeñas depresiones, constituidos principalmente por arcillas de óxido de sílice, silicatos y óxidos de aluminio; productos de los materiales detríticos que se acumulan.

### V.7.2. GEOMORFOLOGIA.

La zona de estudio se localiza en la región fisiográfica centro de Jalisco en el sistema montañoso neovolcánico del centro de Jalisco, ocupando el terreno que rodea al Lago de Chapala - por su parte occidental, con altitudes variables entre los - -

1 520 m.s.n.m. sobre la ribera del Lago, hasta alcanzar alturas de 2 700 m.s.n.m., localizadas en los picos del límite Norte, en el Oeste alcanza alturas de 2 400 m.s.n. y en los del Sur con 2 300 m.s.n.m. La mayor parte de su territorio tiene una geomorfología muy accidentada, ya que ocupa estribaciones de la Sierra Madre Occidental, entre las cuales se encuentran elevaciones destacadas al Norte del municipio, las Sierras El Madroño (hasta 2 700 m.s.n.m.) y Las Vigas ( 2 300 m.s.n.m.), en el Este se encuentra la Sierra El Ixtle (elevaciones de 2 400 m.s.n.m.). Las partes planas de mayor importancia se localizan en 3 zonas: sobre la ribera del Lago entre elevaciones de 1 520 y 1 550 m.s.n.m.; en la parte Noreste del municipio - cuyas elevaciones se encuentra de 1 550 a 1 650 m.s.n.m.; y por último, al Sureste se encuentran tierras entre elevaciones de 1 780 y 1 850 m.s.n.m. Estas 3 zonas representan aproximadamente una tercera parte de la superficie municipal, siendo la del Noreste la de mayor extensión y la que se aprovecha integralmente a la agricultura, perteneciendo además a la cuenca del proyecto aquí elaborado.

#### V.7.3.- TOPOGRAFIA.

Como se aprecia en el párrafo anterior, el municipio tiene terrenos planos y en su gran mayoría montañosos, las alturas al nivel de la Laguna varían desde 1 570 m.s.n.m. al extremo NO a las 1 700 m.s.n.m. en los extremos S.E; en los terrenos montañosos las alturas varían desde 1 700 m.s.n.m. hasta 2 700 m.s.n.m. En la zona de estudio las pendientes dominantes con mayor extensión son las de 0 a 5%, ocupando la parte central o agrícola de la zona del proyecto. Las de 5 a 10% y las de 10 a 15% corresponden a las áreas de transición entre los terrenos sensiblemente planos y los cerriles; las de 15 a 30% y más de 30% pertenecen a las áreas cerriles o montañosas situadas en la periferia de la zona.

#### V.7.4.- HIDROGRAFIA.

Hidrologicamente el municipio se encuentra enclavado dentro de la cuenca Lerma-Chapala Santiago, que a su vez está ubicado en las subcuencas siguientes: la N. IV alto Santiago, que comprende la cuenca directa del Río Santiago de la Presa de Poncitlán a la confluencia con el Río Bolaños; la subcuenca N. VII bajo-Lerma, que comprende la cuenca directa del Río Lerma, desde su confluencia con el Río Turbio a la Presa de Poncitlán; y la subcuenca cerrada que contiene las Lagunas de San Marcos, Zaacoalco y Sayula (esta última cuenca está integrada a la anterior, en la división de regiones hidrológicas de la S.A.R.H.).

La aportación hidráulica más importante la representa el Lago de Chapala, cuya ribera por lo que corresponde al municipio, tiene una extensión de aproximadamente 27 km. Además se cuenta con algunas corrientes de 2° orden, que desembocan en 3 diferentes subcuencas; la parte alta del Arroyo Los Sabinos con varios subafuentes que desembocan en el Río Santiago, pequeñas corrientes de corto recorrido, como los arroyos Peña de Agua, La Ardilla, El Camichín, El Timbre y La Uva, desembocando éstos en el Lago de Chapala; y por último, El Arroyo Grande, en cuya cuenca se elaboraron los estudios básicos de pérdidas de suelo, riesgo y potencial de erosión, para la planeación de alternativas de conservación, que ayuden a atenuar el proceso erosivo. Este arroyo tiene una longitud estimada en 15 km., su cauce no indica la potencialidad de los escurrimientos que constituyen su caudal, por lo que es necesario señalar su cuenca hidrográfica. Hasta la parte más baja de su curso, en el límite de las tierras agrícolas de la zona (playas del ejido El Molino), el arroyo tiene una cuenca que alcanza una superficie de 123 km<sup>2</sup>, por lo que considerando la precipitación media anual de la cuenca (731 mm) y su coeficiente de escurrimiento, se estima que el cauce del arroyo conduce 12 millones de metros cúbicos anuales. Sin embargo, una parte de ese caudal se resume en las tierras planas, formando terrenos agrícolas de

humedad, que en su parte más baja están afectadas por exceso de agua. Este problema fue resuelto por la S.A.R.H., gracias a la construcción de un dren colector de aguas superficiales, cuya longitud es de 5 160 metros, plantilla de 12 mts., tirante de 1.5. mts., pendiente de 0.0003 mts. y gasto de 11.2 mts. cúbicos por segundo; así como de dos drenes secundarios con longitudes aproximadas de 1 800 mts. y 600 mts., con lo cual es desalojada el exceso de agua de lluvia de la zona, mejorando las condiciones de las tierras afectadas. Estos excedentes son conducidos hacia la Presa El Molino, que a su vez regula el caudal y por su vertedor conduce las excedencias hacia la cuenca cerrada de la Laguna de San Marcos.

#### V.7.5.- VEGETACION.

En los alrededores de la zona de estudio en Jocotepec, Jalisco, desarrollándose entre los 1 600 y 1 800 m.s.n.m., se encuentra vegetación arbórea y matorral subtropical más o menos cerrado de 3 a 5 mts. de altura, que representa un grupo algo heterogéneo de comunidades vegetales con: camichín (*Ficus* spp.), álamo (*Populus* spp.), chicalote (*Argemone* spp.), eucalipto (*Eucalyptus* spp.), hutzache (*Acacia farnesiana*), mezquite (*Prosopis* spp.), nopal (*Opuntia* spp.), ozote (*Ipomoea* spp.), palo dulce (*Plysenhardtia orthocarpa*), pirul (*Spondia* spp.), sauce (*Salix* spp.), tule (*Typhalatifolia*), zapote (*Casimiroa edulis*). Esta vegetación subtropical está desprovista de lianas conspicuas y entre las epifitas vasculares solamente destaca *Thillandsia recurvata* (comúnmente llamada heno). El matorral subtropical está restringido a suelos someros y pedregosos de las laderas de los cerros, siendo sustituido en terrenos planos o poco inclinados por el pastizal o por el bosque espinoso. Existen ciertas áreas de pastizales más o menos frecuentes como: amor seco (*Eragrostis* spp.), camalote (*Panicum* spp. y *Paspalidium* spp.), grama negra (*Hilaria cenchroides*), pelillo (*Bouteloa filiflormis*), navajita banderilla (*Bouteloa-*

curtipendula), navajita velluda (*Bouteloa hirsuta*), retorcido-moreno (*Heteropogon contortus*), zacate axilador (*Rhinchelitrum roseum*), zacate gusano (*Setaria geniculata*).

En las partes altas, entre altitudes de 1 900 a 2 250 m.s.n.m. se encuentra: aile (*Alnus* spp.), casuarina (*Casuarina longifolia*), ceiba (*Ceiba aesculifolia*), encino (*Quercus* spp.), enebro (*Juniperus comunis*), pino (*Pinus* spp.). Las plantas herbáceas están bien representadas y forman en la época favorable del año un estrato más o menos continuo, sobre todo en la superficie disponible del suelo, pues en las laderas muy inclinadas las rocas o las piedras no dejan mucho espacio entre sí. Algunas hierbas son perennes como: grama rodillona (*Andropogon* spp.), pelillo (*Bouteloa filiflormis*), retorcido moreno (*Heteropogon contortus*), otras son anuales y muy abundantes como: amor seco (*Eragrostis* spp.), navajita velluda (*Bouteloa hirsuta*).

En las áreas de cultivo son frecuentes las siguientes malas hierbas: aceitilla (*Bidens* spp.), anís (*Pimpinella anisum*), ca malote (*Panicum* spp. y *Paspalidium* spp.), coquillo (*Cyperus* spp.), chayotillo (*Sycios angulatus*), grama rodillona (*Andropogon* spp.), huizapal (*Cenchrus* spp.), lengua de vaca (*Rumez* spp.), pitillo (*Ixophorus unisetus*), quelite (*Quenopodium* spp.), quiebra platos (*Aspicarpa* spp.), tacote (*Tithonia tubaeformis*), verbena (*Verbena ciliata*).

FUENTE: Rzedowski y Mc. Vaugh, Vegetación de Nueva Galicia y DEGETENAL, con base en investigación directa.

## V.8.- SUELOS.

### V.8.1.- DESCRIPCION GENERAL.

En el territorio del municipio de Jocotepec, Jal., existen va-

rios grupos de suelos, que de acuerdo a sus características, pertenecen -según la clasificación del sistema FAO-UNESCO definida en la carta de la Dirección General de Estudios de Geografía del Territorio Nacional, DGTENAL- a las unidades vertisol, pélico, vertisol crómico, faeozem háplico, luvisol crómico y litosol. En los terrenos bajos y planos, mayormente de vocación agrícola, los suelos se presentan como grupos independientes; en tanto que en los terrenos montañosos, se presentan en forma asociada de la manera siguiente: vertisol con faeozem háplico, faeozem háplico con vertisol pélico, faeozem háplico con litosol, luvisol crómico con faeozem háplico y litosol con faeozem háplico.

V.8.1.1.- CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE SUELOS.- Vertisol ( V ).- Suelos de textura fina, con grietas profundas, tienen micro-relieve gilgai o superficies de deslizamiento y estructura de cuña. Se presentan el vertisol pélico (Vp), cuyo color en húmedo (según Monsell), es menor de 1.5; y el vertisol crómico (Vc), que tiene color en húmedo de 1.5 o mayor en los primeros 30 cms. de espesor. En los terrenos bajos y planos el suelo de espesor mediano a profundo de color gris de buena calidad agrícola, mientras en los terrenos montañosos se encuentra asociado con suelos del grupo faeozem de espesor mediano a delgado. Generalmente, contiene piedra pequeña en algunas zonas y en otras un lecho rocoso; es de baja calidad agrícola. En total ocupa una superficie de 15 960 has., de las cuales 9 271 son susceptibles de aprovecharse para fines agrícolas.

Faeozem háplico ( Hh ).- Los suelos tienen un horizonte A melánico y un horizonte B cámbico, argilúvico, gfbisico o cálcico; no tienen horizontes calcáreos en los primeros 100 cm. de espesor y su secuencia de horizontes es normal. Se encuentran sobre terrenos de lomas y cerros, con pendientes ligeramente inclinadas o muy inclinadas; son de espesor delgado a mediano, de textura medias a finas, tienen un lecho rocoso entre los 10 y 50 cmts. de profundidad en unas zonas y contienen piedras -

pequeñas en otras. De la superficie que abarcan, 11 763 has., sólo 850 pertenecen a suelos de buena calidad agrícola; casi siempre estos suelos se encuentran en forma asociada con el grupo litosol o con el grupo vertisol.

**Litosol ( I ).**- Suelos de espesor limitado por roca, dentro de los 25 cms. de espesor. Se encuentran en terreno cerril de topografía accidentada y asociados con suelos faeozem. El suelo es delgado, de textura media, generalmente de baja calidad agrícola, perteneciendo a esta clasificación edafológica 1 900 has. en el municipio.

**Luvisol crómico ( Lc ).**- Estos suelos tienen un horizonte A pálido o sombrico endurecido cuando está seco, tienen un horizonte B argilúbrico de color café intenso a rojo, se presenta asociado con el grupo faeozem háplico, contiene piedra pequeña en la superficie o cerca de ella, es de espesor delgado a mediano, de textura media y se encuentra sobre terrenos montañosos de pendientes ligeramente inclinadas a muy inclinadas. Comprende una superficie de 1 882 has., de las cuales sólo 300 pertenecen a suelos de segunda clase, agrológicamente, resultando el resto inaprovechable en labores agrícolas.

#### V.8.2.- USO ACTUAL DEL SUELO EN EL MUNICIPIO DE JOCOTEPEC.

El uso actual del suelo, se refiere a la utilización que se le está dando al recurso natural, o sea, las operaciones agrícolas, ganaderas, silvícolas, de recreo o urbano, que se efectúan en el territorio. Este uso debe ser acorde a su capacidad o uso potencial, de lo contrario se acelera su proceso de degradación y disminuye su productividad. De esto se desprende que en el municipio de Jocotepec se encuentran 10 284 has. de uso agrícola, en las cuales se practica en su mayoría de superficie una agricultura de temporal, alternando los cultivos de primavera-verano y los de humedad residual o de otoño-invierno. Esta superficie corresponde a un 32.3% del total del muni-

cipio. De área ganadera o de uso pecuario se utiliza una superficie de 5 927 has. que corresponde a un 18.6% de la superficie total. Se encuentra una superficie de 15 627 has. de área cerril que no es posible su aprovechamiento de uso agrícola, - pecuario o forestal de manera rentable, por sus condiciones topográficas y de vegetación nativa. Esta área representa el 50% de la superficie municipal, sin embargo, pese a sus condiciones, se observó que se siembran áreas con pendientes muy pronunciadas y se extrae madera para combustible; además, no se regenera su vegetación, por lo que se está propiciando una degradación de los recursos que a la larga ya no será posible obtener ningún producto.

#### V.8.3.- USO POTENCIAL DEL SUELO.

El uso potencial del suelo se refiere básicamente a su capacidad real de uso, de acuerdo a sus características y condiciones naturales, que de alguna manera afectan a su rentabilidad en su uso productivo y de aprovechamiento.

En este municipio se estudió la capacidad de uso del suelo y se clasificó de acuerdo a un orden preferencial de aprovechamiento racional del recurso, utilizando los factores de limitación para clasificación agrológica de la FAO-UNESCO y que se tomaron de las cartas de la Dirección de Estudios Geográficos del Territorio Nacional, así como de información directa recabada en campo por el propio autor. Estas categorías y sus superficies respectivas se indican a continuación, así como los factores limitantes utilizados.

CUADRO 14. CLASIFICACION DE SUELOS POR SU CAPACIDAD DE USO,

| CLASES DE SUELOS                 | SUPERFICIE HAS. |
|----------------------------------|-----------------|
| Suelos de Primera clase          | 670.2           |
| Suelos de Segunda clase          | 6 703.5         |
| Suelos de Tercera clase          | 2 889.3         |
| Suelos de Cuarta clase           | 1 489.5         |
| Suelos de Quinta clase           | 3 511.5         |
| Suelos de Sexta clase            | 3 795.2         |
| Suelos de Séptima y Octava clase | 12 294.8        |
| Terrenos urbanos                 | 484.0           |
| <b>Total</b>                     | <b>31 838.0</b> |

Para esta clasificación se utilizaron como limitantes los siguientes factores:

Deficiencia de agua (isoyetas), profundidad real del suelo, -- grado de pendiente (topografía real), porcentaje de pedregocidad superficial, profundidad del manto freático (para las partes bajas de la cuenca y del municipio), exceso de agua (terrenos bajos expuestos a inundaciones), y por último, el grado de erosión, que se evaluó mediante el estudio de riesgo y potencial de erosión de la cuenca del Arroyo Grande en el Valle de Jocotepec. Para todo el territorio municipal, se tomó la estimación de erosión representada en la carta de uso potencial de la Dirección General de Geografía.

