



4  
2oj.  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

BIOLOGIA

CARACTERIZACION EDAFICA SEMIDETALLADA,  
CLASIFICACION POR CAPACIDAD DE USO Y CLASIFICACION  
TAXONOMICA EN EL AREA NOROESTE DE LA VEGA DE  
METZTITLAN ESTADO DE HIDALGO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

BIOLOGO

PRESENTA

ISMAEL AGUILERA CORTES

MEXICO, D. F. 1988



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## INDICE

I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
III. CARACTERIZACION GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	19
1. Localización.....	19
2. Aspectos Socioeconómicos.....	24
a) Demografía.....	24
b) Población económicamente activa.....	24
c) Nivel de conocimientos sobre aspectos agrícolas .....	25
d) Nivel económico.....	26
e) Tenencia de la tierra.....	26
f) Servicios públicos y educativos.....	27
g) Otros servicios.....	27
3. Geología.....	27
4. Geomorfología.....	29
5. Topografía.....	29
6. Hidrología.....	30
7. Vegetación.....	33
8. Climatología.....	35
IV. MATERIALES Y METODOS.....	42
1. Materiales.....	42
1) Materiales de gabinete.....	42
2) Materiales de campo.....	42

II. Métodos.....	43
1) Método de levantamiento de suelos.....	43
2) Determinaciones de laboratorio.....	44
a) Determinaciones físicas.....	44
b) Determinaciones química.....	45
V. RESULTADOS.....	46
1. Descripción general de las series.....	46
2. Series de suelos.....	46
3. Clasificación agrícola por capacidad de uso.....	65
4. Clasificación de los suelos.....	75
VI. DISCUSION.....	80
I. Características generales.....	80
II. Características de los suelos de la zona de estudio	
.....	85
Serie 1 Tlaxco.....	85
1. Características morfológicas.....	85
2. Características físicas.....	85
3. Características químicas.....	87
Serie 2 Hualula.....	88
1. Características morfológicas.....	88
2. Características físicas.....	88
3. Características químicas.....	89
Serie 3 San Cristobal Pequeña Propiedad.....	90
1. Características morfológicas.....	90

2. Características físicas.....	90
3. Características químicas.....	91
VII. CONCLUSIONES.....	92

#### APENDICE

1. Mapa de Series de Suelos.
2. Mapa de Clasificación Agrícola de Suelos.

## I. INTRODUCCION

Para el mejor aprovechamiento de los recursos naturales por el hombre, se requiere en primera instancia, del conocimiento sistematizado u organizado de sus propiedades y de su distribución geográfica; pero en muchos casos, dicho aprovechamiento depende más bien del nivel científico, tecnológico, económico y de la estructura sociopolítica prevaleciente.

El suelo es el recurso más importante que existe (Ortiz y Cuanalo, 1981) y la herramienta más útil para adquirir y presentar, organizadamente, los conocimientos de sus características y su distribución geográfica, son los estudios edafológicos (Ortiz y Cuanalo op. cit.). Este tipo de estudios se realizan a diferentes niveles de precisión y detalle, según las necesidades del conocimiento, de las características de la región; así como también de la disponibilidad de recursos científicos, tecnológicos, económicos y humanos. Sin embargo, la utilidad de los estudios edafológicos no concluye con la información que ofrecen para orientar en el tipo de uso y manejo que deba darse a los suelos, sino que también deben ser aprovechables en la operación -- del sistema de explotación seleccionado, en relación con el comportamiento de los diferentes suelos. De tal manera que en países desarrollados se han diseñado algunas clasificaciones para evaluar las tierras con diversos propósitos, tales como agricultura, zonas de bosques, áreas representativas para establecer campos experimentales, zonas de recreación, conservación de suelos, planeación de sistemas de riego, zonas urbanas, trabajos de

ingeniería etc.

El presente trabajo sobre suelos se realizó en la Vega de Metztitlán, zona de mucha importancia agrícola en el Estado de Hidalgo. Este estado tiene regiones geográficas cuyas condiciones son muy desfavorables para su desarrollo agrícola, sin embargo, la agricultura representa una de las bases de su economía. Los cultivos son de temporal y de riego. Las zonas irrigadas se encuentran en Tulancingo, Ixmiquilpan, Tula y Metztitlán siendo ésta la más importante ya que en la Vega propiamente dicha se tiene buena fertilidad, que contrasta con la vegetación incipiente y raquítica que se localiza en las laderas donde predominan plantas tales como huizaches, cactus, etc. El área de estudio pertenece al municipio de Metztitlán y representa una superficie de 1756 ha.

Con base en lo anterior se plantearon los siguientes objetivos:

- 1) Determinar las Series y Fases de los suelos de esta zona.
- 2) Determinar la clasificación agrícola de suelos, su localización y distribución en el área de estudio
- 3) Caracterizar taxonómicamente a los suelos.
- 4) Contribuir al conocimiento de los suelos de zonas semiáridas.

Con lo anteriormente expuesto se busca generar información para el conocimiento de la aptitud agrícola de los suelos.

## II REVISION DE LITERATURA

Un levantamiento de suelos tiene por objeto mostrar la distribución de los suelos con relación a características físicas y culturales de un área determinada. Es decir constituyen metodologías para estudiar y describir sistemáticamente al recurso suelo. (Ortiz y Cuanalo, 1981).

Estas metodologías están basadas principalmente en el estudio físico del terreno así como de los perfiles de suelos. Al comparar los perfiles de suelos de un área dada, unos resultarán muy semejantes y otros mostrarán diferencias en varias características, de tal forma que es posible clasificar los suelos en varios niveles de generalización. Después de clasificar, se pueden agrupar a los perfiles de suelos con características similares, y su localización geográfica puede determinarse con la ayuda de observaciones de campo y sus relaciones con el paisaje. -- Siendo el resultado de lo anterior un mapa de suelos y un informe o memoria. (Ortiz y Cuanalo op. cit.).

Un mapa de suelos por si mismo, sin especificaciones ni texto que guie su interpretación, no es útil, sino solamente a personas familiarizadas con las unidades que aparecen en la leyenda. (Soil Survey Staff, 1951). Por eso, son de suma importancia las especificaciones que se toman en cuenta al empezar un levantamiento y el texto del informe o memoria del levantamiento.

Todo levantamiento de suelos, cualquiera que sea su finalidad se rige por medio de especificaciones, que si no han --



sido aceptadas universalmente al menos una gran mayoría concuerda con ellas y las utiliza.

El manual de levantamiento de suelos del Depto. de Agricultura de los Estados Unidos (Soil Survey Staff, 1951), distingue tres tipos de levantamientos de suelos que son:

- 1) De Reconocimiento. Escala: 1:50,000 a 1:100,000
- 2) Semidetallado. Escala: 1:15,000 a 50,000
- 3) Detallado. Escala: menor de 1:15,000

La escala del mapa depende del propósito perseguido, la intensidad del uso del suelo, de la disposición de los suelos y la escala de otros materiales cartográficos disponibles.

Para los levantamientos de mapas detallados de suelos, el manual no recomienda una escala específica, menciona que -- comúnmente se utilizan escalas de 1:15,000 para el levantamiento de campo y de 1:30,000 para la publicación. En otra parte sin embargo, especifica que en último caso la escala se escoja de -- acuerdo al material disponible.

En el caso de este trabajo se dispuso de material aerofotográfico principalmente de mosaicos no controlados y pares estereoscópicos, de escala 1:50,000, además de un plano topográfico escala 1:10,000 para el trabajo de campo. La publicación del estudio realizado se representa a escala 1:15,000.

Como se menciona anteriormente el sistema U.S.D.A. reco

mienda una escala para el trabajo de campo y otra (menor) para la publicación; esto debe considerarse como desventaja; debido a la pérdida de información y detalle al pasar de una escala a otra. La única ventaja que se observa es la disminución de costos en la publicación.

El mismo manual menciona que debe tenerse desde el comienzo una idea clara acerca del trabajo y el papel que cada - participante tendrá. Las especificaciones generales, se establecen en el llamado "Plan de Trabajo para el levantamiento de suelos", cuyos puntos esenciales son:

1. Nombre, localización, tamaño y linderos del área por estudiar.
2. Descripción de las principales características físicas del área.
3. Nombre de las dependencias y de los que cooperen en el trabajo.
4. Razones para realizar el trabajo, junto con otros - usos especiales que de él se vayan a hacer.
5. Tipo de levantamiento.
6. Escalas para el levantamiento.
7. Equipo y transporte necesarios.
8. Clase, escala, calidad fuente y disponibilidad de - los materiales para el mapa básico.
9. Escala y otras características de los mapas que se - publicarán y métodos de construcción a partir de las hojas de campo.

10. Planes para la preparación y publicación del informe.
11. Planes para la realización del trabajo de laboratorio y técnicos responsables.
12. Costos.

El haberse limitado para la realización del presente estudio, al manual de levantamiento de suelos del Depto. de Agricultura de los Estados Unidos, se debe principalmente a que -- prácticamente toda la literatura al respecto está basada fundamentalmente en él, además de que el mismo manual hace una recopilación exhaustiva de trabajos anteriores y actuales (1965).

El manual, incluye también, una guía para la descripción de las clases de suelos, basándose en los siguientes aspectos:

1. Forma del terreno, relieve y drenaje.
2. Material parental.
3. Descripción del perfil del suelo.
  - a) Color.
  - b) Textura.
  - c) Porosidad.
  - d) Consistencia.
  - e) Reacción.
  - f) Concreciones y otras formaciones especiales.
  - g) Materia orgánica.
  - h) Composición química y mineralógica.
  - i) Otras características.

4. Pedregosidad.
5. Erosión.
6. Vegetación.
7. Inundación.

Siguiendo con el manual (op. cit.), éste establece - normas para la publicación de la memoria de los levantamientos de suelos. Las normas mencionadas, están formadas de dos leyendas, la leyenda de identificación y la leyenda descriptiva.

La leyenda de identificación es una lista de todos - los símbolos y nombres correspondientes a cada una de las unidades cartográficas, arreglados en orden alfabético, de tal manera que uno pueda ver el símbolo para cada clase de suelo y la - clase de suelo que corresponde a cada símbolo, en la forma más corta posible.

La leyenda descriptiva puede variar, pero debe incluir las partes más importantes del levantamiento de suelos que son:

1. Leyenda de identificación de los suelos cartografiados.
2. Definiciones breves y locales de la pendiente, grupo de suelos, clase de erosión y datos similares.
3. Descripción de todas las series de suelos, incluyendo nombres y símbolos de cada tipo, fase o variante con cualquier descripción que sea necesaria para distinguir uno de otro.
4. Una clase genética para las series de suelos.

5. Un mapa esquemático de asociaciones de suelos.
6. Sumarios geológicos, de relieve, clima, vegetación y datos similares.

Cuanalo (1970) propone un manual de descripción de - perfiles, que en síntesis es una ampliación y corrección de la guía mencionada anteriormente.

Nery (1971) trata con detalle la metodología para el levantamiento de suelos en la cual incluye indicaciones del manual de levantamiento de suelos de U.S.D.A., el manual de Cuang lo y otros similares. En cuanto a los usos que se dan a los levantamientos, hay una extensa literatura.

Klingebiel y Montgomery (1961) discuten los criterios para colocar a los suelos en clases de capacidad de uso.

Las principales limitaciones que ellos establecen son: Clima (temperatura y humedad); limitaciones de humedad (agua superficial e interna); sales; peligro de erosión; profundidad del suelo; pedregosidad y capacidad de retención de humedad. Dan una lista de suposiciones y premisas como base para las agrupaciones por capacidad de uso.

La clasificación por capacidad de uso incluye tres categorías principales de agrupamientos de suelos; 1) Unidad de -- Capacidad, 2) Subclase de Capacidad y 3) Clase de Capacidad. Tabla 1.

TABLA No. 1. Relaciones entre la Unidad Cartográfica y las Unidades de Clasificación por Capacidad de Uso.

UNIDAD CARTOGRAFICA	UNIDAD DE CAPACIDAD	SUBCLASE DE CAPACIDAD	CLASE DE CAPACIDAD
Suelos con características similares. La unidad cartográfica dá bases para hacer predicciones con la máxima información para múltiples interpretaciones.	Es un agrupamiento de unidades cartográficas con potenciales, riesgos y limitaciones similares. Simplifica información sobre los suelos para la planeación a nivel parcelario.	Es un agrupamiento de unidades de capacidad con semejantes problemas de conservación, dando información de los tipos de problemas y limitaciones	Es un agrupamiento de subclases o unidades de capacidad con el mismo grado de riesgos o limitaciones. Las clases muestran la ubicación, cantidad y aptitud general de los suelos para la agricultura.

La elaboración de la memoria o informe de un levantamiento de suelos consta de tres partes:

a) Leyenda descriptiva: Fue realizada con base en las siguientes definiciones:

Unidades de Clasificación : La variabilidad en las características de las propiedades de los suelos deberán ser arregladas en - clases dentro de las cuales los individuos sean semejantes en el mayor número de características morfológicas y la variabilidad - dentro de ellas sea de la menor magnitud posible. Lo cual nos si - túa en las unidades de clasificación o categorías básicas en el sistema de clasificación 7a. aproximación, ésto es, la Serie.

Unidades Cartográficas : Las áreas en las cuales se dividen a la región en un levantamiento de suelos deberán ser útiles para los propósitos por los que se realizan, es por ésto que en ellos, se cartografían Fases individuales, excepto en sitios donde el patrón de distribución geográfica de los suelos sea tan intrincado, que a la escala del mapa base seleccionado no puedan ser mostrados separadamente, en cuyo caso se emplea al Complejo, y principalmente que las Fases cubran extensiones más pequeñas en relación con el tamaño de la unidad práctica de explotación.

b) Leyenda de identificación: Es una recopilación en - orden alfabético de todos los símbolos que aparecen en el mapa - de suelos, acompañados con sus correspondientes significados.

c) Clasificación: Consiste en el agrupamiento de las - Unidades de Clasificación, unidades Cartográficas y Unidades -- Taxonómicas.

## II REVISION DE LITERATURA

Un levantamiento de suelos tiene por objeto mostrar la distribución de los suelos con relación a características físicas y culturales de un área determinada. Es decir constituyen metodologías para estudiar y describir sistemáticamente al recurso suelo. (Ortiz y Cuanalo, 1981).

Estas metodologías están basadas principalmente en el estudio físico del terreno así como de los perfiles de suelos. Al comparar los perfiles de suelos de un área dada, unos resultarán muy semejantes y otros mostrarán diferencias en varias características, de tal forma que es posible clasificar los suelos en varios niveles de generalización. Después de clasificar, se pueden agrupar a los perfiles de suelos con características similares, y su localización geográfica puede determinarse con la ayuda de observaciones de campo y sus relaciones con el paisaje. Siendo el resultado de lo anterior un mapa de suelos y un informe o memoria. (Ortiz y Cuanalo op. cit.).

Un mapa de suelos por si mismo, sin especificaciones ni texto que guie su interpretación, no es útil, sino solamente a personas familiarizadas con las unidades que aparecen en la leyenda. (Soil Survey Staff, 1951). Por eso, son de suma importancia las especificaciones que se toman en cuenta al empezar un levantamiento y el texto del informe o memoria del levantamiento.

Todo levantamiento de suelos, cualquiera que sea su finalidad se rige por medio de especificaciones, que si no han --



sido aceptadas universalmente al menos una gran mayoría concuerda con ellas y las utiliza.

El manual de levantamiento de suelos del Depto. de Agricultura de los Estados Unidos (Soil Survey Staff, 1951), distingue tres tipos de levantamientos de suelos que son:

- 1) De Reconocimiento. Escala: 1:50,000 a 1:100,000
- 2) Semidetallado. Escala: 1:15,000 a 50,000
- 3) Detallado. Escala: menor de 1:15,000

La escala del mapa depende del propósito perseguido, la intensidad del uso del suelo, de la disposición de los suelos y la escala de otros materiales cartográficos disponibles.

Para los levantamientos de mapas detallados de suelos, el manual no recomienda una escala específica, menciona que comúnmente se utilizan escalas de 1:15,000 para el levantamiento de campo y de 1:30,000 para la publicación. En otra parte sin embargo, especifica que en último caso la escala se escoja de acuerdo al material disponible.

En el caso de este trabajo se dispuso de material aerográfico principalmente de mosaicos no controlados y pares estereoscópicos, de escala 1:50,000, además de un plano topográfico escala 1:10,000 para el trabajo de campo. La publicación del estudio realizado se representa a escala 1:15,000.

Como se menciona anteriormente el sistema U.S.D.A. reco

mienda una escala para el trabajo de campo y otra (menor) para la publicación; esto debe considerarse como desventaja; debido a la pérdida de información y detalle al pasar de una escala a otra. La única ventaja que se observa es la disminución de costos en la publicación.

El mismo manual menciona que debe tenerse desde el comienzo una idea clara acerca del trabajo y el papel que cada participante tendrá. Las especificaciones generales, se establecen en el llamado "Plan de Trabajo para el levantamiento de suelos", cuyos puntos esenciales son:

1. Nombre, localización, tamaño y linderos del área por estudiar.
2. Descripción de las principales características físicas del área.
- 3 Nombre de las dependencias y de los que cooperen en el trabajo.
4. Razones para realizar el trabajo, junto con otros usos especiales que de él se vayan a hacer.
5. Tipo de levantamiento.
6. Escalas para el levantamiento.
7. Equipo y transporte necesarios.
8. Clase, escala, calidad fuente y disponibilidad de los materiales para el mapa básico.
9. Escala y otras características de los mapas que se publicarán y métodos de construcción a partir de las hojas de campo.