También se utilizaron para la clasificación de uso potencial el suelo, los siguientes factores auxiliares, forma de pendiente, tamaño de las piedras, textura, estructura, reacción-Ph, salinidad, sodicidad y los factores de manejo de suelos para uso agrícola o pecuario. Por lo que las clases de suelos obtenidas y aquí descritas se pueden definir de la siguiente-

manera:

- SUELOS DE PRIMERA CLASE.- Los de mejor calidad, susceptibles de aprovecharse sin restricciones, para todos los cultivos que se adapten al clima predominante del lugar.
- SUELOS DE SEGUNDA CLASE.- Los que tienen ligeras restricciones de uso y manejo, factibles de corregirse para adecuarlos a los cultivos que se adapten a las condiciones climáticas lógicas de la zona.
- SUELOS DE TERCERA CLASE.- Son los que ya presentan más restricciones para el uso agrícola, de acuerdo a los factores de clasificación, por lo que se recomienda la utilización de algunas prácticas de manejo de suelos para aprovecharlos en determinados cultivos.
- SUELOS DE CUARTA CLASE.- Estos presentan fuertes inconvenientes y baja calidad, por lo que no es rentable su utilización agrícola, ya que además se localizan en terrenos de fuertes pendientes, tienen poca profundidad y pedregosos, por lo que su uso se limita a fines pecuarios o forestales-- también mediante ciertas técnicas de manejo e implantación de praderas o productos maderables que aseguren su rentabilidad.
- SUELOS DE QUINTA CLASE.- También son terrenos bastante restringidos para su aprovechamiento integral, ya que presentan limitaciones por topografía (pendiente muy fuertes e --irregulares), profundidad de suelos (delgados) y pedregosidad superficial, por lo que sólo se deben de usar para fines ganaderos y forestales, bajo ciertas prácticas de manejo.
- SUELOS DE SEXTA CLASE.- A esta clase pertenecen los terrenos de topografía accidentada, con erosión severa, poca profundidad de suelos, que los hace inaprovechables, tanto -- agrícola, ganadero o silvícola; sin embargo, algunas áreas pueden ser usadas para el pastoreo de ganado ovicaprino, y se recomiendan reforestar y realizar prácticas de conservación de suelos y agua que ayuden a la regeneración de la --



  
ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

*FORMACION DE UN DREN PARA EL APROVECHAMIENTO DE TIERRAS BAJAS  
QUE SE INUNDAN, EJIDO DE HUEJOTITAN, MUNICIPIO. DE JOCOTEPEC., JAL.*



*AFINACION DE PLANTILLAS Y TALUDES DEL DREN DEL ARROYO  
GRANDE PARA DESALZAR AGUAS DE EXCEDENCIA EN TIERRAS  
DE CULTIVO, EJIDO DE HUEJOTITAN, MPIO. DE JOCOTEPEC., JAL.*

flora y fauna de la zona.

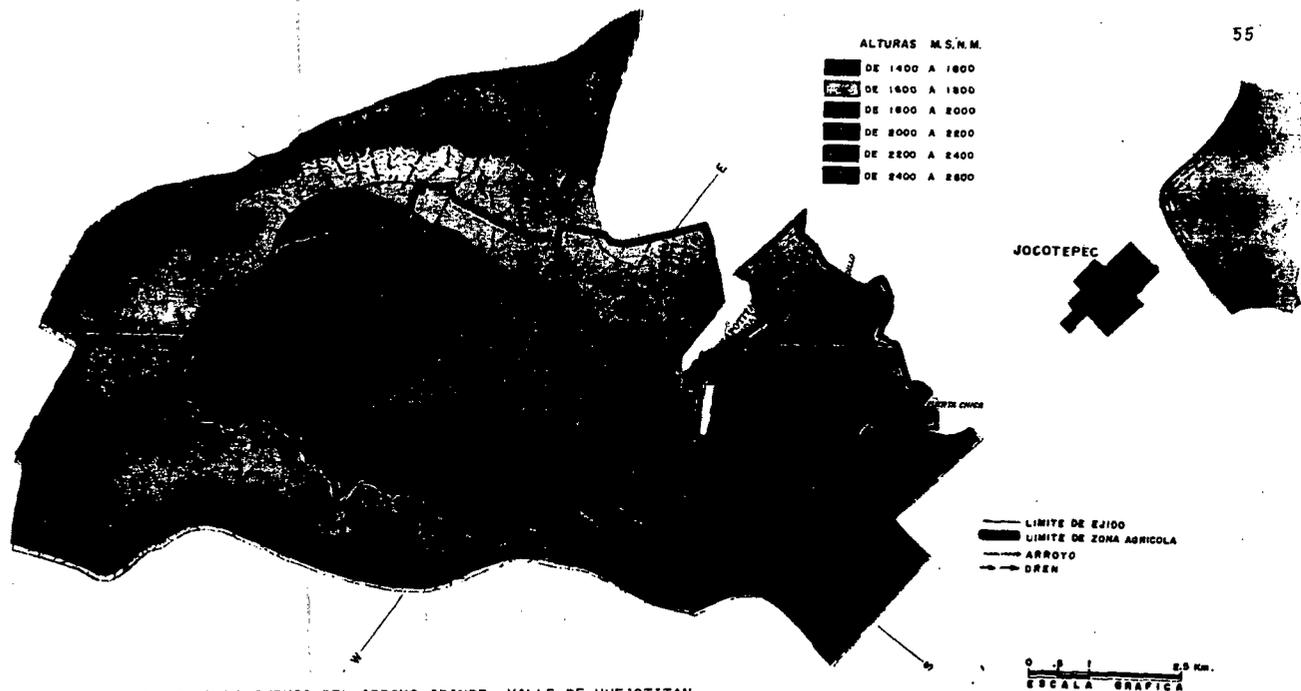
SUELOS DE SEPTIMA Y OCTAVA CLASE. Estos terrenos comprenden una área cerril de topografía abrupta, generalmente desprovistos de suelos, erosión severa y sin posibilidades de aprovechamiento pecuario o forestal, por lo que se recomienda realizar obras de conservación del suelo y agua que nos ayuden a regenerar, desarrollar y conservar la vida silvestre, vegetal y animal.

#### V.9.- ESTUDIO DE RIESGO Y POTENCIAL DE EROSION DE LA CUENCA - DEL ARROYO GRANDE EN EL VALLE DE HUEJOTITAN, ZAPOTITAN- Y EL MOLINO, MPIO. DE JOCOTEPEC

Con la finalidad de poder definir las obras de conservación del suelo más adecuadas para la zona; así como de las prácticas de manejo que nos ayuden a controlar las pérdidas de suelos, se realizó el estudio de riesgo y potencial de erosión para lo cual dentro del municipio de Jocotepec se localizó la zona de drenaje del Arroyo Grande en el Valle de Huejotitán, Zapotitán y El Molino (Jocotepec, Jal.). Una vez seleccionada el área, se procedió la delimitación de la Cuenca y su división en 30 subcuencas, utilizando para ello las cartas topográficas de la zona, editadas por la Dirección General de Geografía, escala 1:50 000. Utilizando el mismo material cartográfico, se realizó un mapa hidrográfico de la Cuenca, escala 1:50 000; posteriormente en gabinete se calculó el riesgo de erosión de la Cuenca seleccionada, considerando los siguientes factores: erosividad de la lluvia (R), erodabilidad del suelo (K), y la longitud e inclinación de la pendiente (Ls).

A continuación se especifica cómo se observaron los valores numéricos:

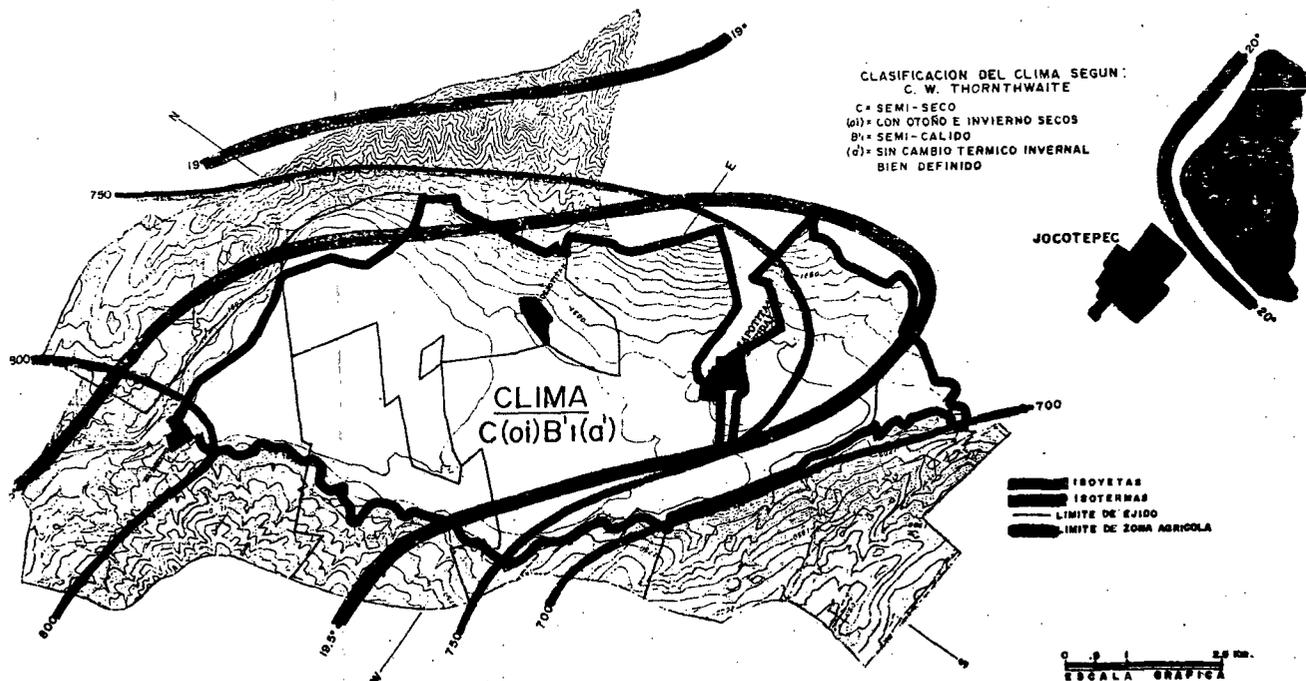
a).- Plano de índice de erosividad (R):



PLANO DE LA CUENCA DEL ARROYO GRANDE, VALLE DE HUEJOTITAN ZAPOTITAN Y EL MOLINO DEL MUNICIPIO DE JOCOTEPEC Y PARTE DEL EJIDO SAN MARCOS EVANGELISTA DEL MUNICIPIO DE ZACUALCO DE TORRES EDO., DE JALISCO.



## C L I M A



PLANO DE ISOVETAS E ISOTERMAS DE LA CUENCA DEL ARROYO GRANDE, VALLE DE HUEJOTITAN, ZAPOTITAN Y EL MOLINO -- DEL MUNICIPIO DE JOCOTEPEC.

El índice de erosividad que se utilizó es una modificación propuesta por FAO (1980), del índice de Fournier, el cual se obtuvo utilizando la siguiente ecuación:

$$R = \sum_{i=1}^{12} P_i^2 / P$$

Donde:

$P_i$  = Precipitación máxima (mm)

$P$  = Precipitación media anual (mm)

Para el presente trabajo se analizaron 7 años de información pluviométrica, proveniente de 5 estaciones meteorológicas ubicadas en la zona de influencia del área de estudio.

Las estaciones utilizadas fueron: Monte Carlo, Jocotepec, Tizapán, Tuxcueca y El Volantín.

Con esta información se trazaron isolfneas de erosividad a intervalos de 20 unidades por medio de interpolación.

b).- Plano del índice de erodabilidad (k):

El índice de erodabilidad se calculó siguiendo el criterio establecido por FAO (1980) y que consiste en multiplicar los valores numéricos asignados a los factores -- textura y unidad de suelos, según la clasificación FAO/UNESCO.

1.- TEXTURA.- Se consideran 4 grupos: gruesa, media, fina y fase pedregosa a los que corresponde un coeficiente de 0.2, 0.3, 0.1 y 0.5.

- Textura gruesa (< 18% arcilla y > 65% arena).

- Textura media (< 35% arcilla y < 65% arena o < 18% arcilla y < 82% arena)

- Textura fina (> 35% arcilla)

2.- UNIDAD DEL SUELO UTILIZANDO LA CLASIFICACION FAO/UNESCO.- A cada unidad de suelo se le da una clase de erodabilidad que puede ser ligera (I), moderada--

(II), o alta (III). A los que corresponde un coeficiente de 0.5, 1.0 y 2.0, respectivamente. Donde las unidades asociadas de suelos están combinados, se calcula el promedio de los valores correspondientes a cada unidad existente en el área.

Para determinar las clases texturales y las unidades de suelos, según la clasificación FAO/UNESCO, se utilizaron las cartas edafológicas editadas por la Dirección General de Geografía.

CUADRO 15. UNIDADES DE SUELOS POR FAO

|                |     |              |    |             |     |             |     |
|----------------|-----|--------------|----|-------------|-----|-------------|-----|
| Acrisoles:     | II  | Gleysoles:   | II | Greyzems:   | II  | Solonetz:   | III |
| Cambisoles:    | II  | Faeozems:    | I  | Nitosoiles: | I   | Andosoiles: | II  |
| Chenozems:     | I   | Litosol:     | I  | Histosoles: | I   | Rankers:    | I   |
| Podzoluisoles: | III | Fluvisoles:  | II | Podzoles:   | III | Vertisoles: | III |
| Rendizinas:    | I   | Castañozems: | II | Arénosoles: | I   | Planosoles: | III |
| Ferrosoles:    | I   | Luvisoiles:  | II | Regosoiles: | II  | Xerосоiles: | III |
| Yermosoiles:   | III |              |    |             |     |             |     |
| Solonchaks:    | II  |              |    |             |     |             |     |

c).- Plano del índice de inclinación y longitud de la pendiente (Ls):

Para obtener el índice de inclinación y longitud de la pendiente, se utilizó la fórmula propuesta por Wischmeier y Smith (1978).

$$Ls = (\lambda / 22.2)^m \cdot \frac{0.43 + 0.305s + 0.043 s^2}{6.613}$$

Donde:

- $\lambda$  = Longitud promedio de la pendiente (m)
- s = Pendiente promedio en por ciento
- m = Variable que está en función de la pendiente



$$m = 0,3 \text{ si } s < 0,5\%$$

$$m = 0,4 \text{ si } 0,5\% < s < 10\%$$

$$m = 0,5 \text{ si } s > 10\%$$

La pendiente promedio se obtuvo de un plano de rangos de pendientes calculados a partir de la carta topográfica de la Dirección General de Geografía, escala 1:50 000. Los rangos de estas clases y el valor promedio de  $s$  correspondiente se presenta en el siguiente cuadro:

CUADRO 16. CLASES DE RANGO DE PENDIENTES Y EL VALOR MEDIO DE CLASES, CONSIDERANDO PARA FINES DE CALCULO

| CLASE | RANGO     | S     |
|-------|-----------|-------|
| A     | 0. - 5%   | 2.5%  |
| B     | 5. - 10%  | 7.5%  |
| C     | 10. - 15% | 12.5% |
| D     | 15. - 20% | 17.5% |
| E     | - 20%     | 35 %  |

La longitud promedio se obtuvo midiendo el sentido de la inclinación dominante, la distancia a partir del parteaguas hasta la corriente más cercana. Para lo cual se utilizó la delimitación de las cuencas hidrográficas realizadas sobre las cartas de la Dirección General de Geografía.

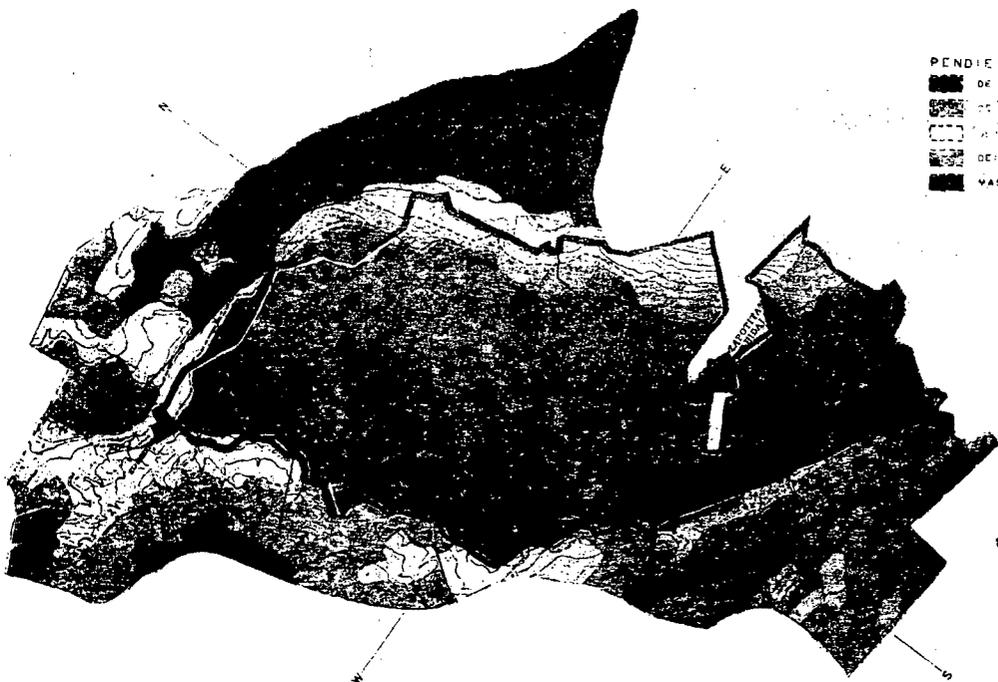
Plano de riesgo de erosión:

El plano de riesgo de erosión se obtuvo mediante la superposición de los planos de cada índice, consistente en multiplicar-

# PENDIENTES DOMINANTES

## PENDIENTES

-  DE 0 a 5%
-  DE 5 a 10%
-  DE 10 a 15%
-  DE 15 a 30%
-  MAS DE 30%



JOCOTEPEC

— LIMITE DE 8500  
 █ LIMITE DE ZONA AGRICOLA

0 1 2 3 4 5 KM.  
 ESCALA GRAFICA

PLANO TOPOGRAFICO DE LA CUENCA DEL ARROYO GRANDE, VALLE DE HUEJOTITAN, ZAPOTITAN Y-EL MOLINO DEL MUNICIPIO DE JOCOTEPEC.

Los valores numéricos, obtenidos de los factores R, K, L y S.

Los productos así obtenidos, definen áreas con valores muy heterogéneos, por lo que se consideró conveniente agruparlos en 5 rangos cartografiables.

En el plano de riesgo de erosión, estos rangos se presentan - en el cuadro siguiente.

CUADRO 17: CLASES DE RIESGO Y POTENCIAL DE EROSION

| CLASE DE RIESGO Y POTENCIAL DE EROSION | SIMBOLO % DE LA SUPERFICIE ESTUDIADA | RANGOS NUMERICOS DEL PRODUCTO R K L s Y SOBRE POSICION R K L s |
|--|--------------------------------------|--|
| Muy baja                               | MB 1%                                | < 15   |
| Baja                                   | B 33,0                               | - 15 - 50  |
| Moderada                               | M 13,7                               | 50 - 200   |
| Alta                                   | A 13,2                               | 200 - 1000   |
| Muy alta                               | MA 39,1                              | > 1 000  |

#### Plano de potencial de erosión:

Con el objeto de estimar el potencial de erosión del área de estudio, al plano de riesgo de erosión se le incluyó el factor de manejo C, definido por el uso actual del suelo. Para el presente trabajo se consideraron 5 tipos de uso de suelos existentes en la zona: agricultura, bosque, pastizal, matorral y desprovisto de vegetación.

A cada uso se le asigna un coeficiente C, como se muestra en el siguiente cuadro.

CUADRO 18. CLASES DE USOS DE SUELO EN LA ZONA DE ESTUDIO DEL ARROYO GRANDE

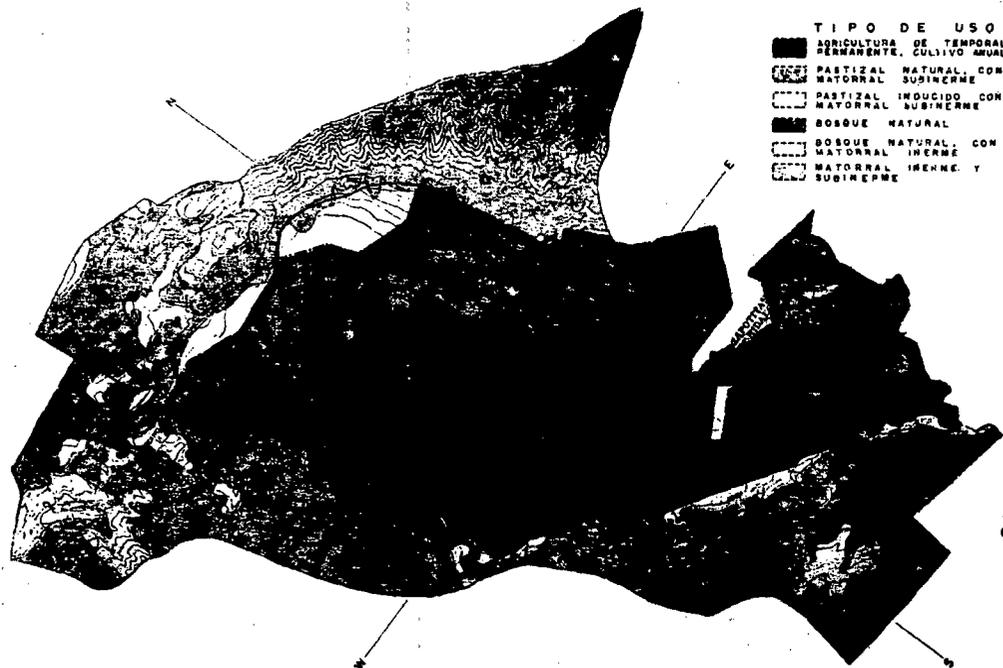
| USOS DEL SUELO            | SUPERFICIE<br>HAS. | VALOR DEL FACTOR DE COBERTURA<br>VEGETAL (c) |
|---------------------------|--------------------|--|
| Agricultura               | 4 306              | 0.64   |
| Bosque                    | 208                | 0.04   |
| Pastizal                  | 1 106              | 0.10   |
| Matorral                  | 4 681              | 0.13   |
| Desprovisto de vegetación | 107                | 1.0  |
| Total                     | 10 408             |  |

FUENTE: Figueroa (1975)

El valor  $c$  para uso agrícola se obtuvo a partir de la información climatológica de la estación de Jocotepec y de la época de cultivo de la misma zona.

Con estos valores se elaboró el plano del factor  $c$ , que sobre puesto al plano de riesgo de erosión da lugar al plano de erosión potencial. Los valores obtenidos mediante esta sobreposición se agruparon en las mismas 5 clases definidas para el plano de riesgo de erosión.

Una vez obtenido el plano de potencial de erosión se calculó - el área de cada una de las clases de potencial de erosión por subcuenca, para obtener la erosión potencial media ponderada - por subcuenca.



PLANO DE USO ACTUAL DEL SUELO DE LA CUENCA DEL ARROYO GRANDE, VALLE DE HUEJOTITAN, ZAPOTITAN Y EL MOLINO -- MUNICIPIO DE JOCOTEPEC.

JOCOTEPEC

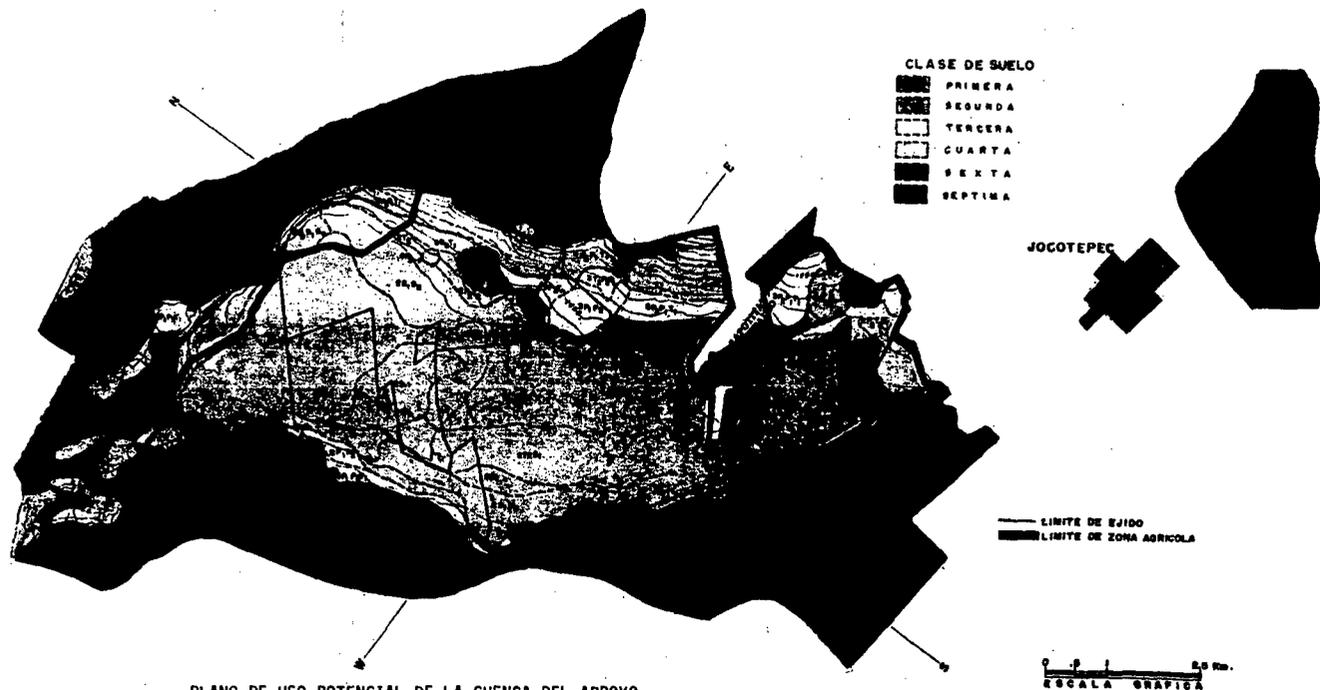
ESCUELA DE AGRICULTURA  
 BIBLIOTECA

CUADRO 19. CALCULO DE RIESGO Y POTENCIAL DE EROSION PROMEDIO POR SUBCUENCA EN LA CUENCA DEL ARROYO GRANDE DEL VALLE DE HUEJOTITAN, ZAPOTITAN Y EL MOLINO (JOCOTEPEC, JAL.)

| CUENCA<br>N° | EROSION<br>(TON/HA/AÑO) | CUENCA<br>N° | EROSION<br>(TON/HA/AÑO) | CUENCA<br>N° | EROSION<br>(TON/HA/AÑO) |
|--------------|-------------------------|--------------|-------------------------|--------------|-------------------------|
| 1            | 0.1230                  | 11           | 0.1306                  | 21           | 0.1414                  |
| 2            | 0.1472                  | 12           | 0.1343                  | 22           | 0.1878                  |
| 3            | 0.3468                  | 13           | 0.3038                  | 23           | 1.2707                  |
| 4            | 0.1304                  | 14           | 0.1380                  | 24           | 0.6831                  |
| 5            | 0.2659                  | 15           | 0.1237                  | 25           | 0.7558                  |
| 6            | 0.4569                  | 16           | 0.2271                  | 26           | 0.6967                  |
| 7            | 0.1402                  | 17           | 0.1842                  | 27           | 0.2771                  |
| 8            | 0.1512                  | 18           | 1.4244                  | 28           | 0.6667                  |
| 9            | 0.1729                  | 19           | 0.2046                  | 29           | 0.3857                  |
| 10           | 0.1545                  | 20           | 1.9088                  | 30           | 0.4832                  |

CUADRO 20. CLASIFICACION DE SUELOS POR SU CAPACIDAD DE USO REAL EN LA ZONA DEL ARROYO GRANDE, EJIDOS EL MOLINO, HUEJOTITAN, ZAPOTITAN Y SAN MARCOS, EN EL MPIO. DE JOCOTEPEC

| CLASES DE SUELOS                 | SUPERFICIE EN HAS. | %     |
|----------------------------------|--------------------|-------|
| Suelos de primera clase          | 48                 | 0.5   |
| Suelos de segunda clase          | 3 431              | 33.0  |
| Suelos de tercera clase          | 597                | 5.7   |
| Suelos de cuarta y quinta clase  | 886                | 8.5   |
| Suelos de sexta clase            | 1 376              | 13.2  |
| Suelos de séptima y octava clase | 4 070              | 39.1  |
| Total                            | 10 408             | 100.0 |



PLANO DE USO POTENCIAL DE LA CUENCA DEL ARROYO GRANDE, VALLE DE HUEJOTITAN, ZAPOTITAN Y EL -- MOLINO MUNICIPIO DE JOCOTEPEC.

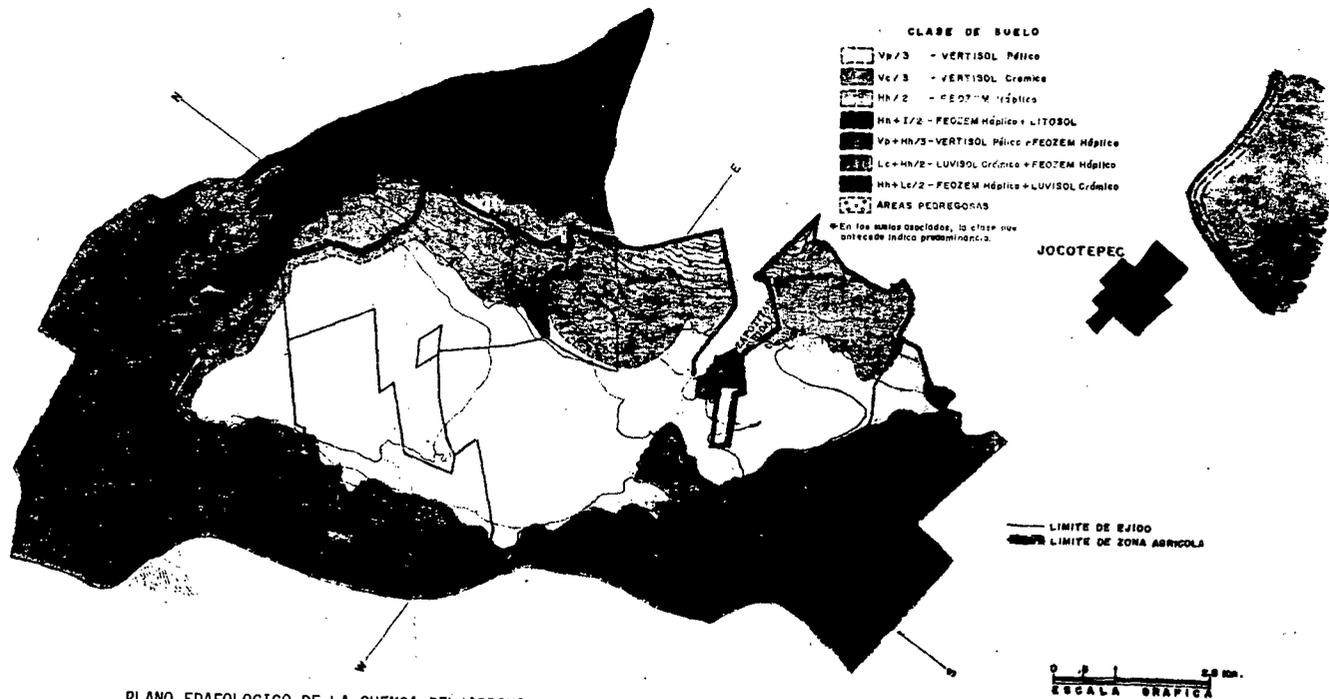
CUADRO 21. UNIDADES DE SUELOS EN LA ZONA DEL ARROYO GRANDE - EJIDOS EL MOLINO, HUEJOTITAN, ZAPOTITAN Y SAN MARCOS, EN EL MPIO. DE JOCOTEPEC. CLASIFICACION EDAFOLOGICA

| UNIDADES DE SUELOS Y ASOCIACIONES |                                     | SUPERFICIE |       |              |       | TOTAL  |
|-----------------------------------|-------------------------------------|------------|-------|--------------|-------|--------|
| SIMBOLO                           | DESCRIPCION                         | AGRICOLAS  |       | NO AGRICOLAS |       |        |
|                                   |                                     | HAS.       | %     | HAS.         | %     |        |
| Vp/3                              | Vertisol pélico                     | 2 941      | 68.3  | -            | -     | 2 941  |
| Vc/3                              | Vertisol crómico                    | 1 037      | 24.1  | 278          | 4.5   | 1 315  |
| Hh/2                              | Feozem háplico                      | 238        | 5.5   | 96           | 1.6   | 334    |
| Hh/+1/2                           | Feozem háplico +<br>Litosol         | 10         | 0.2   | 2 103        | 34.5  | 2 113  |
| Vp+Hh/3                           | Vertisol pélico+<br>Feozem háplico  | 54         | 1.3   | 2 405        | 39.4  | 2 459  |
| Lc+Hh/2                           | Luvisol crómico+<br>Feozem háplico  | 26         | 0.6   | 1 082        | 17.7  | 1 108  |
| Hh+Lc/2                           | Feozem háplico +<br>Luvisol crómico | -          | -     | 138          | 2.3   | 138    |
| Totales                           |                                     | 4 306      | 100.0 | 6 102        | 100.0 | 10 408 |

FUENTE: Cartas de la Dirección General de Geografía e investigación directa.