10. Planes para la preparación y publicación del informe.
11. Planes para la realización del trabajo de laboratorio y técnicos responsables.
12. Costos.

El haberse limitado para la realización del presente estudio, al manual de levantamiento de suelos del Depto. de Agricultura de los Estados Unidos, se debe principalmente a que -- prácticamente toda la literatura al respecto está basada fundamentalmente en él, además de que el mismo manual hace una recopilación exhaustiva de trabajos anteriores y actuales (1965).

El manual, incluye también, una guía para la descripción de las clases de suelos, basándose en los siguientes aspectos:

1. Forma del terreno, relieve y drenaje.
2. Material parental.
3. Descripción del perfil del suelo.
  - a) Color.
  - b) Textura.
  - c) Porosidad.
  - d) Consistencia.
  - e) Reacción.
  - f) Congresiones y otras formaciones especiales.
  - g) Materia orgánica.
  - h) Composición química y mineralógica.
  - i) Otras características.

4. Pedregosidad.
5. Erosión.
6. Vegetación.
7. Inundación.

Siguiendo con el manual (op. cit.), éste establece - normas para la publicación de la memoria de los levantamientos de suelos. Las normas mencionadas, están formadas de dos leyendas, la leyenda de identificación y la leyenda descriptiva.

La leyenda de identificación es una lista de todos - los símbolos y nombres correspondientes a cada una de las unidades cartográficas, arreglados en orden alfabético, de tal manera que uno pueda ver el símbolo para cada clase de suelo y la - clase de suelo que corresponde a cada símbolo, en la forma más corta posible.

La leyenda descriptiva puede variar, pero debe incluir las partes más importantes del levantamiento de suelos que son:

1. Leyenda de identificación de los suelos cartografiados.
2. Definiciones breves y locales de la pendiente, grupo de suelos, clase de erosión y datos similares.
3. Descripción de todas las series de suelos, incluyendo nombres y símbolos de cada tipo, fase o variante con cualquier descripción que sea necesaria para distinguir uno de otro.
4. Una clase genética para las series de suelos.

5. Un mapa esquemático de asociaciones de suelos.
6. Sumarios geológicos, de relieve, clima, vegetación y datos similares.

Cuanalo (1970) propone un manual de descripción de -  
perfiles, que en síntesis es una ampliación y corrección de la  
guía mencionada anteriormente.

Nery (1971) trata con detalle la metodología para el  
levantamiento de suelos en la cual incluye indicaciones del ma-  
nual de levantamiento de suelos de U.S.D.A., el manual de Cuana-  
lo y otros similares. En cuanto a los usos que se dan a los le-  
vantamientos, hay una extensa literatura.

Klingebiel y Montgomery (1961) discuten los criterios  
para colocar a los suelos en clases de capacidad de uso.

Las principales limitaciones que ellos establecen son:  
Clima (temperatura y humedad); limitaciones de humedad (agua su-  
perficial e interna); sales; peligro de erosión; profundidad del  
suelo; pedregosidad y capacidad de retención de humedad. Dan una  
lista de suposiciones y premisas como base para las agrupaciones  
por capacidad de uso.

La clasificación por capacidad de uso incluye tres ca-  
tegorías principales de agrupamientos de suelos; 1) Unidad de --  
Capacidad, 2) Subclase de Capacidad y 3) Clase de Capacidad. Ta-  
bla 1.

TABLA No. 1. Relaciones entre la Unidad Cartográfica y las Unidades de Clasificación por Capacidad de Uso.

UNIDAD CARTOGRAFICA	UNIDAD DE CAPACIDAD	SUBCLASE DE CAPACIDAD	CLASE DE CAPACIDAD
Suelos con características similares. La unidad cartográfica dá bases para hacer predicciones con la máxima información para múltiples interpretaciones.	Es un agrupamiento de unidades cartográficas con potenciales, riesgos y limitaciones similares. Simplifica información sobre los suelos para la planeación a nivel parcelario.	Es un agrupamiento de unidades de capacidad con semejantes problemas de conservación, dando información de los tipos de problemas y limitaciones	Es un agrupamiento de subclases o unidades de capacidad con el mismo grado relativo de riesgos o limitaciones. Las clases muestran la ubicación, cantidad y aptitud general de los suelos para la agricultura.

La elaboración de la memoria o informe de un levantamiento de suelos consta de tres partes:

a) Leyenda descriptiva: Fue realizada con base en las siguientes definiciones:

Unidades de Clasificación : La variabilidad en las características de las propiedades de los suelos deberán ser arregladas en - clases dentro de las cuales los individuos sean semejantes en el mayor número de características morfológicas y la variabilidad - dentro de ellas sea de la menor magnitud posible. Lo cual nos si túa en las unidades de clasificación o categorías básicas en el sistema de clasificación 7a. aproximación, ésto es, la Serie.

Unidades Cartográficas : Las áreas en las cuales se dividen a la región en un levantamiento de suelos deberán ser útiles para los propósitos por los que se realizan, es por ésto que en ellos, se cartografian Fases individuales, excepto en sitios donde el patrón de distribución geográfica de los suelos sea tan intrincado, que a la escala del mapa base seleccionado no puedan ser mostrados separadamente, en cuyo caso se emplea al Complejo, y principalmente que las Fases cubran extensiones más pequeñas en relación con el tamaño de la unidad práctica de explotación.

b) Leyenda de identificación: Es una recopilación en - orden alfabético de todos los símbolos que aparecen en el mapa - de suelos, acompañados con sus correspondientes significados.

c) Clasificación: Consiste en el agrupamiento de las - Unidades de Clasificación, unidades Cartográficas y Unidades -- Taxonómicas.

### Clasificación por Capacidad de Uso.

La clasificación de las unidades cartográficas, por su capacidad de uso, se basó en la clasificación de tierras de Klingebiel y Montgomery (1961) los cuales definen ocho clases y cuatro subclases en los siguientes términos y en orden creciente de limitaciones:

Clase I. Suelos con muy pocas limitaciones para su uso, son casi planos, con muy pequeños problemas de erosión, profundos bien drenados, fáciles de trabajar, con buena capacidad de retención de agua y responden a la fertilización.

Los suelos que caen dentro de esta clase se supone que el clima local es favorable para el crecimiento de muchos cultivos o que las limitaciones por lluvia fueron eliminadas mediante obras de riego.

Clase II. Suelos con algunas limitaciones que reducen la elección de plantas o requieren prácticas ligeras de conservación de suelos.

Las limitaciones de estos suelos incluyen los efectos individuales o combinados de:

- 1) Pendiente suave.
- 2) Susceptibilidad moderada a la erosión por el agua o el viento o efectos adversos moderados causados por erosión anterior.
- 3) Profundidad menor a la de un suelo ideal (menos de 180 cm).
- 4) Estructuras y facilidad para el laboreo desfavorable.
- 5) Contenido bajo de sales y sodio, fácilmente corregible pero



con posibilidades de que vuelva a aparecer.

- 6) Daños a la vegetación ocasionados por inundaciones.
- 7) Exceso de humedad corregible mediante drenaje, pero con moderadas limitaciones permanentes, y
- 8) Limitaciones ligeras del clima en el uso y manejo de los suelos.

Clase III. Suelos con severas limitaciones que reducen la selección de plantas o requieren prácticas especializadas de conservación o ambas. Las limitaciones incluyen los efectos individuales o combinados de:

- 1) Pendientes moderadamente elevadas.
- 2) Alta susceptibilidad a la erosión por agua o viento o efectos adversos severos causados por erosión anterior.
- 3) Frecuentes inundaciones acompañadas a daños a las plantas.
- 4) Muy baja fertilidad del subsuelo.
- 5) Exceso de humedad o condiciones de saturación del suelo que continúan después de la construcción de drenes.
- 6) Poca profundidad del suelo debido a la presencia de roca subyacente o un horizonte endurecido que limita la profundidad del enraizamiento y la capacidad de retención de agua.
- 7) Baja capacidad de retención de humedad.
- 8) Bajo contenido de nutrientes, comúnmente alcalinotérreos, difícilmente corregible.
- 9) Salinidad y sodio en cantidades moderadas, y
- 10) Condiciones climáticas moderadamente limitantes.

Clase IV. Suelos con limitaciones muy severas que restringen la elección de cultivos o requieren de un manejo muy cuidadoso o - ambos. Las limitaciones de estos suelos bajo cultivo, incluyen - los efectos individuales o combinados de:

- 1) Pendientes muy pronunciadas.
- 2) Severa susceptibilidad a la erosión por el agua o el viento.
- 3) Efectos adversos severos, causados por erosión anterior.
- 4) Suelos de poco espesor.
- 5) Baja capacidad de retención de humedad.
- 6) Inundaciones frecuentes que afectan severamente a los cultivos.
- 7) Peligro continuo de exceso de humedad después de la construcción de drenes.
- 8) Afectación severa de sales y sodio.
- 9) Efectos moderadamente adversos del clima.

Clase V. Suelos prácticamente sin problemas de erosión pero tienen limitaciones de susceptibilidad a inundación frecuente o -- tienen piedras o tienen limitaciones climáticas, ejemplos de estos suelos son:

- 1) Suelos de terrenos bajos sujetos a frecuentes inundaciones - que limitan el desarrollo de los cultivos.
- 2) Suelos casi planos con una estación climática que limita el - desarrollo normal de los cultivos.
- 3) Suelos casi planos con pedregosidad o afloramientos rocosos.
- 4) Areas de relieve cóncavo donde la construcción de drenes no es factible para el establecimiento de cultivos, pero en donde la producción de pastos o árboles puede ser mejorada mediante prácticas de manejo sencillas.

Clase VI. Suelos con limitaciones severas que los hacen no aptos para su aprovechamiento bajo cultivos, pero que pueden ser utilizados en la producción de pastos, árboles, vida silvestre o cobertura.

Estos suelos tienen limitaciones permanentes que es muy difícil de corregir, tales como pendientes muy pronunciadas susceptibles a erosión severa, muestra efectos muy severos de erosión anterior, pedregosidad, superficialidad de la zona radical, excesiva humedad o riesgo de inundación, exceso de salinidad y sodio o factores climáticos severos o combinaciones de ellas. Algunos de estos suelos son aptos para cultivos especiales que muestran requerimientos distintos a la mayoría de los cultivos.

Clase VII. Suelos con limitaciones muy severas que los hacen no aptos para cultivos y restringen su uso a la producción, de pastos o árboles o a la vida silvestre. Estos suelos pueden ser aprovechados para pastoreo o la producción de maderas o combinaciones de ella, si se aplican prácticas de manejo.

Las limitaciones permanentes para su uso incluyen los efectos individuales o combinados de:

- 1) Pendientes muy pronunciada.
- 2) Erosión.
- 3) Suelos someros.
- 4) Pedregosidad.
- 5) Suelos excesivamente húmedos.
- 6) Salinidad y sodio.

- 7) Clima desfavorable.
- 8) Otras limitaciones que hacen de estos suelos no aptos para los cultivos comunes.

Clase VIII. Suelos con limitaciones tales que únicamente pueden ser utilizados para recreación o vida silvestre o propósitos estéticos. Las limitaciones permanentes para su uso incluyen los efectos individuales o combinados de:

- 1) Erosión o peligro de ser erosionados.
- 2) Clima severo.
- 3) Suelo excesivamente húmedo.
- 4) Pedregosidad.
- 5) Baja capacidad de retención de humedad, y
- 6) Exceso de salinidad y sodio.

Las subclases agrupan suelos dentro de una clase, con factores semejantes de limitación. Consideran cuatro factores:

Subclase (e) Erosión - Suelos cuyo problema dominante es el riesgo a erosión.

Subclase (h) Exceso de agua - Los problemas dominantes son humedad, drenaje o inundación.

Subclase (s) Limitaciones en la zona radicular.

Subclase (c) Limitaciones climáticas. Suelos con limitaciones - climáticas en lluvia, temperatura o vientos.

Cuando un suelo tiene dos o más limitaciones igualmente importantes, se asigna a la subclase en el orden en que fueron expuestas. Así, suelos con riesgo de erosión y limitaciones por exceso de humedad, se designan por riesgo de erosión y los suelos con limitaciones en la zona radical y limitaciones en el clima, se asignan a la subclase de limitaciones en la zona radical.

Houghton y Melendez, 1971 proponen como unidades básicas para identificar los suelos según su aptitud para la agricultura de regadío, a las clases y subclases por aptitud del riego.

Ellos establecen que cualquier limitación del suelo, - que sea permanente y que pudiera reducir la selección de cultivos, aumentar los costos y disminuir los rendimientos, puede ser en detrimento de la asignación de la clase de tierra apta para el riego.

Aunque la información de los levantamientos de suelos ha sido principalmente utilizada en agricultura, también puede ser usada para la construcción rural; Olson (1964) dice que en un levantamiento de suelos puede incluirse una gran cantidad de información que se considere pertinente, aunque no sea para uso agrícola. Cada unidad designada en un mapa de suelos, es un conjunto de áreas de una clase dada de suelos, que definida en términos de rangos de sus propiedades más importantes puede usarse tanto con fines agrícolas como urbanos, Olson (op.cit.), cita a va

rios autores, en relación a la aplicación de los levantamientos de suelos en diferentes usos:

Klima (1954), los levantamientos de suelos pueden contribuir en la localización y descripción de los suelos para su aplicación en planeaciones y construcciones.

Robertson, et al. (1968) discuten la calificación de la calidad de las tierras, refiriéndose particularmente a las necesidades de su uso; hacen un exámen de los sistemas de clasificación de tierras existentes, desde el punto de vista de las necesidades en diferentes etapas del desarrollo planeado. Ellos delinean un proceso sistemático para la evaluación de las tierras dando énfasis en la etapa inicial de la Planeación del Desarrollo de la Tierra, al recurso agua. En la segunda etapa se dá prioridad a la calificación y prospectos que identifica en la clasificación formal de las tierras siguiendo la línea desarrollada por el U.S.D.A. (1951) como guía de la calidad de las tierras. Finalmente a nivel de proyecto hacen las calificaciones más críticas de productividad para las tierras de acuerdo a los factores económicos y sociales de más peso según el potencial e incremento de la producción.

Ignstyeu (1968) en la evaluación de las tierras para fines forestales y agrícolas, considera a los factores que afectan la productividad. Tal evaluación podría aplicarse tanto en zonas desarrolladas, como las no desarrolladas. Menciona que los levantamientos de evaluación de tierras en la Unión Sovieti

ca, derivan sus datos tanto de observaciones de campo como de cuestionarios y registros de producción. La presentación de los datos puede hacerse en forma de mapas de levantamientos individuales o comunmente en mapas simples que muestren sistemas de tierras. Sugiere que la clasificación de las tierras podría basarse en las propiedades de las tierras que separen sitios de vegetación. Estas son en primer término, la disponibilidad de nutrimentos y la humedad del suelo, las cuales actúan independientemente, excepto en condiciones de exceso de humedad. Los índices cuantitativos de la humedad del suelo y de la productividad biológica, incluye índices que se refieren a experiencias en rendimientos y problemas de manejo e índices dados directamente por los análisis de los suelos. Otras propiedades importantes que considera son la vegetación, el clima y el relieve.

### III CARACTERIZACION GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

#### 1) Localización.

La zona en estudio se encuentra en la parte central del Estado de Hidalgo. Dentro de lo que se denomina la Vega de Metztitlán con coordenadas extremas de  $20^{\circ} 28'$  y  $20^{\circ} 42'$  de Latitud norte y los  $98^{\circ} 42'$  y  $98^{\circ} 52'$  de Longitud oeste; a una altitud que varía de 1264 a 1329 m s n m. A 88 km de la capital del Estado y a 185 km de la Ciudad de México, políticamente -- corresponde al municipio de Metztitlán. El área que ocupa dicho municipio es de  $756 \text{ km}^2$ , siendo por este concepto el segundo en extensión del Estado. Limita al norte con los municipios de Molango, Eloxochitlán y Xochicoatlán; por el sur con Atotonilco el Grande, Actopan y Santiago; por el oriente con Metzquititlán y Zacualtipán; y por el poniente, con el municipio de Cardonal. Figura 1.

La Vega de Metztitlán tiene una superficie total de 11,000 ha, ( $110 \text{ km}^2$ ) y ocupa una séptima parte del área total del municipio. Está ubicada en sentido S-SE a N-NW., comienza, donde empieza a abrirse la Vega, en el sitio denominado Venados y termina en la llamada Laguna de Metztitlán. Su máxima longitud es de 32.5 km aproximadamente y su ancho es muy variable, -- pues va desde 300 m a 400 m., en su parte más angosta, hasta -- 3.5 km en su anchura mayor, frente al pueblo de San Cristobal, en su tramo final que se prolonga hasta la Laguna. Figura 1 y 2.



El área que se estudió dentro de la Vega de Metztitlán fue la tercera zona del Distrito de Riego No. 8 con coordenadas de 20° 41' de Latitud Norte y 98° 51' de Longitud Oeste, con una altitud promedio de 1300 m s n m., cubre una extensión de - 1756 ha.

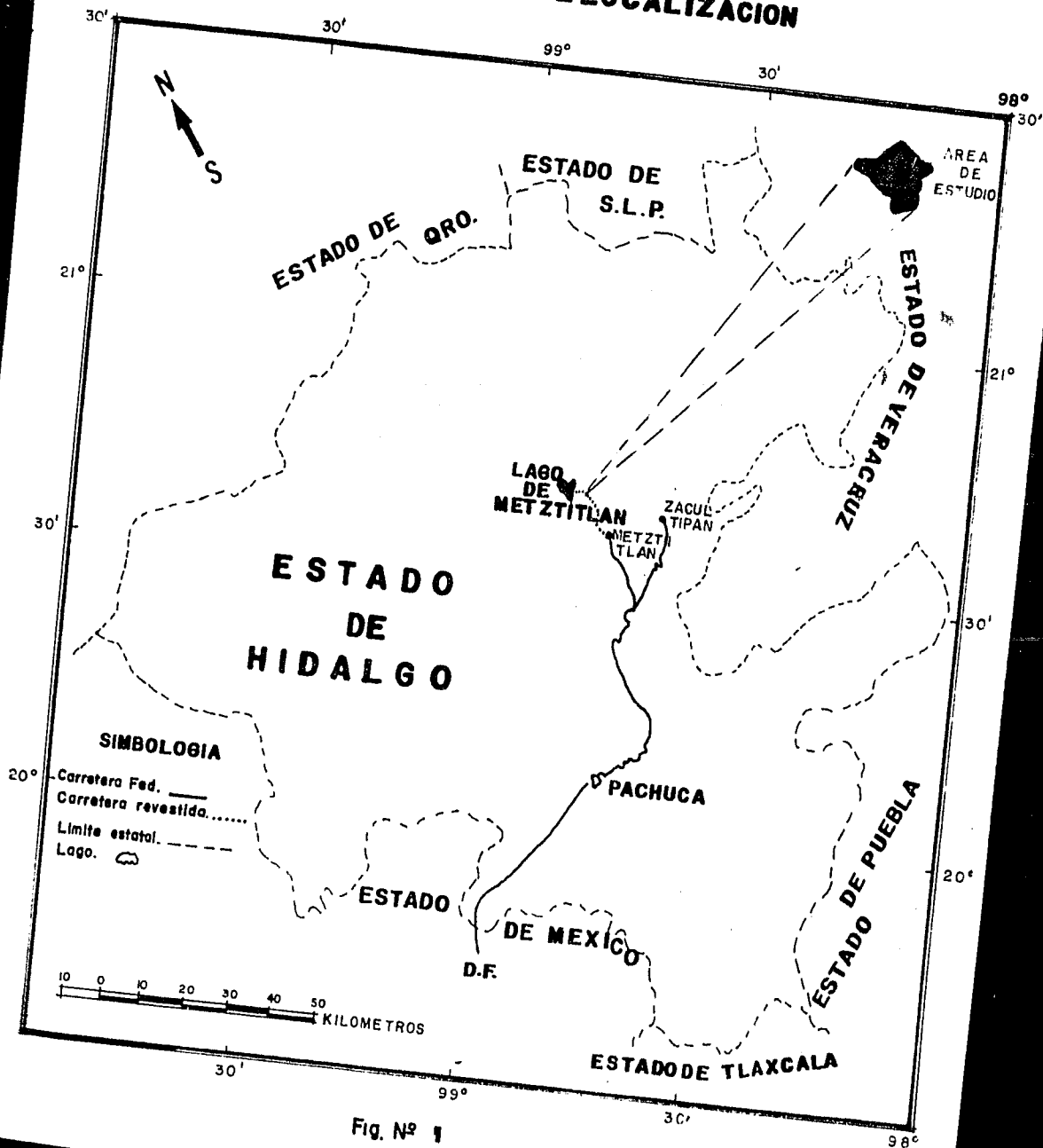
Por sus características fisiográficas peculiares, muy especialmente por la naturaleza de los límites que la separan - de las zonas vecinas, la Vega de Metztitlán constituye una comarca geográfica bien definida, la que forma parte a su vez de una amplia región natural, la Altiplanicie Meridional, limitada al sur por el Eje Neovolcánico Transversal, al este por la Sierra Madre Oriental, al oeste por la Sierra Madre Occidental y - al norte por la línea divisoria de aguas que corresponde a los sistemas hidrográficos Moctezuma-Pánuco y Lerma Santiago.

Por su situación geográfica, la Vega fue el paso obligado de los antiguos pobladores, el camino natural que une la - porción alta y fría del altiplano con la región caliente y húme da de la Huasteca. La principal población situada en la Vega es la Villa de Metztitlán cabecera del municipio del mismo nombre, situada a 20° 36' de Latitud norte y a 98° 46' de Longitud oeste, y a 1257 m s n m. El nombre de esta Villa se ha hecho exten sivo al río, a la laguna y a la comarca.

La población de Metztitlán está comunicada por 22 km de carretera pavimentada con la carretera federal 105, ésta a su vez, comunica la región con Pachuca y la Ciudad de México, -

Tampico, la Huasteca y San Luis Potosí. No hay comunicación -  
ferrea ni aérea. La población de Metztlán cuenta con correo y  
telégrafo como medio de comunicación alterno.

## CROQUIS DE LOCALIZACION



# VEGA DE METZTITLAN

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| Nº 1 ACOLME , RANCHERIA     | Nº 13 PEÑA AMARILLA                             |
| " 2 VENADOS, BARRANCA LOS   | " 14 CERRO DE TLACOTEPEG                        |
| " 3 EL CARRIZAL, RANCHO     | " 15 TLAXCO, PUEBLO                             |
| " 4 TRES CRUCES             | " 16 CRUZ VERDE                                 |
| " 5 BARRANCA DE JIHUICA     | " 17 LAGO DE METZTITLAN                         |
| " 6 JILOTLA , PUEBLO        | " 18 EL TAJO, CAMPAMENTO<br>Y TUNELES Nº 1 Y 2. |
| " 7 METZTITLAN , VILLA      | " 19 VEGAS DE ALMOLOM                           |
| " 8 CERRO D' QUIMISTEPEC    | " 20 RIO DE SAN AGUSTIN<br>METZQUITITLAN.       |
| " 9 LAGUNA DE TLAHACHA      | " 21 BAHIA DE LAS YESUAS                        |
| " 10 ALTZONZINTLA, PUEBLO   | " 22 BARRANCA DE SAN JUAN                       |
| " 11 EL PEDRESAL, RANCHERIA |   |
| " 12 SAN CRISTOBAL , PUEBLO |   |



AREA DE ESTUDIO.

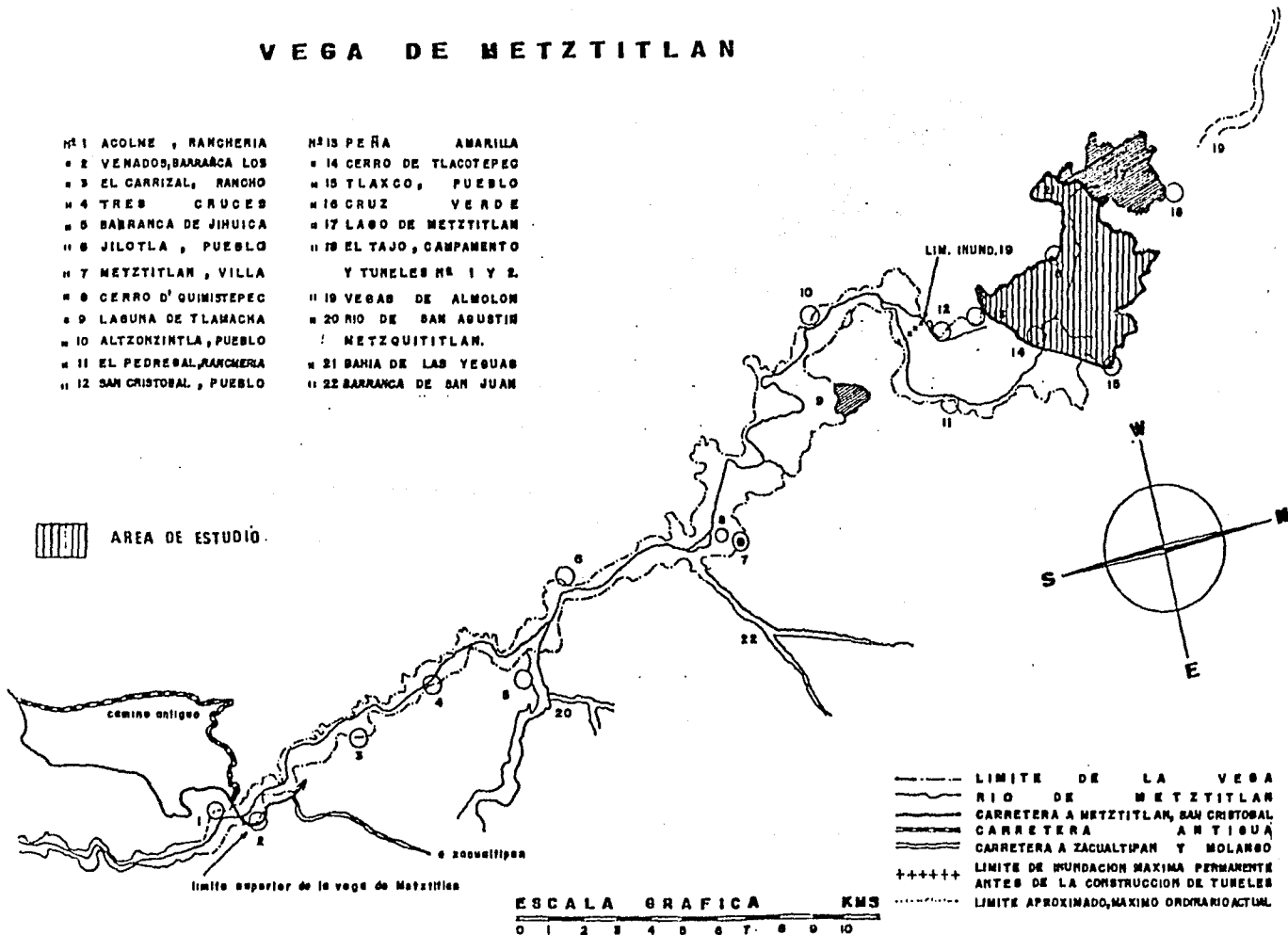


Fig. Nº 2

## 2) Aspectos Socioeconómicos.

## a) Demografía.

La población en la zona de estudio es de aproximadamente 10,000 habitantes, estos viven en los pueblos de Hualula, Tlaxco, Tlacotepec, San Cristobal y el Pedregal de Zaragoza, los cuales forman parte del municipio de Metztlán. La densidad de población en el municipio es de 81.4 hab./km<sup>2</sup>. (DETENAL 1980). Ver Tabla No. 3.

TABLA No. 3 Población de la zona de estudio

Pueblos	Número de habitantes	% Zona de Estudio
Hualula	1800	18
Tlaxco	900	9
Tlacotepec	1500	15
San Cristobal	4300	43
Pedregal de Zaragoza	1500	15
Total	10,000	100%

Fuente: Datos proporcionados por autoridades ejidales.

## b) Población económicamente activa empleada en el sector agropecuario.

Esta comprende el 13.7% de la cual el 100% se dedica a las actividades agropecuarias. En ciertas épocas del año -

Los campesinos de esta área se dedican al trabajo asalariado en las faenas agrícolas en otros terrenos del Distrito de Riego en que se ubica el área de estudio. Ver Tabla No. 4

TABLA No. 4 Población económicamente activa (1983)

Poblado	Total	P.E.A.	%
Hualula	1800	240	2.4
Tlaxco	900	180	1.8
Tlacotepec	1500	220	2.2
San Cristobal	4300	550	5.5
Pedregal	1500	370	3.7
TOTAL	10,000	1560	15.60

Fuentes: Datos proporcionados por las autoridades ejidales.

En la época de seguía los campesinos del área de estudio resienten la falta de ocupación, por lo que la población en su mayoría emigra temporalmente a localidades como Pachuca o la Ciudad de México, donde buscan la oportunidad de emplearse en otras actividades diferentes a las agrícolas.

c) Nivel de conocimiento agrícola.

La enseñanza de técnicas agrícolas es casi nula, por lo que el nivel de conocimientos de la población en estos aspectos es empírico. Es decir, se basan en técnicas tradicionales las cuales no siempre cumplen con los requerimientos de una

explotación adecuada, cuenta con la asesoría del personal del -  
Distrito de Riego de una manera aislada e irregular.

d) Nivel económico.

El nivel económico de la mayor parte de la población es bajo, siendo las prácticas agrícolas no muy adecuadas y por lo tanto su rendimiento es bajo, la zona aunque cuenta con riego no se cultiva todo el año, habiendo grandes periodos de inactividad, una gran parte de los campesinos no son dueños de las tierras que trabajan sino que se han convertido en asalariados. Además el salario que les pagan es inferior al mínimo.

Esta circunstancia se refleja en una alimentación deficiente, vestido y calzado, así como también en lo precario - de la vivienda, ésta es de muros de piedra, techo de lámina y - piso de tierra, consta de un sólo cuarto y la cocina está a la interperie. Con excepción del pueblo de San Cristobal donde la vivienda es más decorosa.

e) Tenencia de la Tierra.

Las tierras en la zona de estudio son de tenencia - ejidal y pequeña propiedad (propiedad privada). En lo que respecta a las tierras ejidales su sistema de explotación es individual, generándose con ello bajos rendimientos por ejidatario, lo cual repercute en los problemas mencionados anteriormente. Por el contrario las tierras de propiedad privada generalmente tienen rendimientos más altos y es más costeable su cultivo.

f) Servicios públicos y educativos.

Educación primaria: En la zona en estudio existen tres escuelas primarias.

Educación Secundaria: Este nivel educativo se imparte en una escuela ubicada en el Pueblo del Pedregal de Zaragoza que se localiza a 2 km de los pueblos de Hualula, Tlaxco y Tlacotepec. No hay escuelas para el nivel de educación media superior (bachillerato) ni en los niveles técnicos equivalentes.

g) Otros servicios.

Los servicios medico-asistenciales son escasos, no existiendo centros de salud pública, las instalaciones para atención médica más cercanas se encuentran a 3 km de distancia y ésta es impartida por 2 médicos particulares. El servicio de agua potable es irregular, deficiente y escaso. En la zona se cuenta con dotación de energía eléctrica. El transporte público se lleva a cabo por camiones y por autos de servicio colectivo que llegan hasta la Villa de Metztlán.

3) Geología.

Estas tierras estuvieron sumergidas bajo el mar durante la Era Mezozoica y emergieron por movimientos orogénicos posteriores, que hicieron que los estratos se plegaran en forma espectacular (Robles, 1946).



La barranca de Metztlán se formó a partir de movimientos tectónicos ocurridos después del Cretácico y su actual configuración se debe a la lenta erosión que actúa sobre la fractura inicial, posteriormente y debido a dicha erosión se desgajaron algunos cerros tapando una de las gargantas de la barranca y dando origen a la Laguna actual (Cantú, 1953 y Robles op. cit.).

#### Estratigrafía.

Los flancos de la barranca y el lecho rocoso de la misma, están formados por depósitos de calizas y margas-pizarras que datan del Cretácico que han experimentado fuertes alteraciones tectónicas por fracturamientos y plegamientos intensos. En el Sureste de la barranca hay fuertes efusiones basálticas que cubren las pizarras. La meseta cercana a la barranca es un terreno pedregoso con fragmentos de basalto. Desde la población de Venados hasta el dique natural, se observan los azolves lacustres de la Vega, que han ido conformando la planicie del fondo de la barranca (Cantú op. cit.).

#### Litología.

Las principales rocas que afloran a lo largo de la barranca son en orden de abundancia: calizas, areniscas, lutitas, basaltos y margas pizarras. Las calizas son de color gris, en capas tanto gruesas como delgadas y en algunas se observan intercalaciones de cuarzo negro.

#### 4) Geomorfología.

Las geoformas identificadas de acuerdo a Robles (op. cit.). son: un Valle plano con pendientes ligeras hacia la Laguna, con pendiente menor al 1%, formadas por el acarreo de los materiales que ha ido arrastrando el río y que sedimentaron en la Laguna, el río Metztlán corre a lo largo del Valle y alimenta a la Laguna; finalmente flanqueando el Valle se encuentran grandes acantilados y laderas muy pronunciadas con pendientes cercanas al 100%.

#### 5) Topografía.

El área de estudio presenta un terreno plano con pendiente descendente en el sentido este-oeste menor de 1%; la forma de éste es de una media luna, en el extremo este del área se encuentra una elevación denominada el cerrito con una altura de 40 m., los flancos de la barranca próximos a la zona tienen pendientes superiores a 45% y algunos están cortados a 90%.

La poca pendiente y la cercanía de la zona de estudio a la Laguna hace que en época de lluvias parte del área se inundó por un tiempo de 3 a 4 meses con lo que se afecta la producción agrícola.

#### 6) Hidrología.

##### a) Corrientes Superficiales.

Los principales cuerpos de agua de la región son:

El río y la Laguna de Metztlán. El río se origina en los montes Ahuazontepec, ubicados en los límites con el Estado de --- Puebla, cerca de la población de Tulancingo y termina en la Laguna de Metztlán a la cual alimenta en su recorrido y recibe las aportaciones de los Ríos Metepec, Acapulco, Izatla, Huasca, San José, San Miguel, Ixtula, Regla, Tianguillo, Mexquititlán y Pantepec, así como la de numerosos arroyos.