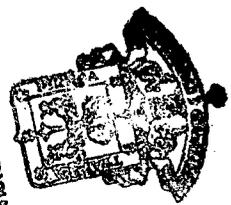
V.10.- INTERPRETACION DE LOS VALORES DE PERDIDAS DE SUELO Y COMPROBACION DE CAMPO DEL ESTUDIO DE RIESGO Y POTENCIAL DE EROSION.

El objeto de haber realizado el estudio de riesgo y potencial de erosión fue el de obtener valores de pérdidas de suelos, -- con fines predictivos. Se escogió una cuenca definida por el Arroyo Grande, que representa un área del municipio, con características similares en el territorio y a cuyos factores deter



PLANO EDAFOLOGICO DE LA CUENCA DEL ARROYO GRANDE DEL VALLE DE HUEJOTITAN, ZAPOTITAN Y EL MOLINO DEL MUNICIPIO DE JOCOTEPEC.

BIBLIOTECA DE AGRICULTORES



minantes para el cálculo de pérdidas de suelo por erosión, --- afectan a todo el municipio.

La ecuación utilizada fue  $E = R K L S C$ , por lo que interpretando los valores numéricos nos resultó la pérdida de suelo -- por erosión.

Mediante recorrido de campo, se comprobó el plano de riesgo de erosión, por lo que con anterioridad se trazaron rutas que pasaran por sitios pertenecientes a las diferentes clases de -- riesgo de erosión definidas en gabinete. El muestreo indicó -- que las clases delimitadas en gabinete correspondían a las encontradas en campo, ya que las zonas delimitadas con riesgo de erosión muy bajos y que correspondió al 1% de la superficie es tudiada son áreas sometidas a uso agrícola y con pendientes mí nimas, por lo que no se encontraron evidencias de erosión hídrica.

En las zonas delimitadas con riesgo de erosión bajo, se encontraron superficies con uso agrícola y con pendiente de 5 a 10% onduladas, presentando erosión en forma de canchillos, causada por el mal manejo del suelo.

Las áreas que correspondieron a riesgos de erosión moderada resultaron áreas de transición entre las zonas planas y cerriles que por mal manejo de suelos, presentan erosión hídrica en algunas áreas con cárcavas definidas. Las zonas delimitadas en -- gabinete con alto o muy alto riesgo de erosión, que han sido -- desprovistas de vegetación, presentan erosión actual en forma laminar y en cárcavas, lo mismo sucede en zonas con vegetación secundaria, lo que indica que estas áreas deben limitarse a -- uso que mantenga una cobertura vegetal continuamente.

V.11. DISEÑO DE OBRAS DE CONSERVACION DEL SUELO Y AGUA EN LA -- ZONA DE ESTUDIO DE RIESGO Y POTENCIAL DE EROSION EN EL --

## TERRITORIO MUNICIPAL.

La erosión de los suelos en el área de estudio se ha acelerado debido al mal manejo de los suelos, a la siembra en el sentido de la pendiente, al uso excesivo de la maquinaria en la preparación de suelos y quema de los esquilmos o residuos de la cosecha.

Aunado a esto, los suelos son de textura fina a media, predominando la arcilla en proporción de 77% arcilla, 15% arena y sólo 8% de limo en algunas áreas; y en otras 64%, 15% y 21% respectivamente, por lo que es baja su velocidad de infiltración provocando escurrimientos superficiales fuertes, debido a la alta intensidad de las lluvias que se presentan sobre todo en el mes de julio, que es el más lluvioso. Es por esto necesario nuevas prácticas de manejo de suelos como alternativas para reducir la pérdida de suelo. Haciendo énfasis principalmente en la selección de un uso de suelos, acorde a su potencial.

En base a lo anterior y analizando la información obtenida en el presente estudio, se procedió a realizar un análisis de las prácticas mecánicas que recomienda la técnica para terrenos agrícolas; así como de las áreas dedicadas a otro uso. Para esto, se consideraron todas las características que prevalecían en la zona estudiada, con el objeto de decidir qué tipo de obra era la más recomendable. En la selección de las obras de conservación se tomaron en cuenta los aspectos económicos, climáticos, operativos y de eficiencia.

A continuación se describen las obras de conservación consideradas para reducir las pérdidas de suelos y mantener al productividad en la zona de estudio.

Para los terrenos que se clasificaron por su capacidad de uso de primera clase y grado de erosión mínima o muy baja, se recomienda un manejo de prácticas vegetativas, incorporación de re

sidos de cosecha y aplicación de abonos orgánicos, en cuanto a obras de conservación se puede efectuar surcado al contorno, que consiste en surcar en sentido perpendicular a la pendiente natural del terreno siguiendo curvas a nivel o líneas guías, - con el fin de evitar la erosión producida por el escurrimiento superficial y propiciar la mayor infiltración y mejor drenaje para el óptimo desarrollo de los cultivos. Los surcos se pueden trazar con un ligero desnivel, que puede variar desde un -- 3% hasta un 8%, dependiendo del grado y longitud de la pendiente en la parcela y así, desalojar los excedentes de agua al -- dren colector.

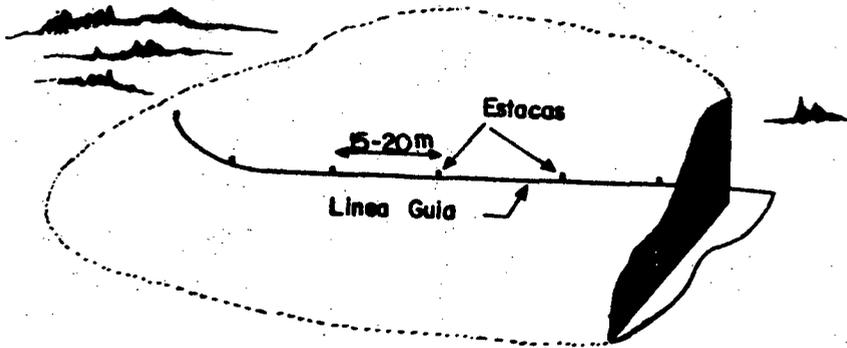
Para diseñar específicamente esta práctica, es necesario realizar un levantamiento topográfico y una nivelación de la parcela para en gabinete localizar en el plano las líneas guías o - curvas de nivel, que servirán de base para el trazo en el terreno, dándonos así, las características y especificaciones -- que deban de considerarse.

Para el trazo y ejecución en el terreno, es necesario considerar los siguientes procedimientos:

- 1).- En el área de trabajo se localiza la línea de pendiente -- máxima y se marca con una estaca el punto medio de esa -- pendiente.
- 2).- A partir del punto señalado con la estaca inicial, se procede a marcar la línea guía o curva de nivel, por medio - de estacas señaladas de 15 a 20 mts. El trazo se hace con cualquier instrumento de nivelación (nivel montado, clisfímetro, caballete, tránsito, etc.).
- 3).- Con los puntos previamente localizados, se procede al trazo del surco o línea guía, con los implementos agrícolas adecuados (arados de reja o disco jalados con tracción animal o mecánica).



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA



Ubicación de una curva de nivel mediante estacas.

4).- Posteriormente se trazan los surcos paralelos a la línea-guía, hacia arriba y hacia abajo, hasta cubrir todo el terreno, circunstancia en la cual, todos los surcos se encontrarán sensiblemente a nivel.

Cuando la pendiente es irregular, se presenta el caso - que, al juntarse los surcos de la línea segunda, van quedando unos espacios donde el laboreo no es posible llevarlo a cabo; ésto se conoce con el nombre de cornejales, dicha expresión se refiere a aquellos lugares que van quedando sin surcar.

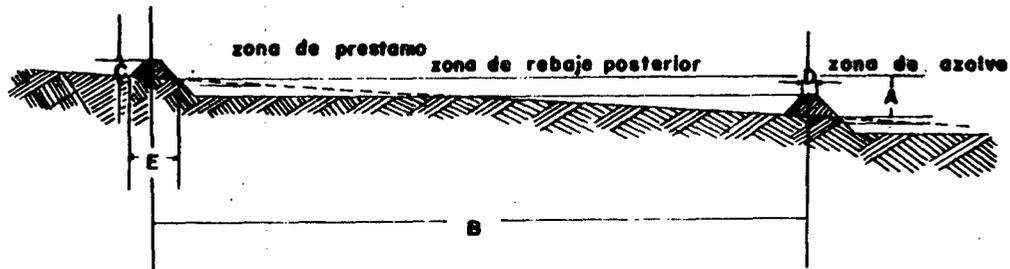
Con esta obra se pretende controlar la velocidad de los escurrimientos superficiales, provocar una mayor infiltración del agua y un mejor drenaje, que nos permita conservar el suelo en el lugar de su explotación; así como los nutrientes contenidos en el mismo, con el mejor aprovechamiento de los fertilizantes aplicados en cada caso y mantener su productividad de una manera rentable para el uso agrícola.

Esta práctica se puede realizar en los terrenos de primera y segunda clase en el municipio, en un área aproximada de 7 373,7 has. y en el área del estudio de pérdidas de suelo por erosión, una superficie aproximada de 3 479 - has.

En los terrenos que por su capacidad de uso están considerados como de tercera clase, se aconseja establecer un sistema de terrazas. Estas obras pertenecen a las prácticas mecánicas comprendidas dentro de las labores que atendiendo a sus especificaciones de localización y construcción, por sí solas combaten al fenómeno de la erosión. Son simples bordos de tierra que se levantan transversalmente a la pendiente del terreno y que pueden ser a nivel o con una ligera pendiente, dando salida lenta al agua que captan a través de los canales que resultan de su construcción. Sus objetivos son:

# TERRAZAS DE BASE ANGOSTA O DE FORMACION PAULATINA

73



- A. Diferencia de nivel (I.V.)
- B. Distancia horizontal entre ejes (J.H.)
- C. Altura de bordo
- D. Ancho de la corona
- E. Plantilla

FIGURA 3

- 1.- Reducir la erosión del suelo,
- 2.- Aumentar la infiltración del agua en el suelo,
- 3.- Disminuir el volumen de escurrimiento,
- 4.- Desalojar las excedencias de agua superficial a velocidades no erosivas.
- 5.- Reducir el contenido de sedimentos en las aguas de es correntia.
- 6.- Mejorar la superficie de los terrenos, acondicionándolos para las labores agrícolas.

Cuando las terrazas se diseñan y utilizan en forma adecuada y se ajustan a las prácticas de cultivo, generalmente aceptadas, constituyen una de las medidas más eficaces contra la erosión en tierras de cultivo, pero cuando se construyen defectuosas o no se ajustan a las prácticas agrícolas correctas, aceleran la erosión en vez de controlarla. En el presente estudio se consideran la construcción de terrazas de formación sucesiva y de banco para las diferentes pendientes de los terrenos de uso agrícola, aunque las segundas pertenecen al grupo de prácticas de conservación con un alto índice de inversión inicial, y por modificar el microrrelieve del terreno, ofrece las condiciones óptimas de operación. Se pueden construir en terrenos con pendientes fuertes, pero con mucha profundidad efectiva de suelos reduciendo hasta en un 86% la erosión. Estas prácticas son recomendables si se establecen cultivos de alta rentabilidad y en condiciones de establecer un sistema de riego. En el establecimiento de las primeras terrazas de formación sucesiva, es importante que los productores estén conscientes y convencidos de la obra, ya que es de esta forma como se asegura que la inversión realizada genere los beneficios esperados a través de su permanencia. Para el diseño de esta obra es necesario realizar un levantamiento topográfico del área a terracear, nivelación del terreno y localización y trazo de las curvas a nivel en el terreno.

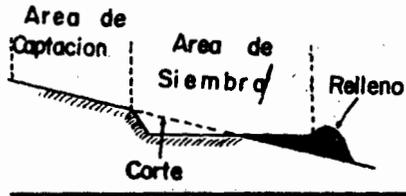


TERRAZA DE BASE ANCHA

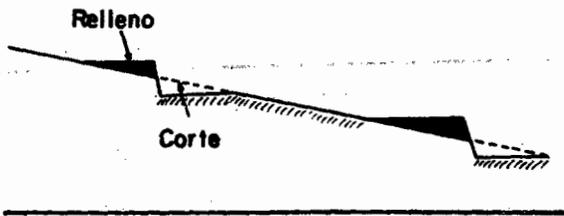
TERRAZA DE BANCO



TERRAZA DE BASE ANGOSTA



TERRAZA DE CANAL AMPLIO



TERRAZA DE BANCOS ALTERNOS

Tipos de secciones transversales de la terraza.

FIGURA 4

Para que en gabinete se proceda al diseño de la obra:

En el diseño de las terrazas es necesario considerar los siguientes aspectos:

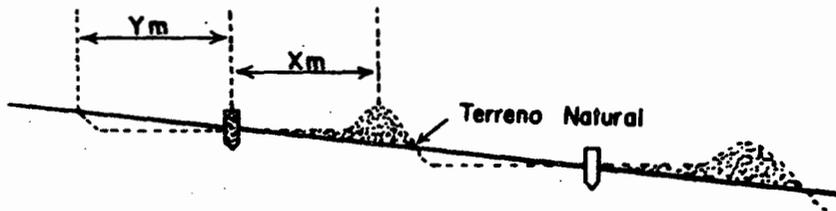
- 1.- Espaciamiento entre terrazas.
- 2.- Características del canal.
- 3.- Forma de la sección transversal.

1. ESPACIAMIENTO ENTRE TERRAZAS.- Este depende principalmente de la pendiente, sin embargo, también influye la precipitación pluvial, la sección transversal de la terraza, los implementos agrícolas que se van a utilizar y el tamaño de las parcelas.

2.- CÁLCULO DEL ESPACIAMIENTO ENTRE TERRAZAS.- El espaciamiento entre dos terrazas se puede medir, utilizando la diferencia de nivel entre ellas, DENOMINADO INTERVALO VERTICAL (IV), o considerando la distancia horizontal entre ellas que se conoce con el nombre de INTERVALO HORIZONTAL (IH). Generalmente el intervalo horizontal se mide sobre el terreno (distancia superficial), sobre todo en pendientes pequeñas, donde la diferencia entre las dos mediciones es despreciable. En pendientes fuertes, sí debe utilizarse el intervalo horizontal, ya que la distancia superficial puede provocar errores considerables.

Para el cálculo de espaciamientos entre terrazas, es necesario considerar la pendiente, la precipitación anual y el tipo de terraza, de acuerdo a la ecuación que a continuación se especifica: (sistema del servicio de conservación del suelo y agua de los Estados Unidos de Norteamérica).

$$I.V. = 2 + \frac{(P)}{304} \quad (0.305)$$



Ubicacion de las estacas en el punto de balance para la construccion de terrazas de banco.

FIGURA 5

- Donde: I.V. = Intervalo vertical o diferencia de altura.  
 P. = Pendiente del terreno (%).  
 3 = Factor que se utiliza en áreas donde la precipitación anual es menor de 1 200 mm.  
 4 = Factor que se utiliza en áreas donde la precipitación anual es mayor a 1 200 mm.  
 0.305 = Factor de conversión de pies a metros.

$$I.H. = \frac{I.V.}{P} \times 100$$

- Donde: I.H. = Intervalo horizontal (m).  
 I.V. = Intervalo vertical.  
 P. = Pendiente en (%).

Conociendo el espaciamiento entre terrazas (I.H.), su valor se debe de ajustar tomando en cuenta los implementos agrícolas a utilizar. Si las terrazas son paralelas, pero no están espaciadas para llenar los requerimientos del uso de la maquinaria, - presentarán dificultades de laboreo. Por tal motivo, si la separación entre terrazas no se ajusta al ancho de la maquinaria o a un múltiplo de ella, forzosamente quedarán fajas, donde no será posible sembrar. Siguiendo el procedimiento anteriormente expuesto, se procedió a realizar los cálculos, para terrazas - diferenciando el grado de la pendiente.

#### DISEÑO I. PARA PARCELAS CON PENDIENTE DE UN 5%

$$I.V. = 2 + \frac{P}{3} (.305) \quad I.V. = 2 + \frac{5}{3} (.305) \quad I.V. = 1.11$$

$$I.H. = \frac{I.V.}{P} \times 100 \quad I.H. = 22.2 \text{ mts.}$$

Intervalo horizontal ajustado a un múltiplo de 3, de acuerdo - con la maquinaria agrícola = 24

Número de bordos por hectárea  $\frac{100}{24} = 4.16$

Metros lineales por bordo = 103 mts.

Metros de desarrollo lineal por hectárea = 428.48 mts.

DISEÑO II. PARA PARCELAS CON GRADO DE PENDIENTE = 6%

$$I.V. = 2 + \frac{P}{3} (.305)$$

$$I.V. = 2 + \frac{6}{3} (.305)$$

$$I.V. = 1.22 \text{ mts.}$$

$$I.H. = \frac{I.V.}{P} \times 100$$

$$I.H. = \frac{1.22}{6} \times 100$$

$$I.H. = 20.33 \text{ mts.}$$

Intervalo horizontal ajustado a un múltiplo de 3, de acuerdo a la maquinaria agrícola = 21 mts.

$$\text{Número de bordos por hectárea} = \frac{100}{21} = 4.76$$

Metros lineales por bordo = 103 mts.

Metros de desarrollo lineal por hectárea = 490.28 mts.



DISEÑO III, PARA PARCELAS CON GRADO DE PENDIENTE = 7%

$$I.V. = 2 + \frac{P}{3} (.305)$$

$$I.V. = 2 + \frac{7}{3} (.305)$$

$$I.V. = 1.321 \text{ mts.}$$

$$I.H. = \frac{I.V.}{P} \times 100$$

$$I.H. = \frac{1.321}{7} \times 100$$

$$I.H. = 18.87 \text{ mts.}$$

Intervalo horizontal ajustado a un múltiplo de 3, de acuerdo--  
con la maquinaria = 18.00 mts.

$$\text{Números de bordos por hectárea} = \frac{100}{18} = 5.55$$

$$\text{Metros lineales por bordo} = 103 \text{ mts.}$$

$$\text{Metros de desarrollo lineal por hectárea} = 571.65$$

DISEÑO IV. PARA PARCELAS CON GRADO DE PENDIENTE = 8%

$$I.V. = 2 + \frac{P}{3} (.305)$$

$$I.V. = 2 + \frac{8}{3} (.305)$$

$$I.V. = 1.421 \text{ mts.}$$

$$I.H. = \frac{I.V.}{P} \times 100$$

$$I.H. = \frac{1,421}{8} \times 100$$

$$I.H. = 17,76 \text{ mts.}$$

Intervalo horizontal ajustado a un múltiplo de 3, de acuerdo con la maquinaria agrícola = 18 mts.

$$\text{Número de bordos por hectárea} = \frac{100}{18} = 5,55$$

$$\text{Metros lineales por bordo} = 103 \text{ mts.}$$

$$\text{Metros de desarrollo lineal por hectárea} = 571,65$$

DISEÑO V. PARA PARCELAS CON GRADO DE PENDIENTE = 9%

$$I.V. = 2 + \frac{p}{3} (.305)$$

$$I.V. = 2 + \frac{9}{3} (.305)$$

$$I.V. = 1,525$$

$$I.H. = \frac{I.V.}{p} \times 100$$

$$I.H. = \frac{1,525}{9} \times 100$$

$$I.H. = 16,94 \text{ mts.}$$

Intervalo horizontal ajustado a un múltiplo de 3, de acuerdo con la maquinaria agrícola = 15 mts.

$$\text{Número de bordos por hectárea} = \frac{100}{15} = 6,66$$

$$\text{Metros lineales por bordo} = 103 \text{ mts.}$$

$$\text{Metros de desarrollo lineal por hectárea} = 685,98 \text{ mts.}$$

## DISEÑO VI. PARA PARCELAS CON GRADO DE PENDIENTE = 10%

$$I.V. = 2 + \frac{P}{3} (.305)$$

$$I.V. = 2 + \frac{10}{3} (.305)$$

$$I.V. = 1.626 \text{ mts.}$$

$$I.H. = \frac{I.V.}{P} \times 100$$

$$I.H. = \frac{1.626}{10} \times 100$$

$$I.H. = 16.26 \text{ mts.}$$

Intervalo horizontal ajustado a un múltiplo de 3, de acuerdo con la maquinaria agrícola = 15 mts.

$$\text{Número de bordos por hectárea} = \frac{100}{15} = 6.66$$

Metros lineales por bordo = 103 mts.

Metros de desarrollo lineal por hectárea = 685.98 mts.

Las obras anteriormente diseñadas, se pueden establecer en el municipio, en las áreas clasificadas por su capacidad de uso como de tercera clase, en una superficie de 2 889,3 has., pero de acuerdo a los grados de pendiente de las parcelas, se utilizará cualquiera de los diseños calculados. Para el área de estudio de pérdidas de suelos, es recomendable utilizarlas en una superficie de 597 has.

En algunas áreas de tercera y cuarta clase, que por su profundidad de suelos acepten la construcción de terrazas de banco, se podrán realizar, asegurando un éxito en el control de la --

erosión. Para determinar el diseño de las terrazas de banco -- se consideraron la profundidad de suelos, precipitación, pendiente del terreno y disponibilidad de equipo. Estas se calcularon de acuerdo a la ecuación que a continuación se especifica: (Sistema del servicio de conservación del suelo y agua de los Estados Unidos de Norteamérica).

$$I.V. = 2 + \frac{P}{3} (.305)$$

I.V. = Determinado de acuerdo a la profundidad de corte que puede ser aceptada

$$I.H. = \frac{I.V. \times 100}{P}$$

#### DISEÑO DE TERRAZAS DE BANCO

Para parcelas con pendiente del 12% y profundidad de suelo mayor de 1.7 mts.

$$I.V. = 2 + \frac{12}{3} (.305)$$

$$I.V. = 1.42 \text{ mts.}$$

$$I.H. = \frac{I.V. \times 100}{P}$$

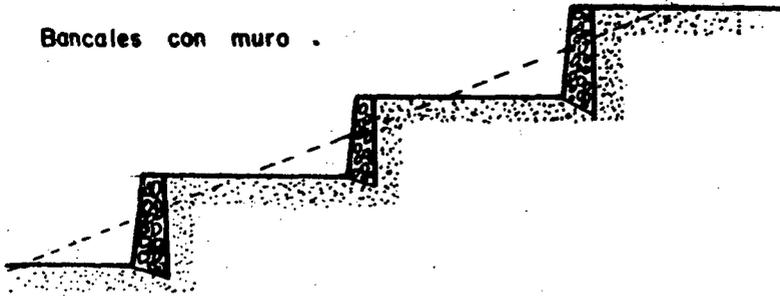
$$I.H. = \frac{1.42 \times 100}{12}$$

$$I.H. = 11.86 \text{ mts.}$$

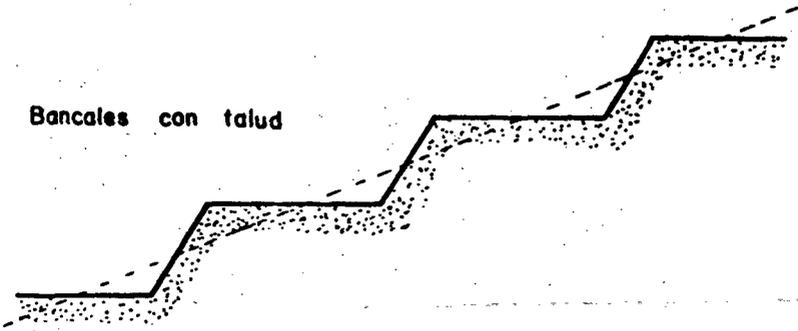
El volumen de corte (Vc) por metro lineal de terraza es:

$$Vc = \frac{(.71 \times 3 \times 1)}{2} = 1.06 \text{ m}^3/\text{m}$$

Bancales con muro .



Bancales con talud



Tipos de bancales segun su talud.

Debido a los cambios en volúmen ocasionados por los movimientos de tierra, se debe considerar un coeficiente de abundamiento, que para el caso de textura fina y media es de 1.25 en promedio.

FUENTE: Manual de conservación del suelo y agua. SARH. CP. - UACH).

Esto significa un volúmen de corte que será del 25% más que el relleno ( $V_r$ ).

$$V_c = 1.25 \times 1.06 = 1.325 \text{ m}^3/\text{m}$$

Longitud de la terraza por hectárea = 103 mts.

$$\text{Número de terrazas por hectárea} = \frac{100}{12} = 8.33$$

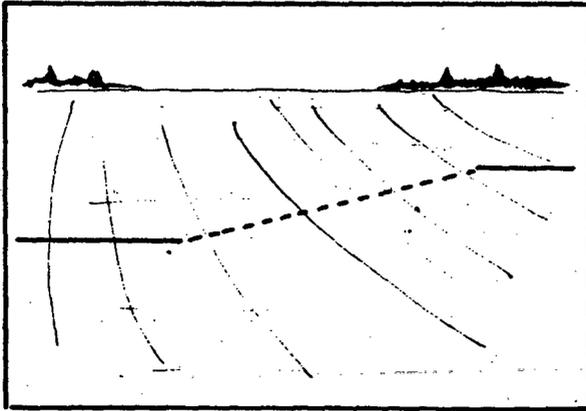
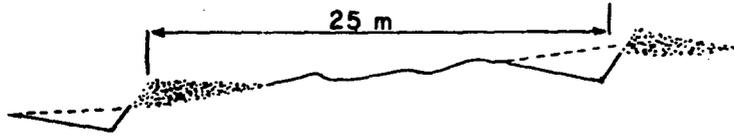
Metros de desarrollo lineal por hectárea = 857.99

$$V = 1.325 \text{ m}^3/\text{m} \times 857.99 = 1136.83 \text{ m}^3/\text{ha.}$$

Para este tipo de terrazas, es necesario considerar su sección transversal; además que para su construcción se ocupa equipo sofisticado para mover grandes volúmenes de suelo, como se observa en el cálculo; además, de terraza en terraza se debe dejar un talud aguas abajo, de mínimo 1 a 1.5 y empastarlo o protegerlo con piedra, para evitar su erosión.

Además de estas obras, es necesario en los terrenos de tercera clase, que manifiesten erosión moderada y en las áreas y parcelas que se localicen cárcavas, controlar sus escorrentías con presas filtrantes para el control de asoltes, con la finalidad de corregir dichas cárcavas y controlar su crecimiento y arrastre de sedimentos.

Estas obras también se deben de realizar en los terrenos de cuarta, quinta, sexta, séptima y octava clase, como medidas de



Disminución de la pendiente promedio del terreno en donde se han construido terrazas de bancos alternos.

FIGURA 7

rehabilitación y regeneración de la flora nativa. Asimismo, en las áreas de cuarta clase, se recomienda establecer praderas artificiales, en donde por sus condiciones topográficas, profundidad de suelo y pedregocidad lo permitan, con la finalidad de mejorar el coeficiente de agostadero y mejorar los pastos nativos existentes; en las áreas de quinta clase, en donde -- por su topografía y vegetación ya no es costeable el uso pecuario, se recomienda establecer prácticas de conservación de suelos, con la finalidad de reforestación y control de sedimentos mediante el establecimiento de terrazas individuales a curvas a nivel, presas filtrantes de control de asoives y evitar su explotación agrícola con el sistema de cuamil o ecuaro, que se realiza con herramientas de mano, como el azadón. Asimismo, en donde las condiciones permitan establecer lo anterior, en las áreas de sexta, séptima y octava clase, cabe señalar que las condiciones climáticas son favorables para el desarrollo de algunos frutales, como el mango, guayaba y ciruelo; por lo que -- las áreas de quinta, sexta, séptima y octava clase se podrían aprovechar para la explotación de estos frutales, estableciendo las huertas con terrazas individuales a curvas de nivel, -- con la cual, además de conservar el recurso suelo y de regenerar la flora, se le daría un uso al suelo más rentable del que tiene ahora, considerando estos terrenos como improductivos y de tenencia ejidal.

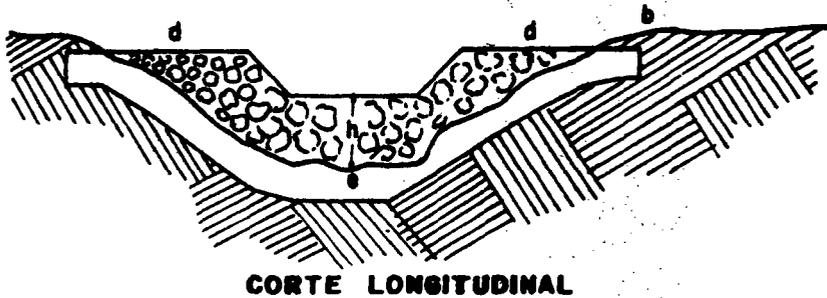
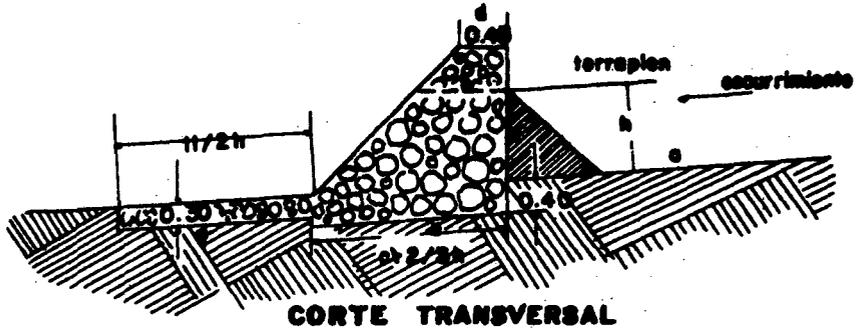
A continuación se describe la metodología para el diseño y trazo de las presas filtrantes, terrazas individuales y bordos -- abrevaderos, obras que nos auxilian en el control de sedimentos y aprovechamiento de aguas, con lo que lograríamos nuestro propósito de aprovechar integralmente el recurso suelo y lograr -- su conservación de una manera indefinida, que nos asegure su rentabilidad en el proceso productivo agrícolamente.

**DEFINICION DE PRESAS FILTRANTES.** -- Son muros de contención, -- construidos a base de piedra acomodada, formando una estructu-

ra sólida en forma trapezoidal. La forma de su sección consta de corona, taludes inclinados y base, colocadas transversalmente en el cauce de una cárcava. Este muro deberá ir debidamente anclado en su base, mediante un dentellón, para evitar el deslizamiento. Cuando el volumen de agua que corre a través de la cárcava es considerable, se debe construir un vertedor de demasía en la parte central superior de la presa, para facilitar el libre escurrimiento; si este es el caso, se deberá proteger la caída que se forma, improvisando un colchón hidráulico, colocando piedra al voleo en la parte inferior de la estructura, aguas abajo. Para ubicar esta obra se debe de observar el problema directo en los terrenos, o bien, en la cuenca o microcuenca, donde los escurrimientos superficiales han propiciado la formación de una cárcava, dándonos el criterio para ubicar en alguna boquilla la estructura inicial aguas arriba y así diseñar una serie de estructuras que nos auxilien a controlar el subsecuente fenómeno erosivo.

**ESPECIFICACIONES PARA EL DISEÑO DE LAS PRESAS FILTRANTES.**— Para el diseño de la obra, es necesario realizar una nivelación de la cárcava, para determinar su pendiente y longitud, a la vez de obtener sus secciones naturales, con el objeto de determinar las dimensiones de las obras; así como el espaciamiento entre unas de otras. En el presente estudio, se localizó unas cárcavas en el ejido de Huejotitán, en las cuales se diseñaron las obras de control más adecuadas, de acuerdo a la nivelación realizada en la cárcava A, se determinó la boquilla en donde se construyó la primera estructura, tomando como base la sección de la cárcava, que nos determinó una profundidad de .40 mts. y ancho de .50 mts., por lo que la presa se construyó con altura de .60 mts., con taludes de aguas arriba de 1:1 y aguas abajo de 1:2; para el diseño del vertedor se utilizó la intensidad máxima de lluvia ocurrida en 10 años, utilizando las siguientes fórmulas:  $P = 1.45 (H^{3/2})$

## PRESAS FILTRANTES DE PIEDRA ACOMODADA



### NOMENCLATURA

- a. fondo original de la carcava
- b. Sección original de la carcava
- c. Vertedor
- d. Cresta de la estructura
- e. Excavación para el dentellon
- f. Excavación para el delantal

Donde:  $Q$  = Gasto en litros por segundo.

1.45 = Coeficiente del vertedor.

$L$  = Longitud del vertedor (m).

$H$  = Tirante del vertedor (m).

$Q$  = 0.028 C.I.A.

Como se observa, nos auxiliamos en el método racional, para estimar escurrimientos máximos.

Donde:  $Q$  = Gasto de escurrimiento máximo en  $m^3/\text{seg}$

0.028 =  $K$  constante numérica resultante de las unidades en que se expresan las variables.