El Río Metztlán sigue con dirección Noroeste recibiendo las aguas de varios ríos y arroyos hasta llegar a la laguna de Metztlán donde por una obstrucción geológica se interrumpe. Las infiltraciones de esta Laguna a la parte baja de la barranca originan el Río Almolón el cuál alimenta al Río Quetzalapa, que es afluente del Moctezuma y éste a su vez es afluente del Pánuco. Ver Tabla No. 5 y 6.

La Laguna pierde volumen en forma natural por las filtraciones que hay sobre las paredes del cerro que le sirven de tapón; actualmente se han construido túneles de sección rectangular de 4 x 2.20 m y 260 m de longitud; uno a 1234.84 m.s.n.m. y otro a 1245.85 m.s.n.m. El primer tunel data de 1974 y la carga de presión a la que funcionó fue de 7.90 m de cota piezométrica o sea 79 kg de presión, el gasto máximo que desfogó fue de 29.3 m<sup>3</sup>/seg.. Entre el 22 de Septiembre y 5 de Octubre de ese año desfogó 33 millones de metros cúbicos. El sistema hidrologico superficial pertenece a la cuenca del Río Pánuco. Ver Tabla No. 5 y 6.

TABLA No. 5 DATOS HIDROLOGICOS DE LA LAGUNA DE METZTITLAN

AÑOS	DIA	MES	ALMACENAMIENTOS MILLONES m <sup>3</sup> . (MAXIMOS)	NIVEL DE AGUA (COTA S.N.M.MTS)	AREA INUN- DADA. (HAS.)	DIA	MES	ALMACENAMIENTOS MILLONES m <sup>3</sup> . (MINIMOS)	NIVEL DE AGUA (COTA S.N.M.MTS.)	AREA INUN- DADA. (HAS.)
1950										
1951	22	OCT.	30.850	1230.65	939	21	MAY.	150	1225.05	140
1952	7	OCT.	193.320	1239.93	2519	22	ABR.	3.300	1226.10	253
1953	1	ENE.	95.320	1235.28	1821	3	JUL.	21.000	1229.50	755
1954	17	OCT.	383.300	1246.38	3362	16	AGOS.	8.240	1227.56	483
1955	12	NOV.	514.440	1249.96	3934	7	JUL.	30.850	1230.67	939
1956	1	ENE.	319.000	1244.40	3140	22	JUN.	56.280	1232.94	1345
1957	1	ENE.	67.350	1237.69	1507	31	DIC.	8.480	1227.62	497
1958	22	OCT.	195.000	1240.00	2530	9	ABR.	1.200	1225.40	173
1959	1	ENE.	103.300	1235.70	1876	14	ABR.	58.500	1233.10	1377
1960	1	ENE.	66.000	1233.60	1487	19	JUL.	24.120	1229.89	810
1961	14	NOV.	75.780	1234.21	1629	11	JUN.	4.860	1226.62	344
1962	1	ENE.	60.900	1233.26	1412	31	DIC.	20.920	1229.49	754
1963	9	NOV.	50.400	1232.45	1267	29	ABR.	1.200	1225.40	175
1964	11	ENE.	48.840	1232.32	1246	14	NOV.	14.620	1228.66	639
1965	16	SEP.	52.560	1232.63	1296	6	JUN.	1.200	1225.40	175
1966	24	SEP.	76.140	1234.23	1623	12	JUN.	26.620	1230.18	857
1967	7	OCT.	95.320	1235.28	1821	20	AGOS.	21.960	1229.62	772
1968	29	SEP.	69.900	1233.86	1544	21	JUN.	37.080	1231.28	1055
1969	16	SEP.	176.520	1239.23	2407	27	JUN.	16.930	1228.99	684
1970	6	OCT.	92.470	1235.13	1802	31	MAY.	32.740	1230.86	976
1971	22	OCT.	79.100	1234.40	1659	22	JUN.	22.280	1229.66	777
1972	17	AGOS.	70.500	1233.72	1513	11	JUN.	28.240	1230.36	852
1973	16	SEP.	95.000	1235.30	1824	24	JUN.	22.040	1229.63	773
1974	4	OCT.	214.750	1240.79	2617	19	JUN.	40.160	1231.56	1109
1975	19	SEP.	175.620	1238.76	2324	11	MAY.	45.960	1232.08	1207
1976	18	OCT.	120.020	1236.58	1993	27	JUN.	48.360	1232.28	1240
1977	1	ENE.	72.000	1234.00	1575	14	AGOS.	36.200	1231.20	1034
1978	18	OCT.	98.550	1235.45	1844	1	JUN.	29.320	1230.43	909
1979	19	SEP.	127.240	1236.96	2045	5	JUN.	39.500	1231.50	1098
1980	1	OCT.	151.640	1238.12	2203	9	AGOS.	43.570	1231.50	1098
1981	10	OCT.	159.500	1238.50	2275	19	MAY.	41.480	1231.68	1133

FUENTE: Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

TABLA No. 6 APORTACIONES DEL RIO METZTITLAN (MILES DE m<sup>3</sup>)

AÑO	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY	JUN.	JUL.	AGOS.	SEP.	ANUAL
1960-1961	8663	7474	7316	6272	4820	4815	2709	1756	19315	17186	11449	10244	102019
1961-1962	9543	12184	3843	3129	2441	2464	4296	3190	9992	6883	5799	10743	74507
1962-1963	5934	5320	6033	4830	3667	3245	2312	5609	10924	39807	20543	16123	124347
1963-1964	15135	12375	8419	8039	5393	4220	3807	5018	6544	5223	4774	6159	85106
1964-1965	7913	6055	6908	4700	3418	3670	4897	5783	5550	8510	36456	11905	105827
1965-1966	12341	10703	10391	9595	7356	8918	8638	7506	12528	18952	15999	15004	137931
1966-1967	21477	8634	6508	5294	5593	6085	6423	5591	3341	5846	9129	49457	134328
1967-1968	15564	4763	3858	5435	5142	5238	8478	13638	10374	14672	14870	20797	108157
1968-1969	16049	7839	9552	5948	3979	4149	3551	3002	4593	16757	40643	137061	253133
1969-1970	37519	9808	9401	6722	5560	5216	3414	3372	34556	19870	18983	39579	194000
1970-1971	16938	6205	5904	5191	3026	2258	2009	3520	13809	10146	11918	11872	92796
1971-1972	37910	17688	74443	4849	3478	3166	2494	3276	11773	24754	23115	12345	152331
1972-1973	16232	6579	6340	5127	3047	2382	4142	2190	17290	46456	27687	24692	182204
1973-1974	35338	8731	6775	4893	2854	5413	2907	3418	17336	65732	6566	146556	306219
1974-1975	51759	11403	8381	6849	5470	5919	5573	9431	11148	13408	17950	146717	294008
1975-1976	36136	9956	7521	6610	6936	6214	5962	5815	13307	65902	27550	3929	195838
1976-1977	7577	19909	12754	7775	4974	4444	3931	4151	11374	5448	5033	7428	94798
1977-1978	9746	6762	4596	3881	3094	4363	3935	2317	25592	11538	21700	29917	127441
1978-1979	33330	8160	6083	4492	3147	2582	8188	4639	15355	10952	31468	141562	269958
1979-1980	18781	9367	8496	6286	4610	4299	4567	14463	5525	6808	8930	18312	110444
1980-1981	21104	8323	7185	8202	5277	3824	4125	8997	70262	67915	12104	13624	230932
PROMEDIO	20714	9440	7319	5958	4445	4420	4588	5556	15737	22993	18222	42096	160777

FUENTE: Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

### Aguas Subterráneas.

Los mantos acuíferos, se encuentran a muy grande profundidad (Robles op. cit.).

No obstante el nivel freático se encuentra aproximadamente a 50 cm bajo la superficie del terreno y éste manto es alimentado por las infiltraciones durante la época de lluvias.

### 7) Vegetación.

La vegetación del área de trabajo está representada por vegetación cultivada y vegetación secundaria. Dentro de la primera, los principales cultivos son: maíz, frijol, chile, jitomate, calabaza, papa, sandía, melón y otros; como vegetación secundaria se consideran a las malas hierbas que crecen en los cultivos. Ver Tabla No. 7. En las formaciones cerriles que rodean el área de estudio existen agrupaciones de vegetación xerófitas, las cuales se citan en la Tabla No. 8.

TABLA 7. Principales especies de malas hierbas en la zona de est.

FAMILIA	GENERO	NOMBRE COMUN	ABUNDANCIA
Compositae	<u>Matricaria</u> sp.	Chayotillo	Muy abundante
Amaranthaceae	<u>Amaranthus hybridus</u>	Quelite	Muy abundante
Gramineae	<u>Panicum barbinode</u>	Zacate	Muy abundante
Portulacaceae	<u>Portulaca</u> sp.	Verdolaga	Muy abundante
Cyperaceae	<u>Cyperus</u> sp.	Tulillo	Muy abundante
Urticaceae	<u>Urtica dioica</u>	Chichicastle	Abundante
Malvaceae	<u>Malva parviflora</u>	Malva	Abundante
Euphorbiaceae	<u>Jatropha urens</u>	Mala mujer	Abundante
Solanaceae	<u>Solanum rostratum</u>	Duraznillo	Abundante
Solanaceae	<u>Datura stramonium</u>	Toloache	Escasa
Labiatae	<u>Clinopodium macrostemun</u>	Poleo	Escasa

TABLA 8. Principales especies de vegetación xerófito y árboles forestales en la parte cerril y de la Vega.

FAMILIA	GENERO	NOMBRE COMUN
Leguminosas	<u>Prosopis juliflora</u>	mezquite
Leguminosas	<u>Pithecellobium albicans</u>	huizache
Cactaceae	<u>Opuntia ficus</u>	nopal-tuna blanca
Cactaceae	<u>Echinocactus ingens</u>	biznaga de acitrón
Cactaceae	<u>Myrtillocactus geometrizans</u>	garambullo
Cactaceae	<u>Neomamillaria centricirrha</u>	biznaga de chilitos
Amarilidaceae	<u>Agave atrovirens</u>	maguey del pulque
Amarilidaceae	<u>Agave lecheguilla</u>	lechiguilla
Amarilidaceae	<u>Agave stricta</u>	estoquillo
Anarcadiaceae	<u>Schinus molle</u>	pirul
Salicaceae	<u>Salix bomplandiana</u>	sauce

Hay que agregar a las especies anteriores, otras cactáceas con cidas en la localidad con los nombres vulgares de nopal redondilla, nopal pintadera y nopal de pochitas. Los agaves forman parte de la cubierta vegetal de los cerros circunvecinos, aunque - algunas de estas especies se encuentran también en la parte plana de la Vega, como el maguey del pulque, que es muy cultivado.

A este paisaje botánico podemos agregar algunos datos más para hacerlo un poco más completo. En la parte Norte del municipio, ya fuera de la Vega existen bosques de coníferas representados por cedros, pinos y por el encino. Como especies secundarias viviendo en los mismos bosques se encuentran: capulín -- (Prunus capulli); tejocote (Crataegus mexicana) y otros.

#### 8) Climatología.

Con base en Köppen modificado por García (1981) el clima es: BSo hw''(w') (i') (g). Semicálido. Templado con Verano - cálido, régimen de lluvias de verano; con menos del 5% de lluvias invernal con relación al total anual y poca oscilación de - las temperaturas medias mensuales. Con P/T=21.45 .

La temperatura media anual es de 20.10 °C y tiene una variación de 6.4 °C, la más baja se presenta en el mes de Diciembre con 16.39 °C y la más alta en el mes de Mayo con 23 °C.



La temperatura máxima extrema registrada ha sido de 40°C en el mes de mayo y la mínima extrema de -1°C en el mes de febrero.

Figura 3.

La precipitación media anual es de 429.90 mm y se distribuye en dos periodos, más o menos definidos. El primero que es de lluvias abarca aproximadamente cuatro meses (mayo-agosto) en el que se precipitan 331.51 mm, que es más del 69% del total. Durante el periodo de lluvias se presenta un corto periodo de secas que se llama canícula o sequía de agosto. Figura 3.

El segundo periodo que es de secas abarca ocho meses y en el se precipitan 98.39 mm lo que corresponde al 31% del total de la precipitación anual. Los vientos dominantes son moderados, con una velocidad de 3.4 y 7.9 m/seg., su dirección general es sur-este; sin embargo durante el mes de febrero se presentan vientos regulares que varían de 3 a 18 m/seg., y que llegan a agitar las ramas gruesas de los árboles con una dirección este u oeste.

Evapotranspiración.

La evapotranspiración potencial calculada por el método de Thornthwaite es de 940.77 mm, la que supera la cantidad de agua precipitada (429.90 mm) por lo cual se deduce que hay deficiencia significativa de humedad.

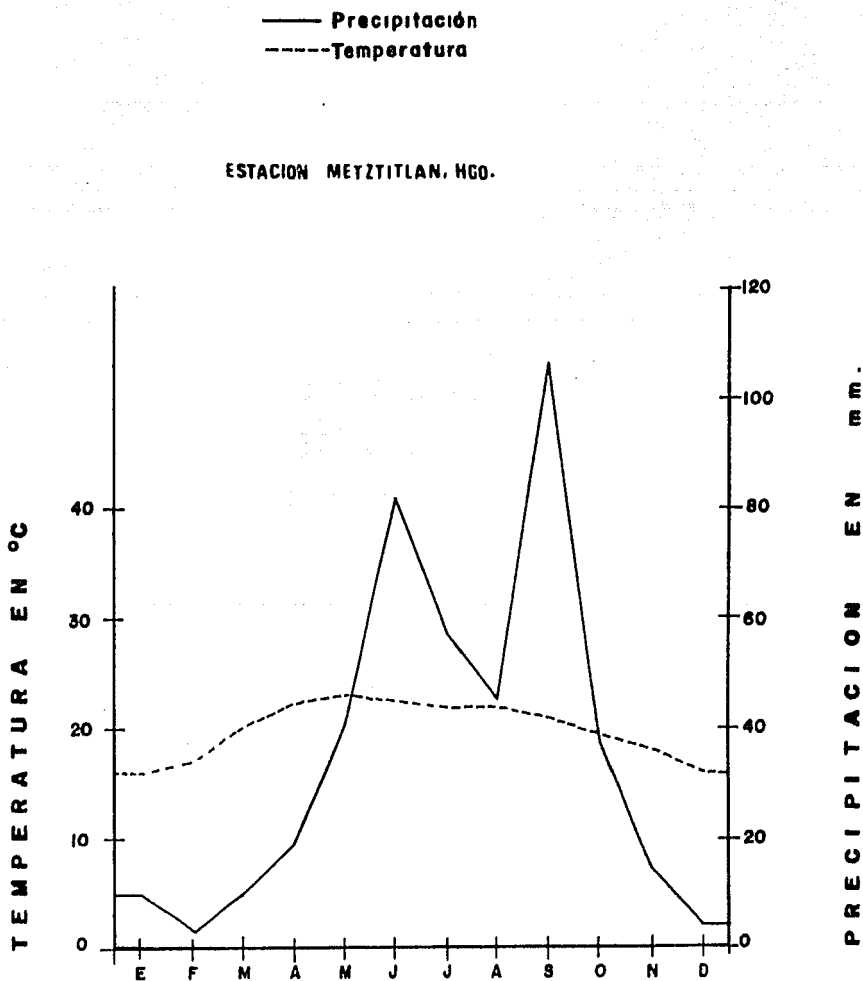


Fig. N° 3.- Climograma de la zona de estudio.  
 Sistema de Köppen (Mod. por García)

Según Thornthwaite, el clima de la zona es  $B_4 S_2 da'$ , o sea cálido ligeramente húmedo con gran deficiencia de agua estival, nula demasía de agua, con un régimen normal de calor en Verano.

Tomando en cuenta que la precipitación media anual es de 429.90 mm, lo que es característico de climas secos y semiáridos, en la zona se presentan los siguientes inconvenientes:

a) En el periodo de secas que abarca 8 meses (octubre-mayo) sólo se precipita un promedio de 98.39 mm, los cuales son insuficientes para el desarrollo de los cultivos agrícolas y por lo tanto es necesario aplicar riegos completos.

b) En el periodo húmedo (junio-septiembre), llueve un promedio de 331.51 mm los que además de ser insuficientes están mal distribuidos debido a que durante algún tiempo en el mes de Agosto generalmente no llueve y a veces las lluvias son torrenciales, por lo que no se aprovecha toda el agua precipitada. Esta situación repercute en el desarrollo de los cultivos por lo mismo es necesario aplicar riegos completos. Ver Figura 4 y Tabla 9.