$C$  = Coeficiente de escurrimiento, que varía de 0.1 a 1 de acuerdo con las características propias de la cuenca

$I$  = Intensidad de la lluvia para una frecuencia o periodo de retorno dado, expresado en  $\text{mm}/\text{hora}$

$A$  = Area de la cuenca en hectáreas o  $m^2$

A las presas se les construyó colchón hidráulico aguas abajo de su talud, acomodando piedra al voleo en igual dimensión a su altura. El espaciamiento entre las estructuras estuvo dado por la fórmula:  $E = \frac{H}{P_c} \times 100$

$P_c$

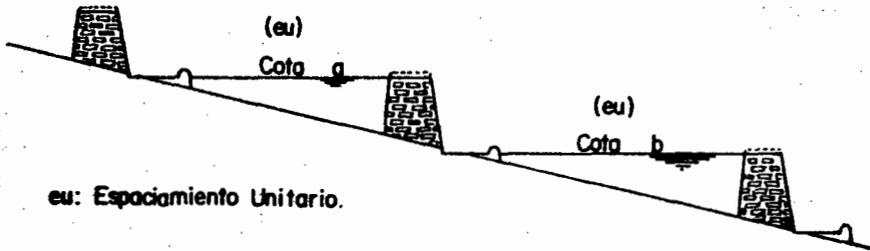
Donde:  $E$  = Distancia entre 2 presas consecutivas mts.

$H$  = Altura efectiva de la presa (m)

$P_c$  = Pendiente de la carcava (%)

Considerando que los sedimentos retenidos por éstas se depositan exactamente a nivel.

Generalmente los sedimentos retenidos por las presas de control no se encuentran exactamente a nivel, sino que tienen un declive determinado, el cual varía de acuerdo con la clase de-



eu: Espaciamiento Unitario.

Secuencia de las presas construidas bajo el criterio de espaciamiento  
" cabeza - pie ."

materiales sedimentados y la pendiente inicial de la carcava.- De acuerdo con la clase de sedimento, la inclinación de éstos es del 2% para las arenas gruesas mezcladas con grava; 1% para sedimentos de texturas medias (francos); y 0.5% para sedimentos finos, limosos o arcillosos. En base a esto, para determinar la distancia nitaria entre 2 presas de control consecutivas, se utilizó la siguiente fórmula:

$$E = \frac{H}{P_c - P_s} \times 100$$

Donde: E = Distancia entre dos presas consecutivas (m)  
 H = Altura efectiva de la presa  
 P<sub>c</sub> = Pendiente de la carcava  
 P<sub>s</sub> = Pendiente del sedimento (0.5 a 2%)

Cabe hacer mención que se diseñó la construcción de una serie de presas filtrantes para control de asolives, con la finalidad de corregir unas carcavas en el ejido de Huejotitán, con lo que se colocó un total de 1 200 m<sup>3</sup> de piedra en las secciones de las carcavas.

Para el diseño de las terrazas individuales, es necesario realizar un levantamiento topográfico, una nivelación del terreno con la finalidad de que en gabinete se calcule el número de terrazas, de acuerdo con la pendiente, tipo de material a utilizar y características generales de la zona. Una vez diseñado el tipo de huerto o reforestación definido, en campo trazar las terrazas con el objeto de hacer las excavaciones a nivel, que nos ayuden a controlar los sedimentos y aprovechar un área para la plantación del árbol, recomendándose que se protejan los talúdes agua abajo con piedra o material vegetativo, para evitar su erosión y rompimiento de la terraza.

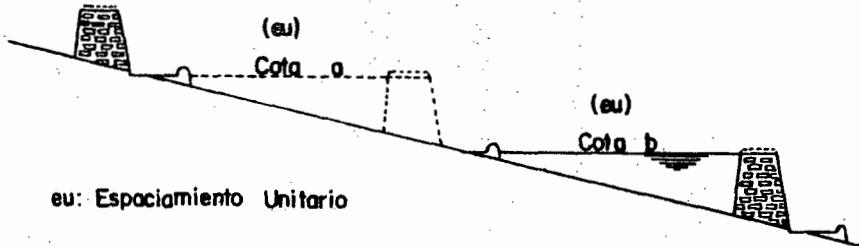
Para la construcción de bordos con fines de abrevadero, se localizaron mediante las cartas de la Dirección General de Geo-



***PRESAS FILTRANTES DE PIEDRA ACOMODADA EN CARCAVA  
PROTEGIENDO TIERRAS DE CULTIVO AGUAS ABAJ.***



***TERRAZAS DE BANCO CON CULTIVO DE TRIGO.***



Secuencia de las presas construidas bajo el criterio de  
"doble espaciamento".

graffa, algunos sitios para su construcción, a reserva de confirmar en el terreno la conveniencia y ubicación del bordo por comunicaciones adecuadas, tentativamente a continuación se proponen los sitios más adecuados.

CUADRO 22. MUNICIPIO DE JOCOTEPEC, JALISCO - SEÑALAMIENTOS APROXIMADOS DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCION DE OBRAS HIDRAULICAS MINIMAS (ABREVADEROS)

| Nº | REFERENCIA  | C O O R D E N A D A S |       |                      |       | CAPACIDAD MILES DE M3 * |
|----|---|-----------------------|-------|----------------------|-------|-------------------------|
|    |   | LATITUD NORTE         |       | LONGITUD OESTE DE G. |       |                         |
| 1  | En el arroyo s/n a 2.6 km. al N. de Huejotitán                    | 20°                   | 22.5' | 103°                 | 20'   | 122                     |
| 2  | En el arroyo s/n a 2.2 km. al N. de Huejotitán                    | 20°                   | 22'   | 103°                 | 29'   | 40                      |
| 3  | En el arroyo s/n a 1.5 km. al N.E. de Huejotitán                  | 20°                   | 21.5' | 103°                 | 29'   | 139                     |
| 4  | En el arroyo "El Arco" a 2 km. al N.O. de Potrerillos             | 20°                   | 21'   | 103°                 | 23.5' | 67                      |
| 5  | En el arroyo "La Difunta" a 1.6 km. al N. de Potrerillos          | 20°                   | 21'   | 103°                 | 22.5' | 162                     |
| 6  | En el arroyo "El Pasamano" a 2 km. al O. de Potrerillos           | 20°                   | 20'   | 103°                 | 24'   | 194                     |
| 7  | En el arroyo s/n a 0.8 km. al O. de Potrerillos                   | 20°                   | 20'   | 103°                 | 23'   | 90                      |
| 8  | En el arroyo s/n a 1.4 km. a. E. de Zapotitán de Hidalgo          | 20°                   | 19.5' | 103°                 | 28'   | 199                     |
| 9  | En el arroyo "El Puertecillo" a 1 km. al S.O. de San Luciano      | 20°                   | 18.5' | 103°                 | 25.5' | 336                     |
| 10 | En el arroyo "La Ardilla" a 6.5 km. al O. de Jocotepec            | 20°                   | 17'   | 103°                 | 29.5' | 261                     |
| 11 | En el arroyo s/n a 2.2 km. al S.O. de San Cristóbal Zapotitlán    | 20°                   | 12.5' | 103°                 | 23'   | 75                      |
| 12 | En el arroyo "La Uva" a 2.8 km. al S. de San Cristóbal Zapotitlán | 20°                   | 12'   | 103°                 | 22.5' | 950                     |

\* Captación probable según la superficie de la cuenca.

Para el diseño de estas obras, es necesario realizar un levantamiento topográfico para el vaso y la boquilla, con curvas a nivel a cada metro, en el campo. Una vez realizado el estudio hidrológico, con la finalidad de calcular la capacidad máxima de almacenamiento, volúmenes de tierra a mover y diseño de la cortina; así como cálculo de la obra de toma y diseño del vertedor de demasías.

En el presente estudio, se localizó en el arroyo s/n a 2,2 kilómetros al Norte de Huejotitán, en las coordenadas  $20^{\circ}22'$  y  $-103^{\circ}29'$  un vaso, en el cual se diseñó un bordo con fines de abrevadero, siguiendo las siguientes normas:

- A).- ESTUDIO TOPOGRAFICO.- Levantamiento de la boquilla y vaso con curvas a nivel a cada metro, anexo a escala, 1:1000 y 1:500.
- B).- ESTUDIO HIDROLOGICO.- En base a indicaciones que marca el instructivo de pequeños almacenamientos de la S.A.R.H., considerando una vida útil del bordo de 25 años.
- C).- CORTE LITOLÓGICO.- Se excavó pozos a cielo abierto en diversos puntos del eje de la boquilla, hasta llegar a terreno firme de roca, para definir el perfil del desplante y la interpretación del terreno.
- D).- PROYECTO.- El proyecto de la cortina vertedor y obra de toma, se limitó a las siguientes condiciones:
  - a.- La relación capacidad útil/capacidad total, debe ser igual o mayor al 60%.
  - b.- La demanda para ganado mayor y menor es de 50 y 20 litros por día, por cabeza, durante todo el año, respectivamente.
  - c.- La cortina será de sección homogénea con material impermeable compactado al 90% de la proctor, con chapa estabilizadora aguas arriba de 50 cms. de espesor, con enrocamiento; el talúd 1 es de 2.5:1 y el 2 será de 2:1 con ancho de corona de 4 metros, se proyecta -

un revestimiento de la corona de .30 mts. de espesor con material tepetateso.

d.- El vertedor será de cresta ancha, con descarga libre-longitud máxima de cresta de 10 metros; la plantilla será de zampeado seco con espesor de 40 cmts., el dentellón tendrá 60 cmts. de altura por 40 cmts. de espesor, el bordo libre será de 40 cmts.

e.- La obra de toma en su estructura de entrada llevará 4 rejillas de 3/8" separadas 1½" en la rejilla de inspección. Tendrá su marco y contramarco, la pared en donde se inserta la tubería debe ser de concreto armado; así como los postes y trabes que rigidizan la estructura; la tubería será de asbesto-cemento de 4" -- protegido en su desarrollo con una envoltura de material graduado (arcilla, arena y grava) y tres atraques distribuidos.

La estructura de salida tendrá su válvula de compuerta, la cual descargará a una estructura tipo bebedero forjada de tabique en las paredes y plantillas de concreto simple.

El resumen del estudio hidrológico es el siguiente:

|   |                           |
|---|---------------------------|
| Area de la Cuenca                         | 1,3 Km. <sup>2</sup>      |
| Precipitación media anual de la Cuenca    | 750 mm.                   |
| Coefficiente de escurrimiento medio anual | 16.36 %                   |
| Volúmen escurrido medio anual             | 174 141,37 m <sup>3</sup> |
| Volúmen de azolve                         | 4 353,43 m <sup>3</sup>   |
| Demanda anual                             | 10 950 m <sup>3</sup>     |
| Gasto de la avenida máxima                | 4,84 m <sup>3</sup> /seg  |
| Capacidad total de almacenamiento         | 34 790 m <sup>3</sup>     |
| Capacidad Útil                            | 30 436 m <sup>3</sup>     |
| Obra de toma                              | Tubería de 4" de diam.    |
| Longitud del vertedor                     | 10 mts.                   |
| Coefficiente de descarga                  | 1,45                      |

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| Carga sobre el vertedor | 0.6 mts.   |
| Bordo libre             | 0.4 mts.   |
| Elevación del N.A.N.    | 100.0 mts. |
| Elevación del N.A.M.E.  | 100.6 mts. |
| Elevación de la corona  | 101.0 mts. |
| Elevación de azolves    | 95.8 mts.  |

CANTIDADES ESTIMADAS PARA LA CONSTRUCCION DE LA CORTINA:

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Despalme para desplante y trazo              | 507.75 m <sup>3</sup>    |
| Excavación de trinchera                      | 649.8 m <sup>3</sup>     |
| Formación del bordo con material impermeable | 12 265.76 m <sup>3</sup> |
| Escarificación de bases                      | 0.57 has.                |
| Tezontle                                     | 172 m <sup>3</sup>       |
| Enrolamiento                                 | 624.24 m <sup>3</sup>    |

CANTIDADES ESTIMADAS PARA LA CONSTRUCCION DEL VERTEDOR Y CANALES DE LLAMADA Y SALIDA:

|                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| Excavación             | 400.0 m <sup>3</sup> |
| Mampostería de tercera | 47.0 m <sup>3</sup>  |
| Zampeado seco          | 15.2 m <sup>3</sup>  |

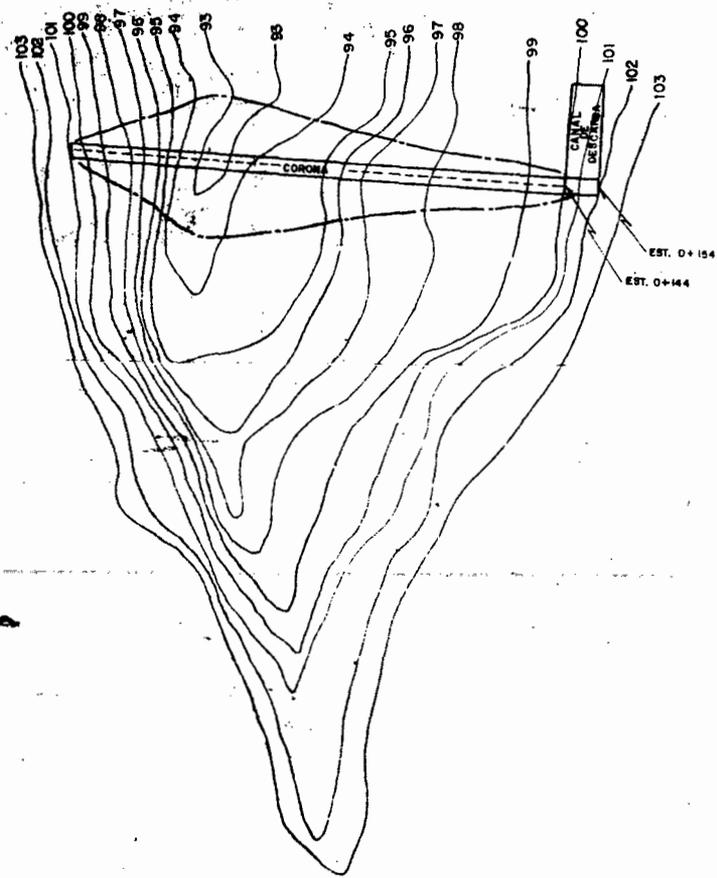
CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE LA OBRA DE TOMA:

|                           |               |
|---------------------------|---------------|
| Diámetro de la tubería    | 0.1016 m = 4" |
| Gasto mínimo de la toma   | 9.63 L.P.S.   |
| Gasto máximo de la toma   | 24.21 L.P.S.  |
| Carga mínima de operación | 0.75 m.       |
| Carga máxima de operación | 4.05 m.       |

CANTIDADES ESTIMADAS PARA LA CONSTRUCCION DE LA OBRA DE TOMA, BEBEDERO FORJADO DE TABIQUE Y CERCO PERIMETRAL DEL BORDO PARA PROTEGERLO:

|  |                    |
|--|--------------------|
| Excavación                                   | 8 mts.             |
| Alambrcn de 0.65 (1/4") de diámetro          | 4.0 kg.            |
| Concreto reforzado                           | 4.0 m <sup>3</sup> |
| Concreto simple                              | 1.0 m <sup>3</sup> |
| Acero de refuerzo de 0.95 x 3/8" de diámetro | 105 kg.            |

|   |                     |
|---|---------------------|
| Tubería de asbesto cemento de 10.16 (4") de diámetro                | 30,0 mts.           |
| Angulo de Fe de 3.18 x 3.18 x 0.65<br>(1½" x 1½" - 1½") de diámetro | 1 pieza             |
| Válvula de compuerta de 10.16 (4") de diámetro                      | 1 pieza             |
| Aíambre de púas   | 1 017 mts.          |
| Postes de concreto prefabricado (10 x 10 x 150)                     | 113 piezas          |
| Muro de tabique   | 14 mts <sup>2</sup> |
| Aplanado de mortero   | 37 m <sup>2</sup>   |

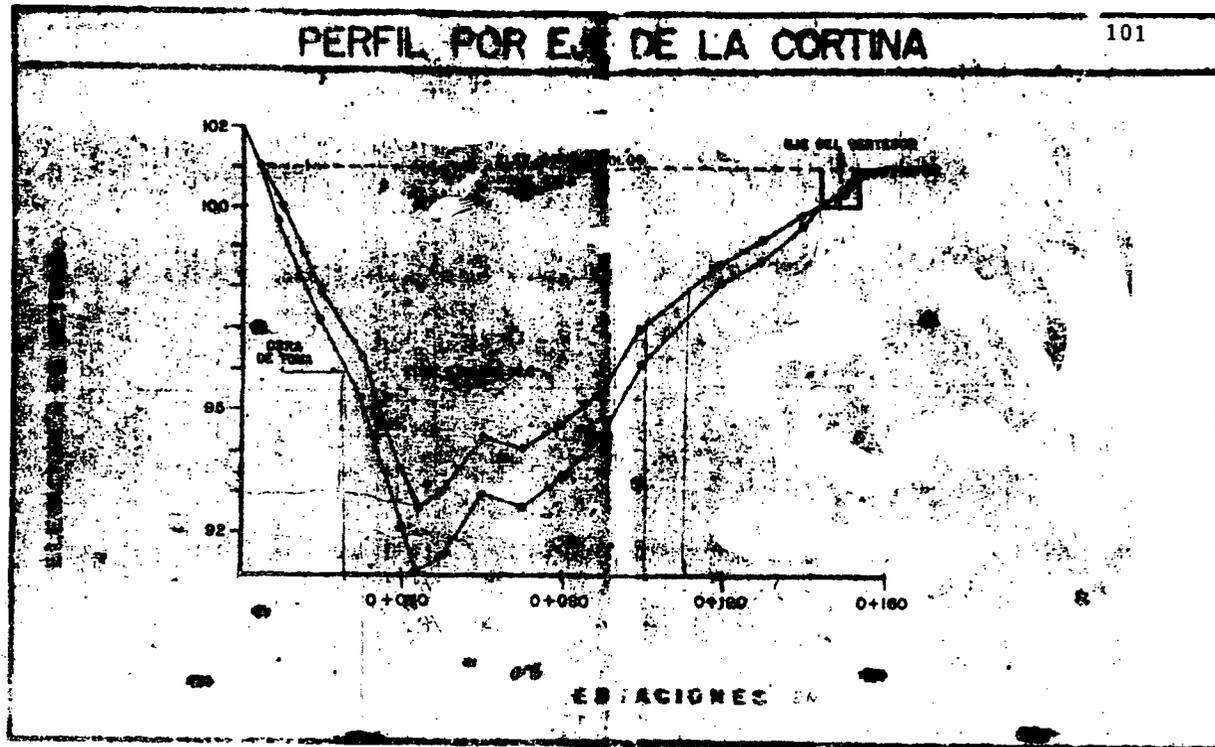


PLANTA GENERAL DEL VASO DEL BORDO DEL ARROYO S/N  
EJIDO DE HUEJOTITAN MUNICIPIO DE JOCOTEPEC.



# PERFIL POR EJE DE LA CORTINA

101



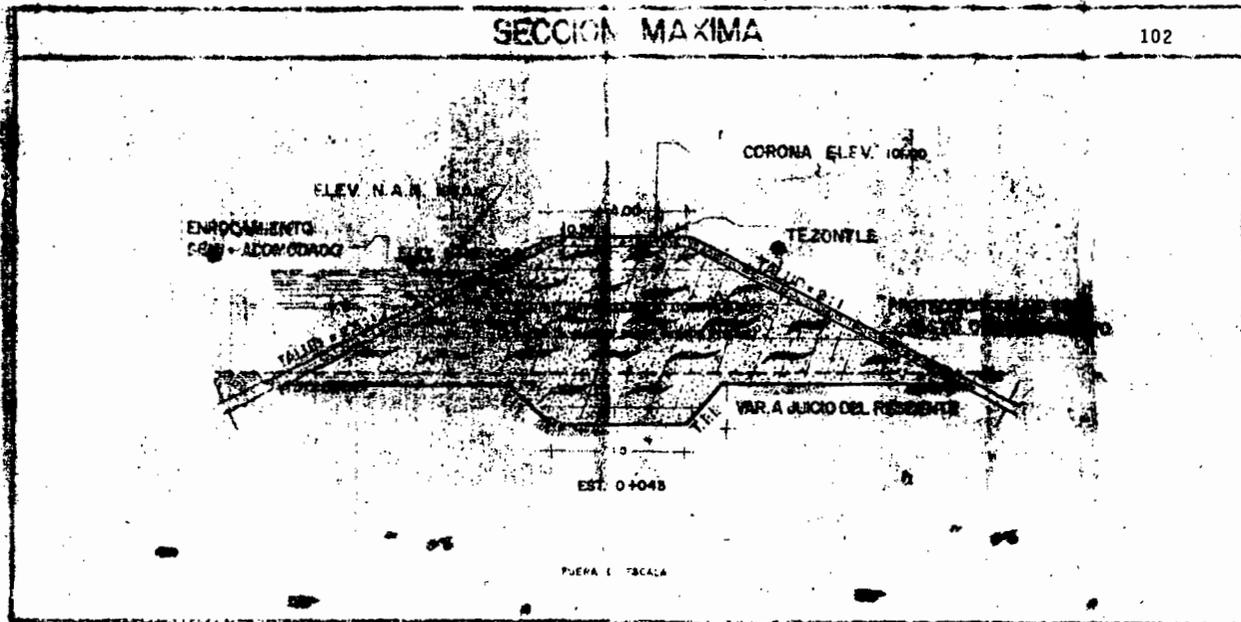
PLANO DEL PERFIL DE LA CORTINA, BORDO DEL ARROYO  
S/N EJIDO HUEJOTITAN MUNICIPIO DE JOCOTEPEC.

ESCUELA DE AGRICULTORES  
BIBLIOTECA



SECCION MAXIMA

102



SECCION MAXIMA DEL BORDO DEL ARROYO S/N DEL  
EJIDO HUEJOTITAN DEL MUNICIPIO DE JOCOTEPEC

## VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Antes de empezar un estudio para la planeación y ejecución de obras de conservación de suelo y agua, es necesario que los productores del área conozcan esta intención y estén interesados en la conservación del suelo, para que puedan aceptar las obras que se plantean como factibles dentro del proyecto. Para esto, se debe realizar un programa de capacitación y promoción. Este programa es de vital importancia, ya que los recursos y el esfuerzo invertidos en un estudio de este tipo, no deben ser desperdiciados en áreas donde posteriormente sea imposible de implantar las obras proyectadas, o en el peor de los casos, de ser destruidas por los mismos productores.

Para planear las obras a realizar, es importante que se consideren tanto los aspectos socio-económicos, fisiográficos, climatológicos y el suelo mismo, para que las prácticas de conservación proyectadas, estén acordes a las condiciones del área; y sobre todo, a los sistemas de producción existentes. Es necesario realizar un proyecto de este tipo, para poder enfocar la problemática global del área y mediante las obras y el manejo de dos recursos (suelo y agua), lograr un control integral de la erosión.

Plantear las obras de conservación, con el fin de incrementar la producción, sería adecuar y ejecutar las prácticas para aprovechar integralmente los recursos suelo y agua, las prácticas en terrenos agrícolas sería para una mejor distribución del agua en terrenos degradados por venidas de agua para recuperar los suelos mediante la retención de asolves, en terrenos donde la deforestación, el sobrepastoreo, han aumentado la degradación. Planear obras de empastado y reforestación, para aumentar la productividad en materia pecuaria y así recuperar u obtener un uso adecuado de dichos suelos.

En áreas inadecuadas aún para la ganadería, se deben excluir -- de la explotación agrícola o pecuaria y promover la regeneración de la vegetación natural, o introducir especies adaptables a tales condiciones, que permitan la recuperación del área.

De lo anterior se observa que en el área de estudio se deben -- de tomar en cuenta para la explotación agrícola sólo los suelos que por su capacidad de uso y grado de erosión, se consideraron de primera, segunda y tercera clase, considerando un manejo adecuado de los residuos de cosecha, incorporación de abonos orgánicos y de obras de conservación en los terrenos con pendiente y control de cárcavas, en donde la erosión ya es manifiesta. Por lo que respecta a los terrenos de cuarta clase, se deben de considerar para su uso pecuario, con obras de conservación de suelos y agua; así como la implantación de praderas artificiales para mejorar los pastos nativos y a la vez, construir obras de captación de agua, para satisfacer la demanda de los atos ganaderos.

Por último, en las áreas clasificadas de quinta, sexta, séptima y octava clase, que por su capacidad de uso y erosión son inadecuadas para su uso pecuario o agrícola, se deben de promover como se indica en el presente estudio: la regeneración de la flora y fauna natural o introducir especies forestales o frutícolas, adaptables a tales condiciones, que permitan la recuperación del área y un uso más adecuado y rentable; por lo que se recomienda la utilización y construcción de terrazas individuales, control de cárcavas con presas filtrantes e implantación de pastizaciones y reforestaciones.



ESCOLA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

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

- 1.- Bennet Hugh Hamond. 1974, Elementos de conservación del suelo, Ed. Fondo de Cultura Económica D.F., México.
- 2.- Breach V.V. 1974, La conservación del suelo en México, memoria del VII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, Guanajuato, Guanajuato, México.
- 3.- Colegio de Post-Graduados. 1977, Manual de conservación del suelo y agua, Chapingo- México.
- 4.- Figueroa, S.B. 1975, Pérdidas de suelo y nutrimentos y su relación con el uso del suelo en la cuenca del Rfo Texcoco, tesis M.C. Centro de Edafología C.P., Chapingo, México.
- 5.- Figueroa, S.B., Perales, S.O., Trueba, C.A., Telles, C.A.- 1981, Evaluación del riesgo de erosión para la zona semiárida del estado de Querétaro, Memorias del XIV Congreso de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.
- 7.- García, Enriqueta. 1973, Modificaciones al sistema de clasificación climatológica de Köppen, Ediciones U.N.A.M., D.F., México.
- 8.- Gavande, Sampat A. 1979, Física de suelos principios y aplicaciones, Ed. Limusa, 3a. reimpresión, D.F., México.
- 9.- Gómez, A.A. y Alarcón. 1975, Erosión y conservación de suelos en Colombia en: Manual de conservación de suelos de Ladera, Cenicafe, Chinchina, Colombia.
- 10.- Hudson, N. 1973, Soil conservation, Cornell University Press, Ithaca, N. Y., U.S.A.

- 11.- Kirby, M.S. y Morgan, R.P.L. 1984, Erosión de suelos, -- Editorial Limusa D.F., México.
- 12.- Maciel, G. R. 1980, Topografía básica, Tomo I y II, Ediciones U. de G., Guadalajara, Jalisco, México.
- 13.- Martínez Menez, Mario. 1985, Perspectivas técnicas sobre la conservación y productividad de los suelos en México S.A.R.H., C.P., Chapingo, México.
- 14.- Meyer, L.D. 1971, Soil erosion from upland areas from -- river mechanics, cap. 27 H.W. When, Edit. y Pub. F.T. - Collins, Colorado, U.S.A.
- 15.- Oropeza, M.J.L. 1981, Diseño y cálculo de las presas de gaviones en control de torrenteras, Depto. de Suelos, - Editorial Patena, Chapingo, México.
- 16.- Ortiz Villanueva, B. 1975, Edafología, Editorial Patena, U.A.Ch., Chapingo, México.
- 17.- Rodríguez Toriz, F. 1981, Elementos del escurrimiento su perficial, Editorial Patena U.A.Ch. Chapingo, México.
- 18.- Rzdowsky, J. y McVaugh, R. 1966, La vegetación de la Nueva Galicia, University of Michigan Ann Arbor, Michigan, U.S.A.
- 19.- Stallings, J.H. 1979, El suelo, su uso y mejoramiento, - Editorial Continental, S.A., D.F., México.
- 20.- Terrazas, G.J.C. 1977, Manejo de suelos para reducir ero sión y aumentar productividad en los suelos agrícolas - de la ladera de la cuenca del Río Texcoco, tesis M.C. - del C.P. Chapingo, México.
- 21.- Trueba Carranza, A. 1981, Evaluación de la eficiencia de cuatro prácticas mecánicas para reducir las pérdidas --

- del suelo y nutrimentos por erosión hídrica en terrenos agrícolas de temporal, tesis M.C., C.P., D.G.C.S.A., -- S.A.R.H., Chapingo, México.
- 22.- Trueba Carranza, A. 1979, Terrazas de banco, costos, -- construcción y manejo, C.P., S.A.R.H., Chapingo, Méxi-- co.
- 23.- Trueba Carranza, A. 1979, Reincorporación de terrenos de gradados a la producción, C.P., D.G.C.S.A., S.A.R.H., -- Chapingo, México.
- 24.- Wischmeier, W.H. and Smith, D.D. 1979, Predictin rain -- fall-erosion losses from cropland east of the rocky -- mountains Agr. Handbook N. 282 ARS, USDA, Washington, -- D.C., U.S.A.
- 25.- Wischmeier, W.H. 1972, Upslope erosion analysis from: -- environmental impact on rivers, Cap. XV, H.W. Shen, -- Pub. CSU. F.T. Collins, Colorado, U.S.A.



## R E V I S I O N   C A R T O G R A F I C A

1.- S.P.P. Dirección General de Estudios Geográficos del Territorio Nacional 1982

- Cartas de uso actual
- Cartas de edafología
- Cartas hidrologicas
- Cartas de uso potencial
- Cartas de topografía

Escala 1:50 000 de los municipios de Chapala, Jocotepec y Zacoalco de Torres del estado de Jalisco.

2.- S.C.T., S.E.D.U.E. 1984

Cartas planos de las carreteras y caminos del Edo. de Jalisco, escala 1:50 000

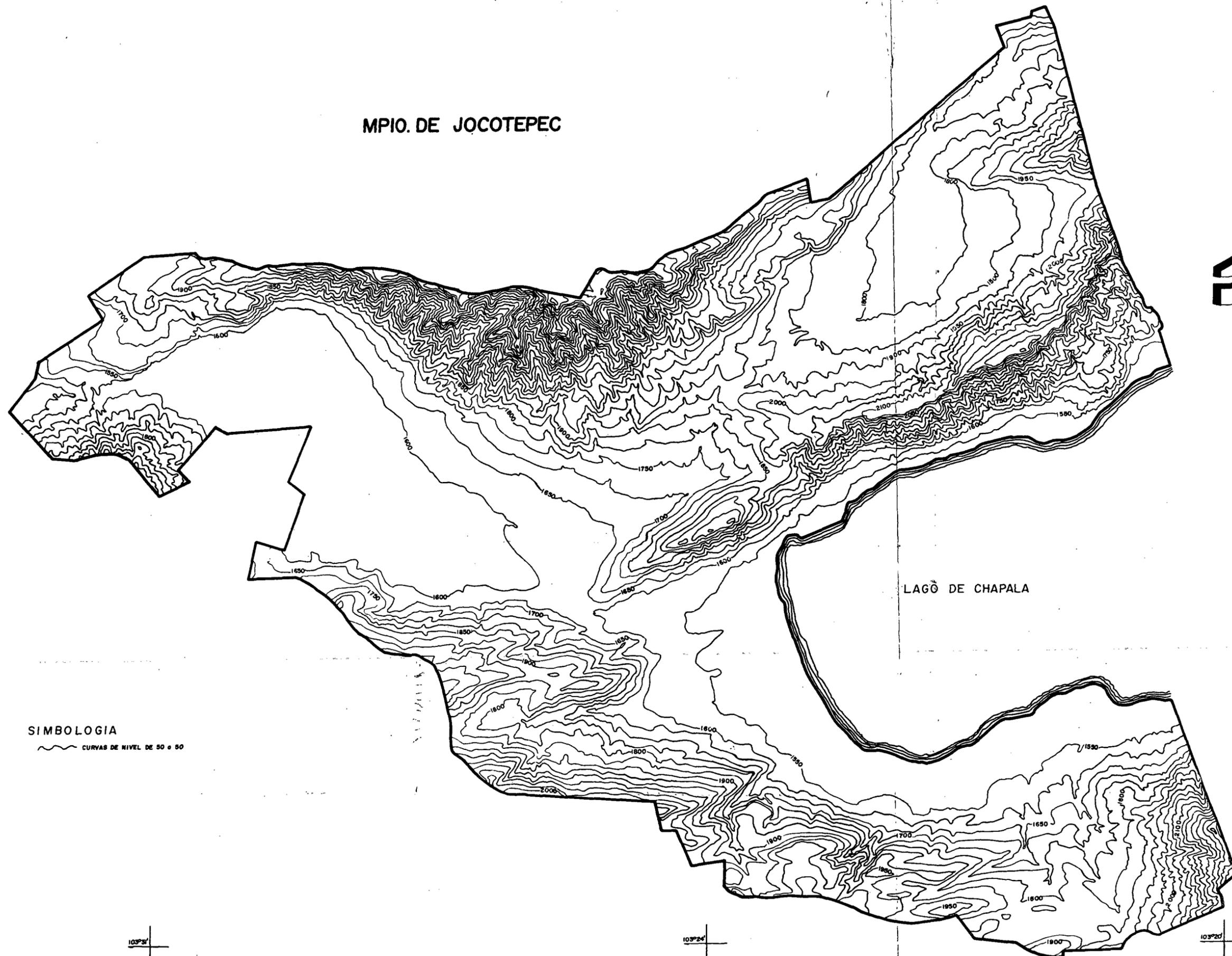
3.- S.R.A. Dirección General de Fomento y Desarrollo Ejidal -- 1985