**Signos**

EP ———  
 P - - - -  
 P+HA ———

P Precipitacion  
 EP Evapotranspiracion  
 S Demasias de humedad  
 D Deficiencias de humedad  
 NA Humedad almacenada  
 ANA Aprovechamientos de HA

**ESTACION METZTITLAN, HGO.**

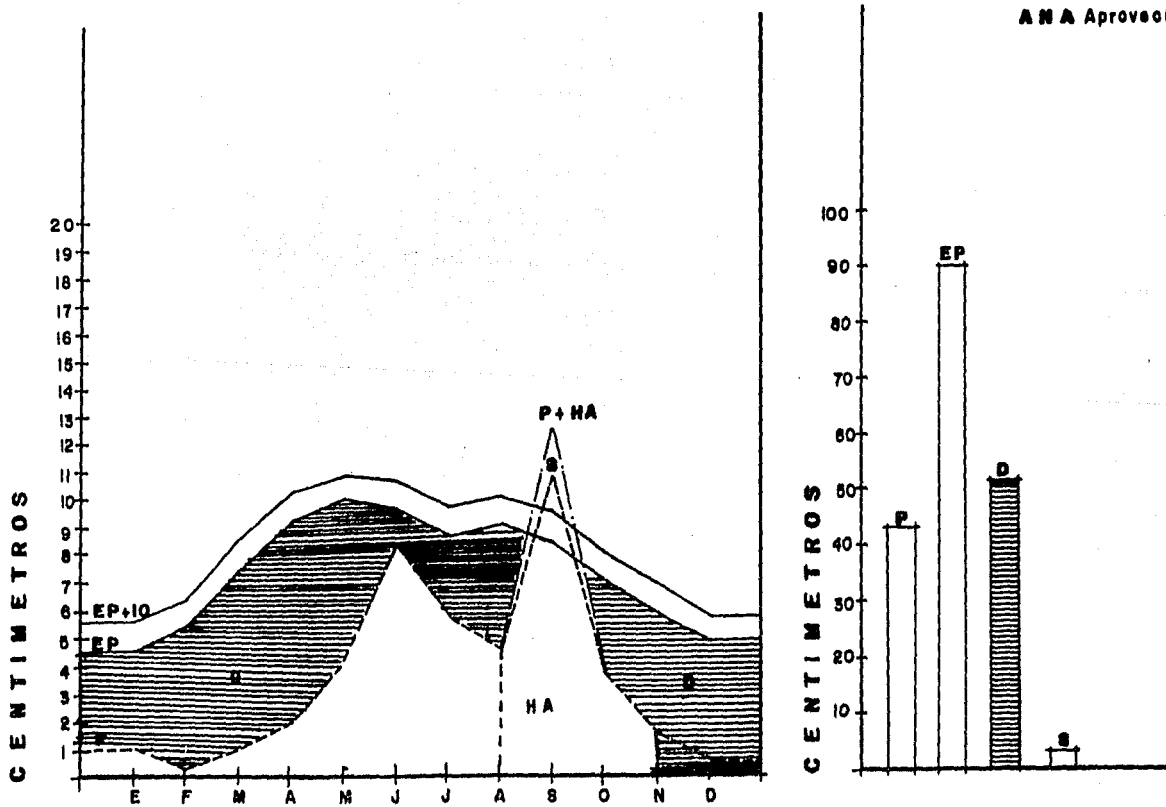


Fig. Nº4-Climograma de la zona de estudio. Sistema de Thornthwaite

TABLA 9.- CALCULO DEL CLIMA

SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITTE

No. CONCEPTO													VALORES MEDIOS
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	O ANUALES
1.- T (°C)	16.10	17.60	20.30	22.30	23.0	20.69	21.69	22.10	21.39	19.69	18.0	16.39	20.10
2.- P (mm)	10.0	2.80	10.10	19.89	40.80	82.60	57.00	45.40	105.70	37.30	14.00	4.30	429.90
3.- I	5.87	6.72	8.34	9.61	10.07	9.88	9.22	9.48	9.03	7.97	6.95	6.03	99.23
4.- EP' (mm)	45.74	55.51	75.67	92.80	99.24	96.45	87.46	91.00	84.86	70.90	58.28	47.62	905.57
5.- F	0.94	0.89	1.02	1.05	1.13	1.10	1.14	1.10	1.02	0.99	0.93	0.94	1.02
6.- EP (mm)	42.99	49.40	77.18	97.44	112.14	106.09	99.70	100.10	86.55	70.19	54.20	44.76	940.77
7.- MHS (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.14	-19.14	0.0	0.0	0.0
8.- HA (cm)max-10cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.14	0.0	0.0	0.0	19.14
9.- S (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.- d (mm)	32.99	46.60	67.08	77.54	71.34	23.49	42.70	54.70	0.0	13.74	40.20	40.46	510.86
11.- EPR (mm)	10.00	2.80	10.10	19.89	40.80	82.60	57.00	45.40	86.55	56.44	14.00	4.30	429.90
12.- E (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.- RP	-0.76	-0.94	-0.86	-0.79	-0.63	-0.22	-0.42	-0.54	0.22	-0.46	-0.74	-0.90	-0.59

$$14.- I_h = \frac{100S}{EP_a} \%$$

$$15.- I_a = \frac{100d}{EP_a} = 54.30\%$$

$$16.- I_m = I_h - 0.6 = -32.50\%$$

$$17.- S = \frac{100 EP_m}{EP_a} = 32.23\%$$

Estación: Metztlán, Hgo. México

Latitud: 20°42'

Longitud: 98°50'

Altitud: 1353 m.s.m.m

Fórmula del Clima B<sub>4</sub> S<sub>2</sub> da'

PE- Ligeramente húmedas

IA- Gran deficiencia de agua estival

SA- Nula demasía de agua

TA- Cálido

AV- Con relación normal de concentración de calor en verano.

## CLAVES DEL CUADRO DE CALCULO DEL CLIMA

- 1) T Temperatura media en grados centigrados.
- 2) P Precipitación media en milímetros.
- 3) I Índice de calor.
- 4) EP' Evapotranspiración potencial sin corregir en milímetros.
- 5) F Factor de corrección por latitud.
- 6) EP Evapotranspiración potencial corregida en milímetros.
- 7) MHS Movimiento de humedad en el suelo en milímetros.
- 8) HA Humedad almacenada en el suelo en milímetros.
- 9) S Demasía de agua en milímetros.
- 10) D Deficiencia de agua en milímetros.
- 11) EPR Evapotranspiración real en milímetros.
- 12) E Escurrimiento en milímetros.
- 13) RP Relación pluvial.
- 14) IH Índice de humedad en tanto por ciento.
- 15) IA Índice de aridez en tanto por ciento.
- 16) IM Índice pluvial en tanto por ciento.
- 17) S Concentración térmica en Verano en tanto por ciento.

#### IV MATERIALES Y METODOS

Como se cita con anterioridad, los métodos y materiales utilizados para la realización de este trabajo, son los propuestos por el Manual de Levantamiento de Suelos del Depto. de Agricultura de U.S.D.A (1965) y por Ortiz y Cuanalo (1981). Comprenden materiales de campo, laboratorio y de gabinete.

##### 1. Materiales.

- 1) Materiales de gabinete.
  - a) Fotografías aéreas blanco y negro, escala aproximada 1:50,000.
  - b) Plano topográfico escala 1:10,000.
  - c) Mosaico no controlado, escala aproximada 1:50,000.
  - d) Estereoscopio de espejos Marca Zeiss.

##### 2. Materiales de campo.

Durante el trabajo de campo se describieron y muestrearon para su análisis un total de veinte perfiles; utilizándose el siguiente equipo:

- a) Pico y palas, (recta y de cuchara) para la apertura de perfiles.
- b) Bolsas de plástico para la recolección de muestras del suelo.
- c) Etiquetas y marcadores para la identificación de las muestras en las cuales se escribió la localización, profundi-

dad de muestreo, horizonte, colector y fecha.

Para determinar las características morfológicas de los suelos se utilizó:

- a) Cinta métrica, para medir las profundidades y los espesores de cada horizonte.
- b) Tablas Munsell para determinar el color del suelo.
- c) Piseta de plástico, con agua para la determinación de la textura, consistencia, adhesividad y plasticidad.
- d) Agua oxigenada al 10% para la identificación de los óxidos de manganeso y materia orgánica.
- e) HCl al 10% para identificar y estimar el contenido de carbonatos.
- f) Papel indicador para la determinación del pH.

## II. Métodos.

### 1) Método de levantamiento de suelos.

La etapa inicial consistió de un reconocimiento de la zona, el cuál se estableció de modo preliminar a través de la fotointerpretación. Durante el recorrido de campo, fueron descritos veinte perfiles, tomando una muestra por estrato u horizonte descrito.

En esta primera etapa, se definieron tres series de suelos con sus respectivas fases, designando a cada serie con el nombre del lugar más cercano y como clave una letra mayúscula.



La segunda etapa, consistió en localizar y cartografiar los linderos entre las series de suelos presentes en el área de estudio.

Con base en la interpretación de las fotografías aéreas, el auxilio del mosaico, los perfiles realizados en campo y su posterior análisis de las muestras de suelo en el laboratorio se obtuvieron dos mapas, en uno de los cuales se vació la información obtenida en campo y gabinete y en el otro se establecieron las unidades cartográficas de Series y Clases. Por último se procedió a la elaboración de la memoria.

## 2) Determinaciones de laboratorio.

Cada muestra de suelo, fue secada al aire, molida y tamizada; posteriormente se efectuaron las determinaciones siguientes:

### a) Determinaciones físicas.

Se determinó: 1) Color en seco y en húmedo, por comparación con las tablas Munsell. 2) Densidad aparente, por el método de probeta (g/ml), 3) Textura por el método del hidrómetro de Bouyoucos (%).

Estas técnicas se realizaron de acuerdo al Soil Survey laboratory methods and procedures for collecting soil samples (1973).

b) Determinaciones química.

1) La reacción del suelo (pH), se llevó a cabo por medio del potenciómetro Beckman Zeromatic, con electrodos de vidrio, y una suspensión de suelo-agua relación 1:2.5. 2) Materia orgánica por el método de Walkley y Black (1935). 3) Capacidad de intercambio catiónico total por saturación con acetato de amonio 1N pH 7 por el método de percolación. 4) Cationes intercambiables Ca, Mg, Na y K. Determinación de Ca y Mg con versenato EDTA. Determinación de Na y K empleando la solución extractora de acetato de amonio y utilización del flamómetro. 5) Porcentaje de saturación de bases por la relación entre la capacidad de intercambio catiónico total y los cationes intercambiables. 6) La conductividad eléctrica fue medida en el extracto de la pasta de saturación mediante el puente de conductividad Beckman Solu-bridge (mmhos/cm a 25°C). Estas técnicas se realizaron de acuerdo al Soil Survey Staff 1973 (op. cit.).

## V RESULTADOS

### 1) Descripción General de las Series.

Los 20 perfiles colectados en la zona de estudio se pueden agrupar inicialmente de la siguiente manera:

- a) Doce perfiles moderadamente profundos 0-70 cm, (Ortiz y Cuanalo, 1981); de drenaje interno muy lento, migajón arcillosos a arcillosos, sin pedregosidad, localizados en planicie, los cuales se inundan durante la época de lluvias.
- b) Ocho perfiles profundos 0-150 cm, (Ortiz y Cuanalo op. cit.); de drenaje superficial e interno rápido, migajón arenosos, sin pedregosidad, localizados en planicie.

Se delimitaron con base al método de Soil Survey Staff (1951) tres series de suelos que se denominaron: Serie Tlaxco, Serie Hualula y Serie San Cristobal- Pequeña Propiedad, las cuales se describen a continuación.

### 2) Series de Suelos.

Serie 1 Tlaxco. Ver Figura No. 5.

#### Características Distintivas.

Profundidad efectiva de 40 a 70 cm, limitada por la presencia de un manto freático, relieve plano con pendientes menores al 1%, textura generalmente fina, consistencia firme en -



Figura 5. Perfil Tipo o Representativo de la Serie 1 Tlaxco.

húmedo y dura en seco, drenaje superficial e interno lento; con inundaciones en la época de lluvias, el color de los horizontes superficiales es pardo ligeramente amarillento, el de los profundos es pardo grisáceo con manchas de color ocre, las cuales se presentan como un efecto de la anaerobiosis y de los procesos de óxido reducción, característicos del proceso de gleyzación. Presentan algunas propiedades vérticas; principalmente fisuras y grietas durante la época de sequía. Ver Figura No. 5.

#### DESCRIPCION DEL PERFIL TIPO O REPRESENTATIVO

SERIE I TLAXCO

PERFIL 4 - FIGURA 5

Localización: Coordenadas (-1, 6)

Topografía: Es plana con una pendiente menor al 1%.

Génesis: Los suelos de esta serie, se han desarrollado y evolucionado a partir de depósitos aluviales carbonatados del Cenozoico. No presentan horizontes de diagnóstico, a excepción de un horizonte superficial Ocrico.

#### DESCRIPCION DE LA MORFOLOGIA DEL PERFIL TIPO

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm	DESCRIPCION
A	0 - 40	Color pardo 10YR 5/3 en seco y pardo grisáceo oscuro 10YR 4/2 en húmedo; manchas de color ocre en cantidad moderada; textura migajón arcillo arenosa; estructura primática y subangular fina con -

desarrollo débil; consistencia -  
 dura en seco y firme en húmedo, -  
 adhesivo y plástico en húmedo; --  
 permeabilidad lenta; porosidad fi  
na; drenaje lento; contenido de -  
 raíces moderado; reacción positi-  
 va al HCl (0.5 al 1%); límite --  
 gradual.

C 40 - 55

Color pardo oscuro 10YR 4/3 en -  
 seco y pardo grisáceo oscuro -  
 10YR 4/2 en húmedo; manchas de co  
 lor ocre en cantidad moderada; --  
 textura migajón arcillo arenosa;  
 estructura granular fina con desa  
 rrollo débil; consistencia dura -  
 en seco y firme en húmedo; adhesi  
 vo y plástico en húmedo; permeabi  
 lidad muy lenta; porosidad fina;  
 drenaje interno deficiente, presen  
 cia del manto freático; no se ob-  
 servan raíces; reacción positiva  
 al HCl (0.5 a 1%). Límite abrupto.

Observaciones:

Dentro de esta serie se encuentran los perfiles 1, 2  
 3, 4, 5 y 6 del Ejido Tlaxco y el perfil 4 del Ejido Hualula.

TABLA 10.- Características Físicas y Químicas de la Serie I Tlaxco

Perfil	Hor.	Prof. cm.	Color		Textura			Dens. Ap. g/ml	pH Agua 1:2.5	Mat. Org. %	C.I.C.T meq/100g	C.E. mmhos/cm	Cationes Intercambiables meq/100g				
			seco	humedo	arena	limo	arcilla						+2 Ca	+2 Mg	+1 Na	+1 K	% Sat.
1	A	0-35	10YR 5/4	10YR 4/3	MIGAJON LIMOSO			1.23	7.30	2.30	31.00	0.950	7.70	1.80	4.90	0.34	47.54
	C	35-70	10YR 5/3	10YR 4/2	MIGAJON LIMOSO			1.22	7.27	2.10	29.00	1.200	7.70	1.80	5.10	0.36	51.58
2	A	0-50	10YR 6/4	10YR 5/4	40.00	40.00	20.00	1.21	7.1	1.99	30.00	1.280	8.7	2.00	3.98	0.33	60.03
3	A	0-70	10YR 5/4	10YR 4/3	MIGAJON-ARCILLO-AREN			1.20	7.20	1.81	27.00	0.845	6.6	2.4	4.8	0.33	52.35
	A	0-40	10YR 5/3	10YR 4/2	MIG.-ARC.-AREN.			1.21	7.10	1.90	29.00	0.940	5.6	1.4	4.90	0.35	42.24
4	C	40-55	10YR 4/3	10YR 4/2	MIG.-ARC.-AREN.			1.18	7.20	1.85	28.00	1.000	6.0	2.3	5.20	0.32	49.36
	A	0-60	10YR 5/2	10YR 4/2	MIG.-ARC.-AREN.			1.20	7.30	1.95	28.30	0.940	5.1	2.4	4.60	0.33	43.92
6	A	0-40	10YR 5/4	10YR 5/3	MIGAJON LIMOSO			1.19	7.20	2.18	29.00	1.120	8.7	2.6	6.40	0.34	62.20
	C	40-110	10YR 6/4	10YR 5/4	MIGAJON LIMOSO			1.22	7.19	2.00	30.40	1.360	8.5	2.3	6.60	0.32	58.28
7	A	0-40	10YR 6/2	10YR 5/2	ARCILLOSO			1.24	7.0	2.40	29.00	1.000	6.4	3.8	7.26	0.40	61.58
	C	40-80	10YR 6/2	10YR 5/2	ARCILLO-LIMOSO			1.23	7.1	2.30	28.00	1.100	8.8	4.6	5.74	0.27	69.32

### Superficie y Distribución.

Estos suelos se encuentran distribuidos en la parte media de la zona de estudio, donde colindan al sureste con la Serie 2 Hualula y al oeste con la Serie 3 San Cristobal-Pequeña Propiedad. Esta serie ocupa una superficie de 624.3 ha o sea un 35.3% del total estudiado. (Ver mapa de Series).

### Uso Actual.

Estos suelos se cultivan con maíz, frijol, melón, calabaza e incluso sandía. Por otro lado encontramos vegetación secundaria constituida por malezas asociadas a los cultivos de suelos húmedos e inundables formada por verdolaga Portulaca oleracea, quélite, Amaranthus hybridus (L.), zacate, Panicum barbinode, quélite cenizo, Chenopodium mexicanum, chichicastle, Urtica dioica (L.), chilillo, Polygonum acre (H.B.K.).

### Topografía y Drenaje Superficial.

El relieve es plano con pendientes menores al 1%, el drenaje superficial es lento, estos suelos durante la época de lluvias, de Junio a Octubre, se inundan, aproximadamente tres meses.

### Drenaje Interno.

En seco estos suelos drenan rápidamente, debido a que



percolan el agua a través de sus grietas, sin embargo cuando están muy húmedos, las grietas se cierran y su drenaje es muy lento. El manto freático es elevado, generalmente fluctúa de los 40 a 70 cm. de profundidad. Ver Figura No. 5.

Variaciones de los perfiles.

Las variaciones observadas en esta Serie son:

1) Espesor y profundidad de los horizontes en cm. (Tabla 10).

HORIZONTE	ESPEJOR Mínimo-Máximo	PROFUNDIDAD Mínima-Máxima
A	35 - 60	0 - 35/60
C	20 - 75	35 - 55/110

2) Color de los horizontes: varía gradualmente de pardo a pardo ligeramente amarillento, pardo amarillento. hasta llegar con frecuencia a un color gris pardo, colores en seco, y pardo - oscuro a pardo grisáceo en húmedo. (Tabla 10).

3) Textura presentan los siguientes tipos: (Ml), (M), (Mra), (R) y (Rl). Donde Ml=migajón limoso, M=migajón, Mra=migajón arcillo arenoso, R=arcilloso y Rl=arcillo limoso. (Tabla 10).

Serie 2 Hualula. Ver Figura No. 6.

Características Distintivas.

Profundidad efectiva de 40 a 80 cm., relieve plano con

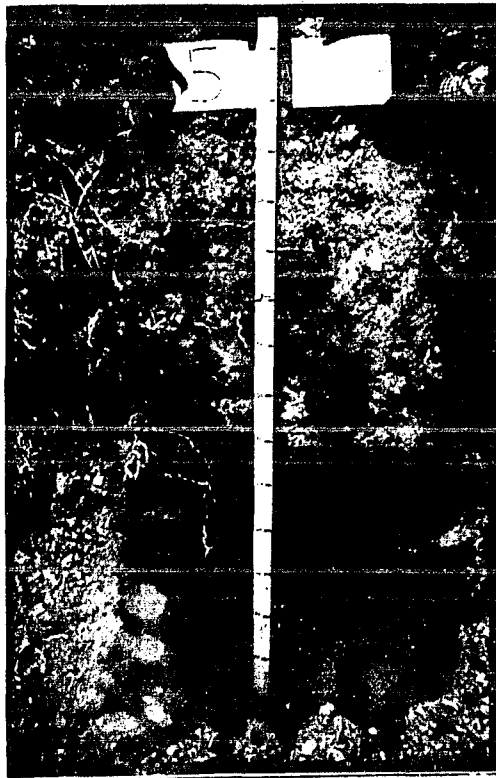


Figura 6. Perfil Tipo o Representativo de la Serie 2 Hualula.

pendientes menores al 1%. Son suelos arcillosos, firmes, plásticos y adhesivos en húmedo que se agrietan en seco. Con un drenaje superficial e interno muy lento, inundables en la época de lluvias, el color de los horizontes superficiales es pardo oscuro, el de los horizontes subsuperficiales es pardo ligeramente oscuro con manchas de color ocre, lo cual se debe al efecto de anaerobiosis y de los procesos de óxido reducción, típicos de suelos con propiedades hidromórficas. (Figura 6).

#### DESCRIPCION DEL PERFIL TIPO O REPRESENTATIVO

SERIE 2 HUALULA

PERFIL 5 - FIGURA 6

Localización: Coordenadas (-15, 7)

Topografía: Es plana con una pendiente menor al 1%.

Génesis: Los suelos de esta serie, se han desarrollado y evolucionado a partir de depósitos aluviales del Cenozoico. No presentan horizontes de diagnóstico, a excepción de un horizonte superficial Ocrico.

#### DESCRIPCION DE LA MORFOLOGIA DEL PERFIL TIPO

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm	DESCRIPCION
A	0 - 70	Color pardo amarillento 10YR 5/4 en seco y pardo oscuro 10YR 4/3 en húmedo manchas de color ocre en cantidad moderada; textura mi-

gajón arcillosa; estructura granular y bloques, con desarrollo moderado; consistencia ligeramente dura en seco y ligeramente firme en húmedo; adhesivo y poco plástico - en húmedo; permeabilidad lenta; porosidad ligeramente fina; drenaje lento; no se observan raíces; reacción positiva al HCl (0.5 a 1%).

C 70 - 110

Color pardo amarillento 10YR 5/4 - en seco y pardo oscuro 10YR 3/3 - en húmedo; manchas de color ocre - en cantidad moderada; textura migajón arcillosa; estructura granular subangular fina con desarrollo moderado; consistencia dura en seco y firme en húmedo; adhesivo y plástico húmedo; porosidad ligeramente fina; drenaje interno deficiente - debido a la presencia del manto freático; no se observan raíces; - reacción positiva al HCl (0.5 a 1%). Límite abrupto.

Observaciones: Dentro de esta Serie se encuentran los perfiles 1, 2, 3, 5 y 6 del Ejido Hualula. Las principales características físicas y químicas de estos perfiles están resumidas en la Tabla II.

TABLA 11.- Características Físicas y Químicas de la Serie 2 Hualula

Perfil	Hor.	Prof. cm.	Color		Textura			Dens. pH		Mat. Org. %	C.I.C.T meq/100g	C.E. mmhos/cm	Cationes Intercambiables meq/100g				
			seco seco	humedo humedo	arena %	limo %	arcilla %	Ap. g/ml	Agua 1:2.5				+2 Ca.	+2 Mg	+1 Na	+1 K	% Sat.
1	A	0-40	10YR 5/3	10YR 4/3	MIGAJON-ARCILLOSO			1.24	7.00	2.50	29.00	1.280	7.7	5.8	4.80	0.21	63.82
	A	0-45	10YR 4/3	10YR 3/3	ARCILLO-LIMOSO			1.24	7.00	2.40	30.00	1.18	8.4	4.4	4.90	0.21	59.71
2	C	45-90	10YR 5/3	10YR 4/3	ARCILLO-LIMOSO			1.23	7.20	2.30	28.00	1.10	7.3	4.6	4.90	0.22	60.79
	A	0-40	10YR 5/3	10YR 4/2	MIG.-ARC.-AREN.			1.22	7.20	2.10	25.00	1.300	5.20	2.20	4.20	0.21	47.24
3	C	40-100	10YR 4/2	10YR 3/2	MIG.-ARC.-AREN.			1.24	7.20	2.00	26.00	1.250	5.40	2.70	4.20	0.21	48.11
	A	0-65	10YR 5/4	10YR 4/3	MIGAJON-ARCILLOSO			1.20	6.90	2.40	27.60	1.300	4.00	2.80	6.90	0.22	50.43
4	C	65-130	10YR 5/4	10YR 3/3	MIGAJON-ARCILLOSO			1.23	7.00	2.20	29.30	1.200	4.20	1.60	8.20	0.21	48.49
	A	0-70	10YR 5/3	10YR 4/3	MIG.-ARC.-LIMOSO			1.23	7.10	2.00	27.60	1.120	6.00	3.60	6.70	0.23	59.89
5	C	70-110	10YR 5/3	10YR 4/3	MIGAJON-ARCILLOSO			1.22	7.1	1.90	26.40	1.120	6.50	2.80	5.85	0.20	58.14

### Superficie y Distribución.

Estos suelos se encuentran distribuidos en la parte más baja de la zona de estudio, donde forman incluso parte del vaso de la Laguna y ocupan una superficie de 393.74 ha o sea 22.26% del total estudiado. Esta Serie se localiza al Sur del Pueblo de Hualula y termina a los 20° 42' de Latitud Norte y a los 98° 52' de Longitud Oeste. Ver mapa de Series.

### Uso Actual.

Durante la época de secas estos suelos se cultivan con frijol ejotero y maíz en zonas reducidas cercanas a la Laguna. Se encuentra vegetación secundaria de suelos húmedos e inundables formadas por las mismas hierbas de la Serie I Tlaxco: verdolaga, Portulaca oleracea, quélite, Amaranthus hybridus, zacate, Panicum barbinode.

### Topografía y Drenaje Superficial.

El relieve es plano con pendientes menores al 1%, el drenaje superficial es muy lento y durante la época de lluvias se inundan, que es de Junio a Octubre, dicha inundación dura aproximadamente tres meses.

### Drenaje Interno.

Similar al de la Serie I Tlaxco.

### Variaciones de los perfiles.

Las variaciones observadas en esta Serie son:

- 1) Espesor y profundidad de los horizontes en cm (Tabla II).

HORIZONTE	ESPESOR Mínimo-Máximo	PROFUNDIDAD Mínima-Máxima
A	40 - 70	0 - 40/70
C	50 - 90	40 - 90/130

- 2) Color de los horizontes: varía gradualmente de pardo a pardo amarillento, hasta llegar frecuentemente a un color pardo - grisáceo oscuro, colores en seco, y pardo oscuro a pardo - ligeramente oscuro en húmedo. (Tabla II).
- 3) Textura exhibe los siguientes tipos texturales: (Mr), (RI), (Mra) y (Mrl).

Serie 3 San Cristobal-Pequeña Propiedad. Ver. Figura No. 7

### Características Distintivas.

Profundidad efectiva mayor de 100 cm, relieve plano - con pendientes menores al 1%, bajo contenido de arcillas, consistencia suave en seco y friables en húmedo; drenaje superficial eficiente, el interno es rápido debido a su tipo textural, el color de los horizontes superficiales es pardo ligeramente -



Figura 7. Perfil Tipo o Representativo de la Serie 3 San Cristobal-Pequeña Propiedad.



amarillento a pardo rojizo, el de los horizontes subsuperficiales es pardo oscuro, sin presencia de manto freático en el - solum. Ver. Figura No. 7.

#### DESCRIPCION DEL PERFIL TIPO O REPRESENTATIVO

##### SERIE 3 SAN CRISTOBAL-PEQUEÑA PROPIEDAD PERFIL 2 - FIGURA 7

Localización: Coordenadas (-6, -4)

Topografía: El relieve es plano con pendientes menores al 1%.

Génesis: Los suelos de esta serie, se han desarrollado y evolucionado a partir de depósitos aluviales del Cenozoico. No presentan horizontes de diagnóstico, a excepción de un horizonte superficial Ocrico.

#### DESCRIPCION DE LA MORFOLOGIA DEL PERFIL TIPO

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm	DESCRIPCION
A	0 - 65	Color pardo amarillento 10YR 5/4 en seco y pardo oscuro 10YR 4/3 en húmedo; textura migajón arenosa; estructura granular y en bloques finos con desarrollo débil; consistencia suave en seco y - friable en húmedo; ligeramente - adhesivo y no plástico en húmedo;

permeabilidad rápida; porosidad gruesa; drenaje superficial eficiente; no se observan raíces; -- reacción positiva al HCl (0.5 a 1%). Límite gradual.

C 65 - 130

Color pardo amarillento 10YR 5/4 en seco y pardo oscuro 10YR 3/3 en húmedo; textura migajón arenosa; estructura granular fina y bloques finos con desarrollo débil a moderado; consistencia suave en seco y friable en húmedo; -- ligeramente adhesivo y no plástico en húmedo; permeabilidad rápida; porosidad gruesa; drenaje interno eficiente; ausencia de raíces; reacción positiva al HCl (0.5 a 1%).

---

Observaciones:

Dentro de esta serie quedan comprendidos los perfiles 1, 2, 3 y 4 del Ejido San Cristobal, los perfiles 1, 2, 3 y 4 de la zona de Pequeña Propiedad, así como también el perfil 1 del Ejido La Mesa. Las principales características físicas y químicas de estos perfiles están resumidas en la Tabla No. 12.

TABLA 12.-Características Físicas y Químicas de la Serie 3 San Cristobal

Perfil	Hor.	Prof. cm.	Color		Textura			Dens. ap. g/ml	pH agua 1:2.5	Mat. org. %	C.l.C.T. meq/100g	C.E. mmhos/cm	Cationes Intercambiables meq/100g				% Sat.	
			seco	humedo	arena	limo	arcilla						+2 Ca	+2 Mg	+1 Na	+1 K		
1	A	0-40	10YR 5/4	10YR 4/3	ARENOSO FRANCO	67.00	23.00	10.00	1.21	7.20	2.00	26.00	0.915	3.9	2.6	8.45	0.25	58.46
	C	40-100	10YR 5/4	10YR 4/3	FRANCO ARENOSO MIGAJON ARENOSO	64.00	24.00	12.00	1.22	7.10	1.90	26.00	0.940	3.9	2.4	8.62	0.25	58.36
2	A	0-65	10YR 5/4	10YR 4/3	MIGAJON ARENOSO	70.00	20.00	10.00	1.23	7.10	1.60	29.00	0.925	5.90	1.90	6.98	0.26	51.86
	C	65-130	10YR 5/4	10YR 3/3	MIGAJON ARENOSO	69.00	21.00	11.00	1.24	7.10	1.45	28.00	0.715	6.40	2.60	6.35	0.24	55.68
3	A	0-50	10YR 5/4	10YR 4/3	MIGAJON ARENOSO	65.00	24.00	11.00	1.23	7.00	1.60	27.40	0.950	5.50	1.90	6.67	0.25	52.26
	C	50-100	10YR 5/4	10YR 4/3	MIGAJON ARENOSO	70.00	18.00	12.00	1.22	7.00	1.40	26.80	0.850	5.20	3.00	7.34	0.25	58.92
4	A	0-50	10YR 5/3	10YR 4/3	MIGAJON ARENOSO	62.00	20.00	18.00	1.23	7.00	2.00	27.00	0.850	5.00	3.00	5.30	0.23	50.11
	C	50-100	10YR 5/3	10YR 4/3	MIGAJON ARENOSO	62.00	21.00	17.00	1.22	6.95	1.70	26.00	0.715	5.20	3.40	5.20	0.27	54.12
5	A	0-75	10YR 5/4	10YR 4/3	MIGAJON ARENOSO	60.00	25.00	15.00	1.21	7.30	1.90	30.00	1.20	1.90	0.40	7.30	0.83	34.76
	C	75-150	10YR 5/4	10YR 4/3	MIGAJON ARENOSO	62.00	23.00	15.00	1.20	7.20	1.50	29.00	1.30	2.00	0.60	8.05	0.42	38.17
6	A	0-60	10YR 5/3	10YR 4/2	MIGAJON ARENOSO	60.00	25.00	15.00	1.19	6.90	1.60	29.00	0.915	2.10	0.60	8.00	0.24	37.75
	C	60-130	10YR 5/3	10YR 4/2	MIGAJON ARENOSO	63.00	23.00	14.00	1.20	7.0	1.40	28.00	0.925	2.30	0.70	7.92	0.25	39.89
7	A	0-70	10YR 5/4	10YR 4/3	MIGAJON ARENOSO	60.00	25.00	15.00	1.18	7.3	1.70	31.00	0.85	2.30	0.60	9.70	0.21	41.32
	C	7-140	10YR 5/4	10YR 4/3	MIGAJON ARENOSO	63.00	26.00	11.00	1.21	7.2	1.60	30.00	0.90	2.20	0.60	9.00	0.29	40.31
8	A	0-60	10YR 5/4	10YR 4/2	ARENA MIGAJON	70.00	19.00	11.00	1.19	7.4	1.90	29.00	0.915	2.50	1.00	9.60	0.25	46.05
	C	0-120	10YR 5/4	10YR 4/3	ARENA MIGAJON	65.00	25.00	10.00	1.21	7.5	1.70	28.00	0.940	2.30	1.10	9.35	0.24	46.41

gajón arcillosa; estructura granular y bloques, con desarrollo moderado; consistencia ligeramente dura en seco y ligeramente firme en húmedo; adhesivo y poco plástico - en húmedo; permeabilidad lenta; porosidad ligeramente fina; drenaje lento; no se observan raíces; reacción positiva al HCl (0.5 a 1%).

C 70 - 110

Color pardo amarillento 10YR 5/4 - en seco y pardo oscuro 10YR 3/3 - en húmedo; manchas de color ocre - en cantidad moderada; textura migajón arcillosa; estructura granular subangular fina con desarrollo moderado; consistencia dura en seco y firme en húmedo; adhesivo y plástico húmedo; porosidad ligeramente fina; drenaje interno deficiente - debido a la presencia del manto freático; no se observan raíces; - reacción positiva al HCl (0.5 a - 1%). Límite abrupto.

Observaciones: Dentro de esta Serie se encuentran los perfiles 1, 2, 3, 5 y 6 del Ejido Hualula. Las principales características físicas y químicas de estos perfiles están resumidas en la Tabla II.