Planos definitivos de dotación ejidal de los ejidos Jocotepec, Huejotitán y Zapotitán de Hidalgo del municipio de Jocotepec, escala 1:20 000

4.- S.A.R.H. Dirección General de Aprovechamientos Hidráulicos, Dirección General de Control de Ríos y Seguridad Hidráulica 1985

Mapa hidrológico de la cuenca Lerma-Santiago, escala 1:50 000

MPIO. DE JOCOTEPEC

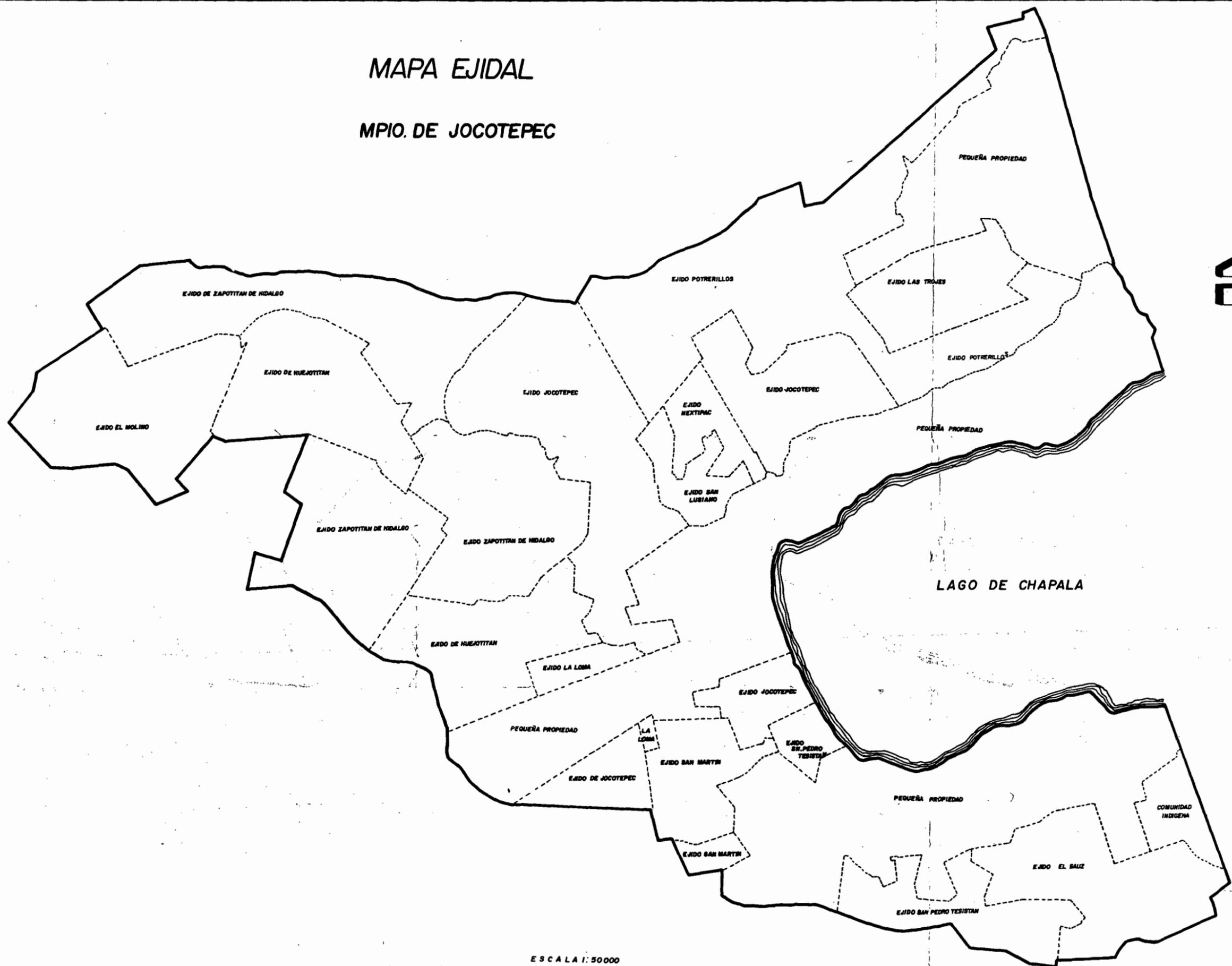


SIMBOLOGIA  
CURVAS DE NIVEL DE 50 o 50

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
FACULTAD DE AGRICULTURA  
PLANO TOPOGRAFICO  
TESIS PROFESIONAL:  
JOSE GARCIA CUEVAS

# MAPA EJIDAL

## MPIO. DE JOCOTEPEC



ESCALA 1:50000

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
FACULTAD DE AGRICULTURA

PLANO DE DIVISION EJIDAL Y TENENCIA DE LA TIERRA  
DEL MUNICIPIO DE JOCOTEPEC, JAL.

TESIS PROFESIONAL:  
JOSE GARCIA CUEVAS

MPIO. DE JOCOTEPEC

20° 22'



20° 17'

LAGO DE CHAPALA

SIMBOLOGIA

-  FEZEM
-  LITOSOL
-  LUVISOL
-  VERTISOL

103° 31'

103° 24'

103° 20'

|   |
|---|
| UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA<br>FACULTAD DE AGRICULTURA |
| PLANO EDAFOLOGICO                                     |
| TESIS PROFESIONAL:<br>JOSE GARCIA CUEVAS              |

MPIO. DE JOCOTEPEC



20°22'

20°17'

LAGO DE CHAPALA

- SIMBOLOGIA
-  PASTOS
  -  BOSQUES
  -  USO AGRICOLA
  -  MATORRAL

103°24'

103°24'

103°20'

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
FACULTAD DE AGRICULTURA

PLANO DE USO ACTUAL DEL SUELO

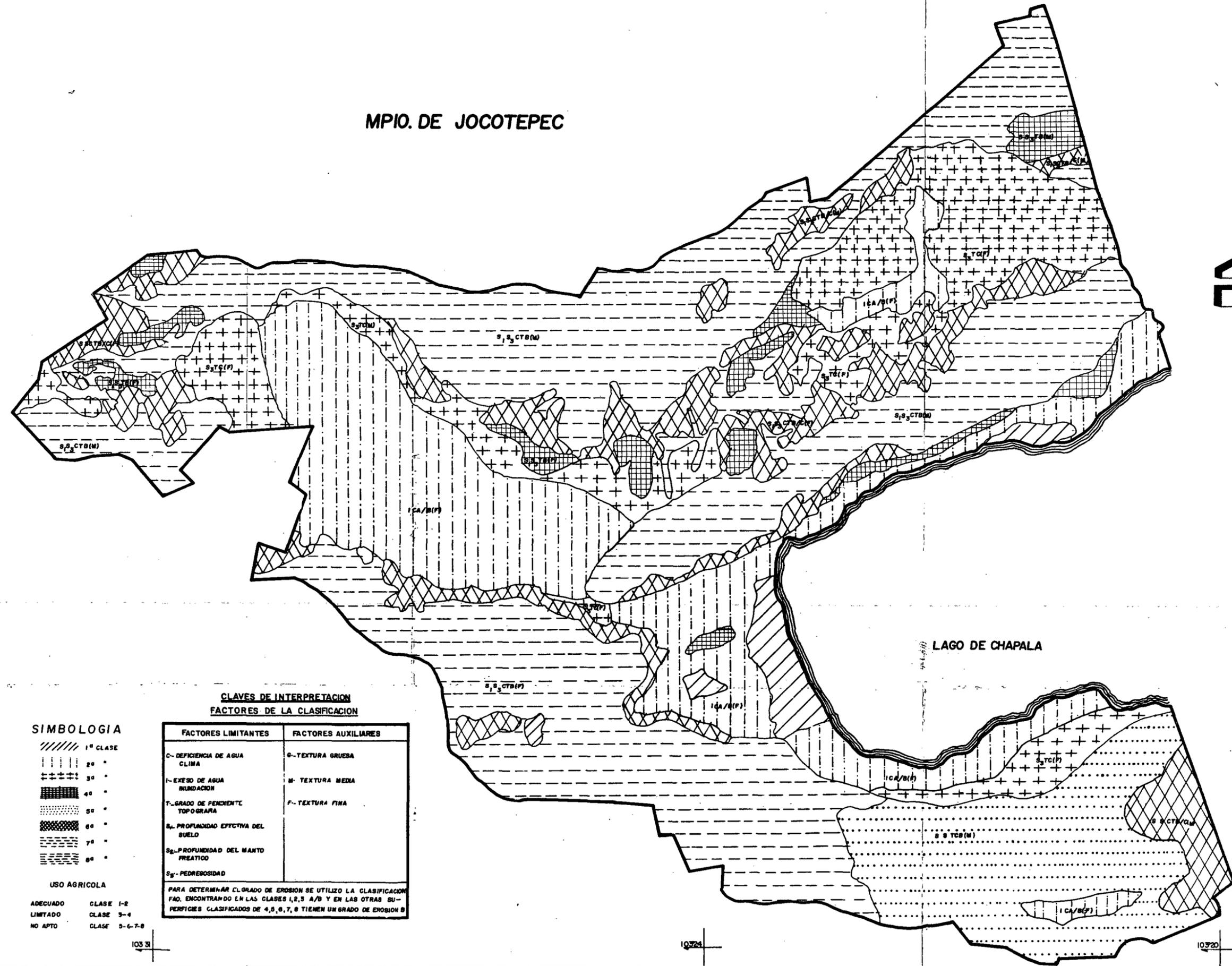
TESIS PROFESIONAL:  
JOSE GARCIA CUEVAS

MPIO. DE JOCOTEPEC

20° 22'



20° 17'



CLAVES DE INTERPRETACION  
FACTORES DE LA CLASIFICACION

| FACTORES LIMITANTES                             | FACTORES AUXILIARES |
|---|---------------------|
| C- DEFICIENCIA DE AGUA CLIMA                    | G- TEXTURA GRUESA   |
| I- EXESO DE AGUA INUNDACION                     | M- TEXTURA MEDIA    |
| T- GRADO DE PENDIENTE TOPOGRAFIA                | F- TEXTURA FINA     |
| S <sub>1</sub> - PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO |                     |
| S <sub>2</sub> - PROFUNDIDAD DEL MANTO FREATICO |                     |
| S <sub>3</sub> - PEDREGOSIDAD                   |                     |

PARA DETERMINAR EL GRADO DE EROSION SE UTILIZO LA CLASIFICACION FAO, ENCONTRANDO EN LAS CLASES 1,2,3 A/B Y EN LAS OTRAS SU-  
PERFICIES CLASIFICADOS DE 4,5,6,7,8 TIENEN UN GRADO DE EROSION 9

SIMBOLOGIA

- 1° CLASE
- 2°
- 3°
- 4°
- 5°
- 6°
- 7°
- 8°

USO AGRICOLA  
ADECUADO CLASE 1-2  
LIMITADO CLASE 3-4  
NO APTO CLASE 5-6-7-8

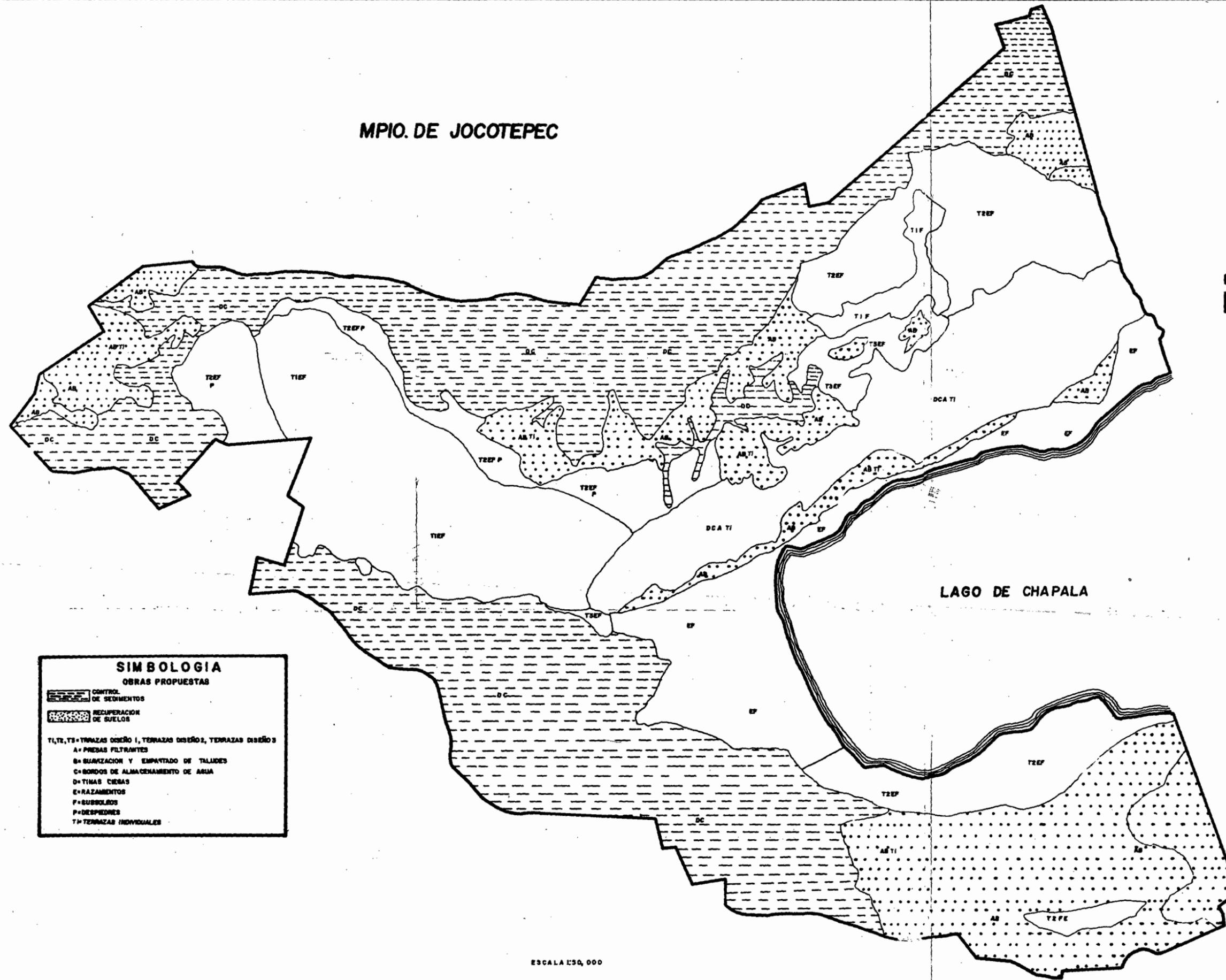
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
FACULTAD DE AGRICULTURA  
  
PLANO DE USO POTENCIAL  
  
TESIS PROFESIONAL:  
JOSE GARCIA CUEVAS

103° 3'

103° 24'

103° 20'

MPIO. DE JOCOTEPEC



**SIMBOLOGIA**  
**OBRAS PROPUESTAS**

 CONTROL DE SEDIMENTOS  
 RECUPERACION DE SUELOS

T1, T2, T3 = TERRAZAS DISEÑO 1, TERRAZAS DISEÑO 2, TERRAZAS DISEÑO 3  
 A = PRESAS FILTRANTES  
 B = SUAVIZACION Y EMPANTADO DE TALUDES  
 C = BORDOS DE ALMACENAMIENTO DE AGUA  
 D = TINAS CIEGAS  
 E = RAZAMIENTOS  
 F = SUBSUELOS  
 P = DESPEDRONES  
 TI = TERRAZAS INDIVIDUALES

ESCALA 1:50,000

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
 FACULTAD DE AGRICULTURA

---

PLANO DE DISEÑO DE OBRA

---

TESIS PROFESIONAL:  
 JOSE GARCIA CUEVAS