TABLA II.-Características Físicas y Químicas de la Serie 2 Hualula

Perfil	Hor.	Prof. cm.	Color		Textura			Dens. Ap. g/ml	pH Agua 1:2.5	Mat. Org. %	C.I.C.T meq/100g	C.E. mmhos/cm	Cationes Intercambiables				
			seco seco	humedo humedo	arena %	limo %	arcilla %						meq/100g				% Sat.
													+2 Ca	+2 Mg	+1 Na	+1 K	
1	A	0-40	10YR 5/3	10YR 4/3	MIGAJON-ARCILLOSO 35.00 25.00 40.00			1.24	7.00	2.50	29.00	1.280	7.7	5.8	4.80	0.21	63.82
	A	0-45	10YR 4/3	10YR 3/3	ARCILLO-LIMOSO 15.00 35.00 50.00			1.24	7.00	2.40	30.00	1.18	8.4	4.4	4.90	0.21	59.71
2	C	45-90	10YR 5/3	10YR 4/3	ARCILLO-LIMOSO 10.00 40.00 50.00			1.23	7.20	2.30	28.00	1.10	7.3	4.6	4.90	0.22	60.79
	A	0-40	10YR 5/3	10YR 4/2	MIG.-ARC.-AREN. 66.00 20.00 14.00			1.22	7.20	2.10	25.00	1.300	5.20	2.20	4.20	0.21	47.24
3	C	40-100	10YR 4/2	10YR 3/2	MIG.-ARC.-AREN. 52.00 20.00 28.00			1.24	7.20	2.00	26.00	1.250	5.40	2.70	4.20	0.21	48.11
	A	0-65	10YR 5/4	10YR 4/3	MIGAJON-ARCILLOSO 32.00 30.00 38.00			1.20	6.90	2.40	27.60	1.300	4.00	2.80	6.90	0.22	50.43
4	C	65-130	10YR 5/4	10YR 3/3	MIGAJON-ARCILLOSO 32.00 33.00 35.00			1.23	7.00	2.20	29.30	1.200	4.20	1.60	8.20	0.21	48.49
	A	0-70	10YR 5/3	10YR 4/3	MIG.-ARC.-LIMOSO 19.00 43.00 36.00			1.23	7.10	2.00	27.60	1.120	6.00	3.60	6.70	0.23	59.89
5	C	70-110	10YR 5/3	10YR 4/3	MIGAJON-ARCILLOSO 20.00 40.00 38.00			1.22	7.1	1.90	26.40	1.120	6.50	2.80	5.85	0.20	58.14

### Superficie y Distribución.

Estos suelos se encuentran distribuidos en la parte más baja de la zona de estudio, donde forman incluso parte del vaso de la Laguna y ocupan una superficie de 393.74 ha o sea 22.26% del total estudiado. Esta Serie se localiza al Sur del Pueblo de Hualula y termina a los 20° 42' de Latitud Norte y a los 98° 52' de Longitud Oeste. Ver mapa de Series.

### Uso Actual.

Durante la época de secas estos suelos se cultivan con frijol ejotero y maíz en zonas reducidas cercanas a la Laguna. Se encuentra vegetación secundaria de suelos húmedos e inundables formadas por las mismas hierbas de la Serie I Tlaxco: verdolaga, Portulaca oleracea, quélite, Amaranthus hybridus, zacate, Panicum barbinode.

### Topografía y Drenaje Superficial.

El relieve es plano con pendientes menores al 1%, el drenaje superficial es muy lento y durante la época de lluvias se inundan, que es de Junio a Octubre, dicha inundación dura aproximadamente tres meses.

### Drenaje Interno.

Similar al de la Serie I Tlaxco.

### Variaciones de los perfiles.

Las variaciones observadas en esta Serie son:

- 1) Espesor y profundidad de los horizontes en cm (Tabla II).

HORIZONTE	ESPESOR Mínimo-Máximo	PROFUNDIDAD Mínima-Máxima
A	40 - 70	0 - 40/70
C	50 - 90	40 - 90/130

- 2) Color de los horizontes: varía gradualmente de pardo a pardo amarillento, hasta llegar frecuentemente a un color pardo - grisáceo oscuro, colores en seco, y pardo oscuro a pardo - ligeramente oscuro en húmedo. (Tabla II).
- 3) Textura exhibe los siguientes tipos texturales: (Mr), (Rl), (Mra) y (Mrl).

Serie 3 San Cristobal-Pequeña Propiedad. Ver. Figura No. 7

### Características Distintivas.

Profundidad efectiva mayor de 100 cm, relieve plano - con pendientes menores al 1%, bajo contenido de arcillas, consistencia suave en seco y friables en húmedo; drenaje superficial eficiente, el interno es rápido debido a su tipo textural, el color de los horizontes superficiales es pardo ligeramente -



Figura 7. Perfil Tipo o Representativo de la Serie 3 San Cristobal-Pequeña Propiedad.



amarillento a pardo rojizo, el de los horizontes subsuperficiales es pardo oscuro, sin presencia de manto freático en el -  
solum. Ver. Figura No. 7.

#### DESCRIPCION DEL PERFIL TIPO O REPRESENTATIVO

SERIE 3 SAN CRISTOBAL-PEQUEÑA PROPIEDAD PERFIL 2 - FIGURA 7

Localización: Coordenadas (-6, -4)

Topografía: El relieve es plano con pendientes menores al 1%.

Génesis: Los suelos de esta serie, se han desarrollado y evolucionado a partir de depósitos aluviales del Cenozoico. No presentan horizontes de diagnóstico, a excepción de un horizonte superficial Ocrico.

#### DESCRIPCION DE LA MORFOLOGIA DEL PERFIL TIPO

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm	DESCRIPCION
A	0 - 65	Color pardo amarillento 10YR 5/4 en seco y pardo oscuro 10YR 4/3 en húmedo; textura migajón arenosa; estructura granular y en bloques finos con desarrollo débil; consistencia suave en seco y - friable en húmedo; ligeramente - adhesivo y no plástico en húmedo;

permeabilidad rápida; porosidad gruesa; drenaje superficial eficiente; no se observan raíces; -- reacción positiva al HCl (0.5 a 1%). Límite gradual.

C 65 - 130

Color pardo amarillento 10YR 5/4 en seco y pardo oscuro 10YR 3/3 en húmedo; textura migajón arenosa; estructura granular fina y bloques finos con desarrollo débil a moderado; consistencia suave en seco y friable en húmedo; ligeramente adhesivo y no plástico en húmedo; permeabilidad rápida; porosidad gruesa; drenaje interno eficiente; ausencia de raíces; reacción positiva al HCl (0.5 a 1%).

---

**Observaciones:**

Dentro de esta serie quedan comprendidos los perfiles 1, 2, 3 y 4 del Ejido San Cristobal, los perfiles 1, 2, 3 y 4 de la zona de Pequeña Propiedad, así como también el perfil 1 del Ejido La Mesa. Las principales características físicas y químicas de estos perfiles están resumidas en la Tabla No. 12.

TABLA 12.-Características Físicas y Químicas de la Serie 3 San Cristobal

Perfil	Hor.	Prof. cm.	Color		Textura			Dens. ap. g/ml	pH agua 1:2.5	Mát. org. %	C.I.C.T. meq/100g	C.E. mmhos/cm	Cationes Intercambiables meq/100g				% Sat.			
			seco	humedo	arena	limo	arcilla						+2 Ca	+2 Mg	+1 Na	+1 K				
1	A	0-40	10YR 5/4	10YR 4/3	ARENOSO FRANCO			67.00	23.00	10.00	1.21	7.20	2.00	26.00	0.915	3.9	2.6	8.45	0.25	58.46
	C	40-100	10YR 5/4	10YR 4/3	FRANCO ARENOSO MIGAJON ARENOSO			64.00	24.00	12.00	1.22	7.10	1.90	26.00	0.940	3.9	2.4	8.62	0.25	58.36
2	A	0-65	10YR 5/4	10YR 4/3	MIGAJON ARENOSO			70.00	20.00	10.00	1.23	7.10	1.60	29.00	0.925	5.90	1.90	6.98	0.26	51.86
	C	65-130	10YR 5/4	10YR 3/3	MIGAJON ARENOSO			69.00	21.00	11.00	1.24	7.10	1.45	28.00	0.715	6.40	2.60	6.35	0.24	55.68
3	A	0-50	10YR 5/4	10YR 4/3	MIGAJON ARENOSO			65.00	24.00	11.00	1.23	7.00	1.60	27.40	0.950	5.50	1.90	6.67	0.25	52.26
	C	50-100	10YR 5/4	10YR 4/3	MIGAJON ARENOSO			70.00	18.00	12.00	1.22	7.00	1.40	26.80	0.850	5.20	3.00	7.34	0.25	58.92
4	A	0-50	10YR 5/3	10YR 4/3	MIGAJON ARENOSO			62.00	20.00	18.00	1.23	7.00	2.00	27.00	0.850	5.00	3.00	5.30	0.23	50.11
	C	50-100	10YR 5/3	10YR 4/3	MIGAJON ARENOSO			62.00	21.00	17.00	1.22	6.95	1.70	26.00	0.715	5.20	3.40	5.20	0.27	54.12
5	A	0-75	10YR 5/4	10YR 4/3	MIGAJON ARENOSO			60.00	25.00	15.00	1.21	7.30	1.90	30.00	1.20	1.90	0.40	7.30	0.83	34.76
	C	75-150	10YR 5/4	10YR 4/3	MIGAJON ARENOSO			62.00	23.00	15.00	1.20	7.20	1.50	29.00	1.30	2.00	0.60	8.05	0.42	38.17
6	A	0-60	10YR 5/3	10YR 4/2	MIGAJON ARENOSO			60.00	25.00	15.00	1.19	6.90	1.60	29.00	0.915	2.10	0.60	8.00	0.24	37.75
	C	60-130	10YR 5/3	10YR 4/2	MIGAJON ARENOSO			63.00	23.00	14.00	1.20	7.0	1.40	28.00	0.925	2.30	0.70	7.92	0.25	39.89
7	A	0-70	10YR 5/4	10YR 4/3	MIGAJON ARENOSO			60.00	25.00	15.00	1.18	7.3	1.70	31.00	0.85	2.30	0.60	9.70	0.21	41.32
	C	7-140	10YR 5/4	10YR 4/3	MIGAJON ARENOSO			63.00	26.00	11.00	1.21	7.2	1.60	30.00	0.90	2.20	0.60	9.00	0.29	40.31
8	A	0-60	10YR 5/4	10YR 4/2	ARENA MIGAJON			70.00	19.00	11.00	1.19	7.4	1.90	29.00	0.915	2.50	1.00	9.60	0.25	46.05
	C	0-120	10YR 5/4	10YR 4/3	ARENA MIGAJON			65.00	25.00	10.00	1.21	7.5	1.70	28.00	0.940	2.30	1.10	9.35	0.24	46.41

### Superficie y Distribución.

Estos suelos se encuentran distribuidos al norte del pueblo de San Cristobal a los 20° 37' de Latitud Norte y a los 98° 50' de Longitud Oeste, ocupando una superficie de 738,29 ha que corresponde al 41 75% del total estudiado. Ver mapa de Series.

### Uso Actual.

Los suelos de esta serie se cultivan con maíz, papa, frijol y hortalizas, bajo una agricultura de riego, se encuentran plantas herbáceas secundarias y silvestres tales como: chichicastle, Urtica dioica, toloache, Datura stramonium, chilio, Poligonum acre, malva, Malva parviflora.

### Topografía y Drenaje Superficial.

El relieve es plano con pendientes menores al 1% drenaje superficial rápido y sólo en la temporada de lluvias se llegan a inundar completamente ya que en los meses de Junio-Octubre, únicamente los que están más cercanos a la Laguna se inundan, dicha inundación dura aproximadamente 90 días.

### Drenaje Interno.

Es rápido debido a su tipo textural que es gruesa. Ver Tabla No. 12.

### Variaciones de los perfiles.

Las variaciones observadas en esta Serie son:

- 1) Espesor y profundidad de los horizontes en cm (Tabla 12).

HORIZONTE	ESPESOR	PROFUNDIDAD
	Mínimo-Máximo	Mínima-Máxima
A	40 - 75	0 - 40/75
C	40 - 110	40 - 80/150

- 2) Color de los horizontes: varía gradualmente de pardo amarillento a pardo, colores en seco, y pardo ligeramente oscuro a pardo oscuro, hasta llegar frecuentemente a un color pardo amarillento ligeramente oscuro en húmedo.
- 3) La textura de los suelos de esta serie es homogénea, predominando los granos gruesos del tamaño de arena. (Tabla 12).

### 3. CLASIFICACION AGRICOLA POR CAPACIDAD DE USO

La clasificación por capacidad de uso de la tierra es uno de los numerosos agrupamientos interpretativos, hechos principalmente para fines agrícolas. Como en todos los agrupamientos interpretativos, la clasificación por capacidad de uso se fundamenta en las unidades cartográficas e individuales de suelos, las cuales son los cimientos del sistema.

En esta clasificación, los suelos arables se agrupan de acuerdo a sus potencialidades y limitaciones para mantener la producción de los cultivos comunes que no requieren acondicionamiento o tratamiento especial del lugar. Los suelos no arables (suelos inapropiados para mantener cultivos por largo tiempo) están agrupados de acuerdo a sus potencialidades y limitaciones para la producción de vegetación permanente y de acuerdo a sus riesgos de deterioro por mal manejo.

Las unidades cartográficas e individuales de suelos señalan en el mapa la localización y extensión de los diferentes suelos. Se pueden hacer numerosas aseveraciones y predicciones precisas acerca del uso y manejo de las unidades cartográficas e individuales mostradas en el mapa de suelos.

Entre los principales factores que afectan a los suelos de la zona de estudio destacan por su importancia la sodicidad ya que el PSI (porcentaje de sodio intercambiable), en todos los perfiles oscila de 15 a 35%. Ver Tabals No. 13, 14, 15

TABLA 13.-PORCENTAJE DE SODIO INTERCAMBIABLE EN LAS SERIES DE SUELOS

SERIE I TLAXCO

Perfil	Hor.	Prof. cm	C.I.C.T. meq./100g	Na <sup>+</sup> meq./100g	P.S.I. %	Ind. de Norm. * Esc. 0-1
1	A	0-35	31.00	4.90	15.80	0. 0.502
	C	35-70	29.00	5.10	17.58	
2	A	0-50	30.00	3.98	13.26	0.398
3	A	0-70	27.00	4.80	17.77	0.534
4	A	0-40	29.00	4.90	16.89	0.533
	C	40-50	28.00	5.20	18.57	
5	A	0-60	28.30	4.60	16.25	0.488
6	A	0-40	29.00	6.40	22.06	0.658
	C	40-110	30.40	6.60	21.71	
7	A	0-40	29.00	7.26	25.03	0.684
	C	40-80	28.00	5.74	20.50	

\* Para fines de normalización el valor más alto de sodio intercambiable fué considerado igual a la unidad; empleándose una escala de 0 a 1.

TABLA 14.-PORCENTAJE DE SODIO INTERCAMBIABLE EN LAS SERIES DE SUELOS

SERIE 2 HUALUILA

Perfil	Hor.	Prof. cm	C.I.C.T. meq./100g	$\text{Na}^+$ meq./100g	P.S.I. %	Ind. de Norm. Esc. 0-1
8	A	0-40	29.00	4.80	16.55	0.497
9	A	0-45	30.00	4.90	16.33	0.508
	C	45-90	28.00	4.90	17.50	
10	A	0-40	25.00	4.20	16.80	0.495
	C	40-100	26.00	4.20	16.15	
11	A	0-65	27.60	6.90	25.00	0.796
	C	65-130	29.30	8.20	27.98	
12	A	0-40	27.60	6.70	24.27	0.698
	C	40-100	26.40	5.85	22.15	



TABLA 15.-PORCENTAJE DE SODIO INTERCAMBIABLE EN LAS SERIES DE SUELOS

SERIE 3 SAN CRISTOBAL

Perfil	Hor.	Prof. cm	C.I.C.T. meq./100g	Na <sup>+</sup> meq./100 g	P.S.I. %	Ind. de Norm. Esc. 0-1
13	A	0-40	26.00	8.45	32.50	0.987
	C	40-100	26.00	8.62	33.15	
14	A	0-65	29.00	6.98	24.06	0.702
	C	65-130	28.00	6.35	22.67	
15	A	0-50	27.40	6.67	24.34	0.777
	C	50-100	26.80	7.34	27.38	
16	A	0-50	27.00	5.30	19.62	0.595
	C	50-100	26.00	5.20	20.00	
17	A	0-75	30.00	7.30	24.33	0.783
	C	75-150	29.00	8.05	27.75	
18	A	0-60	29.00	8.00	27.58	0.840
	C	60-130	28.00	7.92	28.28	
19	A	0-70	31.00	9.70	31.29	0.921
	C	70-140	30.00	9.00	30.00	
20	A	0-50	29.00	9.60	33.10	1.000
	C	50-80	28.00	9.35	33.39	

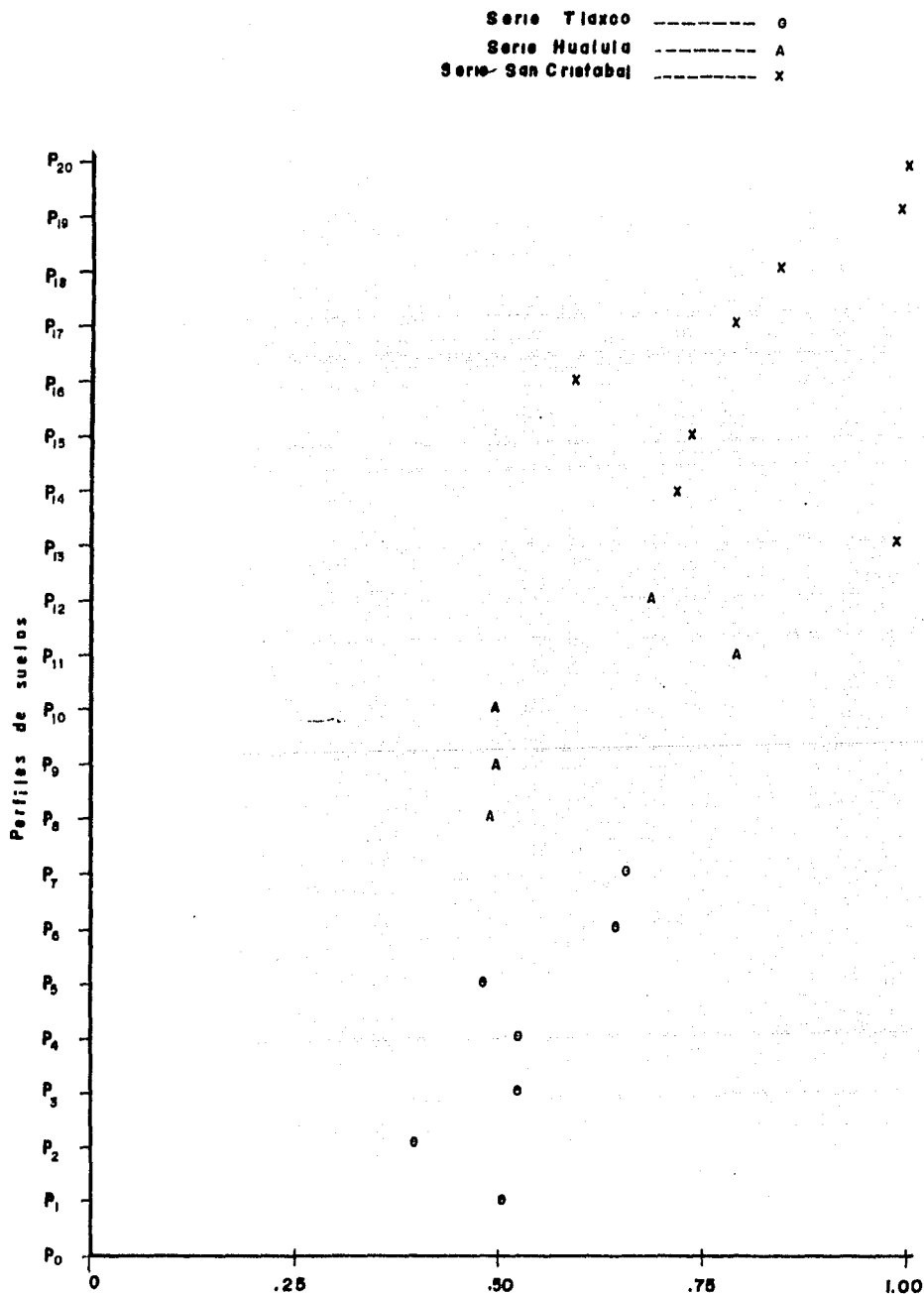


Fig. N<sup>o</sup> 8.- Sodio intercambiable en las series de suelos.  
(Índice de normalización-escala 0:1)

y Figura No. 9., razón por la cual se les ubica dentro de la -- Clase III. Le sigue en orden de importancia la profundidad del manto freático que fluctúa de 40 a 70 cm de profundidad en las dos terceras partes de los suelos de la zona de estudio; también el exceso de agua (inundación), sobre todo en la época de lluvias ya que los suelos se inundan durante un periodo de tres - meses, específicamente los suelos que pertenecen a la Serie - Tlaxco y Hualula. Por otro lado la profundidad efectiva del suelo es menor de 70 cm en las dos terceras partes de los suelos - de la zona de estudio. Ver Tablas No. 13, 14 y 15.

Para asignar a los suelos en los diferentes agrupa--- mientos de capacidad, es necesario hacer ciertas consideracio--- nes. Además, es necesario interpretar correctamente estas consi--- deraciones para poder ordenar los suelos en forma consistente - en la Clasificación por Capacidad de Uso.

La Clasificación por Capacidad (unidades, subclases y clases) es una clasificación interpretativa basada en los efectos combinados del clima y las características permanentes del suelo en relación a sus riesgos de deterioro, limitaciones en - su uso, capacidad productiva y requerimientos de manejo. La pen--- diente, textura, profundidad del suelo, efectos de erosiones - anteriores, permeabilidad, capacidad de retención de humedad, - tipo de minerales de la arcilla y algunos otros factores simila--- res, son considerados como cualidades y características perma--- nentes del suelo.

Los suelos comprendidos dentro de una clase de capacidad son similares únicamente en el grado de limitaciones para su uso con fines agrícolas o en los riesgos a que están sujetos cuando son usados. Cada clase de capacidad incluye muchos suelos diferentes y muchos de los suelos comprendidos dentro de una clase requieren diferente tratamiento y manejo.

Con base en lo anterior los suelos de la zona de estudio se clasificaron en las siguientes clases de capacidad:

Clase III-ipn. Los suelos de esta clase cubren una superficie de 187.05 ha distribuidas de la manera siguiente: 174.44 ha corresponden a la Serie Hualula, 11.38 ha pertenecen a la Serie Tlaxco y finalmente 1.22 ha a la Serie San Cristobal. Esta clase presenta suelos cuya profundidad efectiva es de 40 a 80 cm, en terrenos con 1% de pendiente, tipo arcilloso, agrietamiento en seco, drenados imperfectamente, permeabilidad lenta con inundaciones en la época de lluvias, de reacción ligeramente ácida, manto freático elevado. De fertilidad mediana. Es decir los factores más importantes de demérito son los siguientes en orden de importancia:

- a) Inundación.
- b) Manto freático elevado.
- c) Sodicidad.
- d) Drenaje superficial e interno lento.
- e) Permeabilidad lenta.

Clase III npi. Los suelos de esta clase abarcan una superficie de

862.61 ha distribuidas de la siguiente forma: 528.18 ha pertenecen a la Serie San Cristobal, 183.15 ha corresponden a la Serie Tlaxco y por último 151.27 ha se encuentran en la Serie Hualula. Los suelos de esta clase presentan profundidades efectivas de 40 a 80 en una zona y mayores de 100 cm en otra, ubicados en terrenos planos con 1 a 2% de pendiente, su tipo textural es arcilloso y migajón arenoso, fase sódica somera, permeabilidad lenta a rápida con inundaciones en la época de lluvias, manto freático elevado en los suelos que forman parte de la Serie Tlaxco y de la Serie Hualula respectivamente.

Los factores de demérito más importantes son:

- a) Sodicidad.
- b) Inundación.
- c) Manto freático elevado.
- d) Profundidad del suelo.

Clase III-epn. Los suelos de esta clase se localizan en una área que pertenece a la Serie San Cristobal y ocupan una superficie de 109.07 ha. Los suelos de esta clase son profundos (más de 120 cm) situados en terrenos con pendientes de 1 a 2%, expuestos a erosión leve, su tipo textural es migajón arenoso, presentan fase sódica somera. Es decir los factores de demérito más importantes son:

- a) Tipo textural.
- b) Permeabilidad rápida.
- c) Baja capacidad de retención de humedad.
- d) Sodicidad.

e) Susceptibilidad a la erosión eólica.

Clase III-pn. Los suelos de esta clase se encuentran distribuidos en las Series Tlaxco, Hualula y San Cristobal ocupan una superficie de 197.57 ha, 63.36 ha y 55.82 ha respectivamente para cada una de las Series. Es decir esta clase tiene un área de 316.75 ha y agrupa suelos poco profundos (profundidad efectiva de 40 a 70 cm), suelos medianamente profundos (70 a 80 cm) y suelos cuya profundidad efectiva es mayor de 100 cm, el tipo textural es variable, relieve plano con pendiente de 1 a 2%. El manto freático es elevado solamente en una pequeña zona que abarca las Series Tlaxco y Hualula en la otra serie no se presenta. Es decir las limitaciones de los suelos de esta clase incluyen los efectos solos o combinados de:

- a) Profundidad menor a la ideal.
- b) Manto freático elevado.
- c) Tipo textural.
- d) Sodicidad.

Clase III-pni. Los suelos de esta clase ocupan una superficie de 256.83 ha y se encuentran distribuidos en zonas de la Serie San Cristobal y de la Serie Tlaxco con una extensión de 40.05 ha y 216.77 ha, respectivamente. Los suelos de esta clase son medianamente y someramente profundos. Su fertilidad es mediana, moderada capacidad de retención de humedad, permeabilidad moderada. Estos suelos se encuentran en terrenos casi planos con ligeras pendientes de 1 a 2% y una fase sódica somera. O sea que los

factores de demérito más importantes son:

- a) Profundidad menor a la ideal.
- b) Sodicidad.
- c) Inundación.
- d) Manto freático elevado.

Clase III-in. Los suelos de esta clase se localizan en una pequeña zona de la Serie Tlaxco y cubren una superficie de 23.55 ha, los suelos de esta clase son poco profundos (profundidad efectiva de 40 a 60 cm), debido a la presencia de un manto freático, se encuentran en terrenos con pendientes menores al 1%, expuestos a erosión hídrica, se inundan por un periodo de tres meses, permeabilidad lenta, agrietamiento en seco. Es decir los factores más importantes de demérito son los siguientes en orden de importancia:

- a) Inundación.
- b) Manto freático elevado.
- c) Sodicidad.
- d) Permeabilidad lenta.
- e) Drenaje superficial e interno lento.

#### 4. CLASIFICACION DE LOS SUELOS

Los suelos estudiados se caracterizan por un desarrollo incipiente, alteración débil, poco estructurados, predominancia de intemperismo físico; principalmente termoclastia, con horizontación débil, eluviación e iluviación reducidas, complejo de alteración muy pobre constituido principalmente por sales solubles, considerándose que las partículas del tamaño de arcilla presentes en la Serie Tlaxco y Hualula son heredadas de los aluviones depositados y de ningún modo formadas in situ. Ver Figura No. 9. El desarrollo edáfico es menor en las Series Tlaxco y Hualula.

Los suelos estudiados fueron clasificados dentro del Orden Entisoles con base en los siguientes caracteres:

- 1) La Serie 1 Tlaxco y la Serie 2 Hualula están casi permanentemente saturadas con agua y presentan un horizonte de gley estacionario.
- 2) La Serie 3 San Cristobal-Pequeña Propiedad presenta debajo del horizonte Ap una textura gruesa hasta 100 cm de profundidad constituida por partículas de arena principalmente cuarzosas. Ver Figura No. 10.
- 3) El hue dominante es de 10YR 4/3 y no cambia cuando está expuesto al aire.



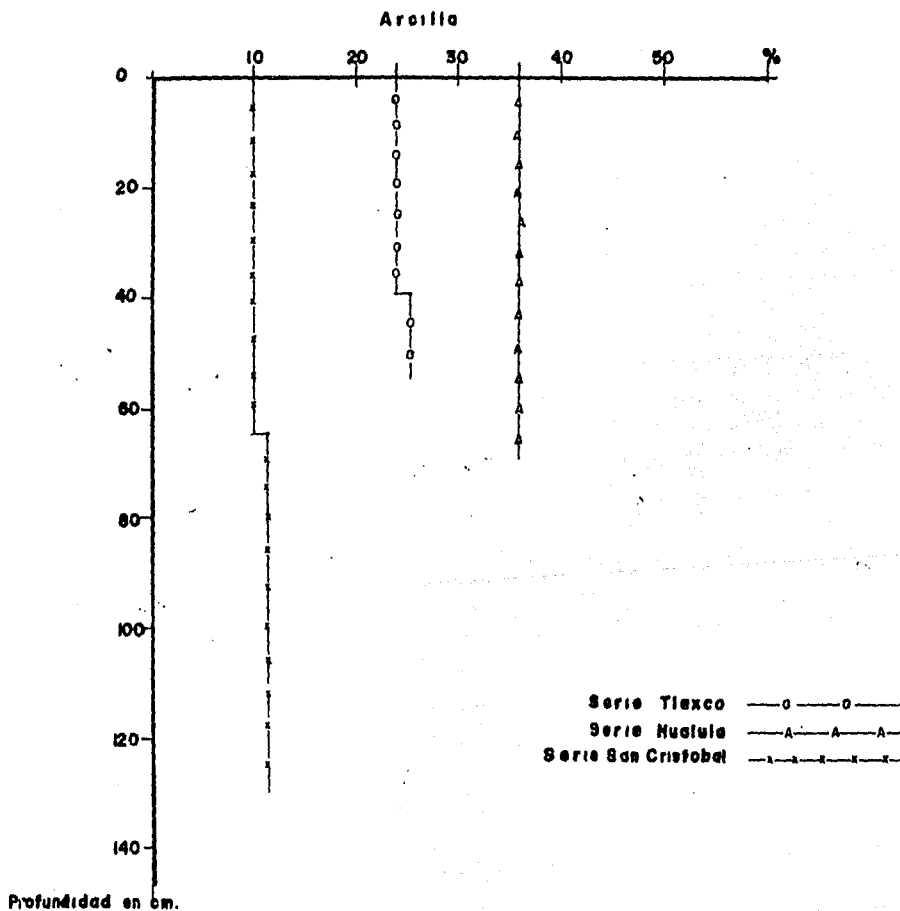


Fig. N<sup>o</sup> 9. — Variación del contenido de arcillas de acuerdo a la profundidad en los perfiles representativos de cada serie.

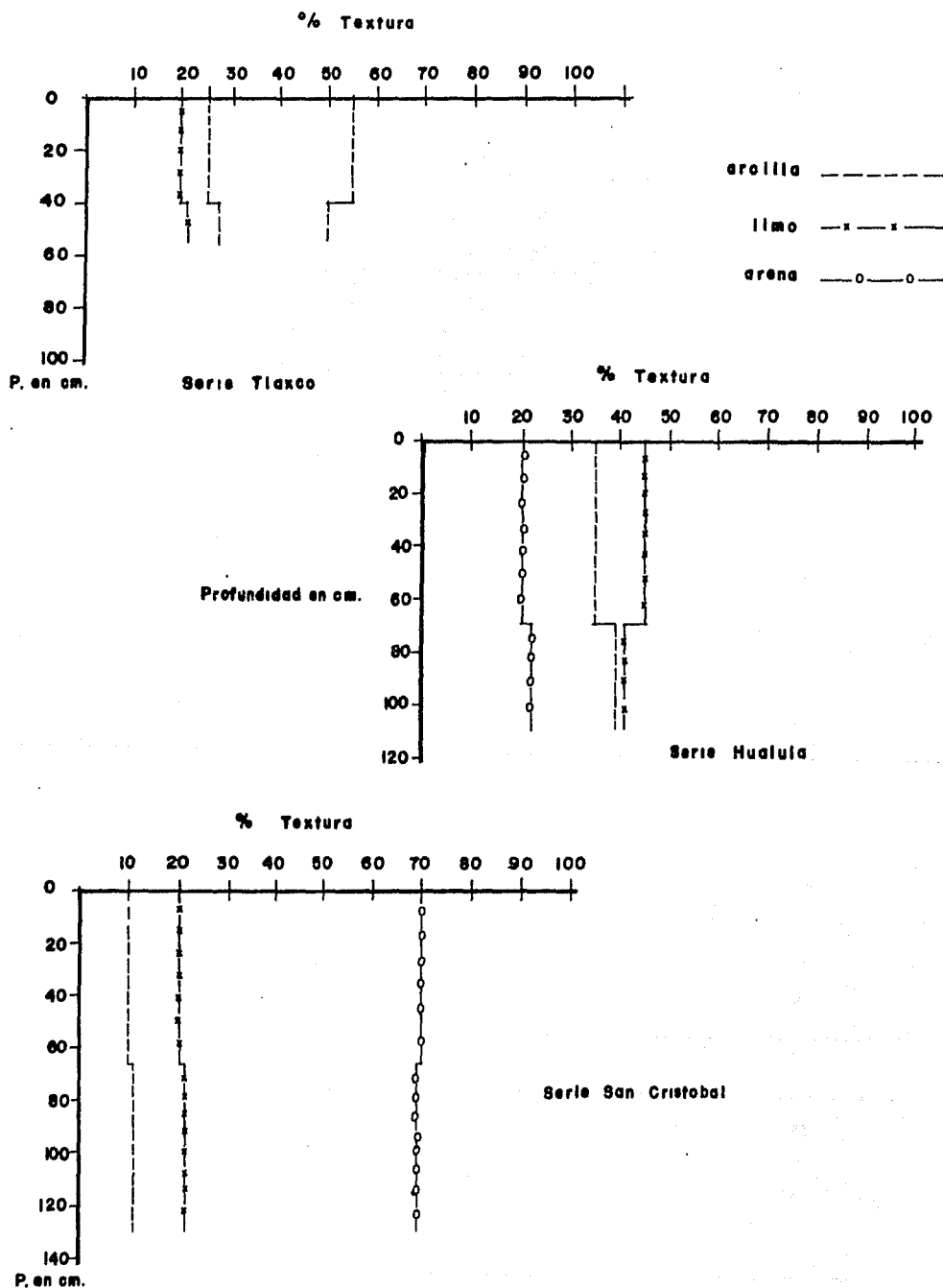


Fig. N<sup>o</sup> 10.- Tipos texturales en las series de suelos.

- 4) Los perfiles de las Series Tlaxco y Hualula presentan texturas más finas que arena franco fino en todos los subhorizontes y carecen de grava y piedras en el perfil. (Figura 10).
- 5) En el perfil representativo de la Serie San Cristobal-Pequeña Propiedad se presentan algunos fragmentos de roca que no están ordenados en forma discernible.
- 6) Las Series Tlaxco y Hualula se caracterizan por presentar un horizonte A ocrico y un horizonte de gley considerándose como suelos aluviales recientes por lo que se incluyen en el Suborden de los Fluvents.
- 7) La Serie San Cristobal-Pequeña Propiedad se caracteriza por sus texturas más gruesas que arena franca fina en todos los subhorizontes (Figura 10); su débil estructura y su poco desarrollo ya que posee en la mayoría de los casos un horizonte A ocrico, no obstante no se les incluye en el Suborden Psaments dado que presentan algún desarrollo de estructura; por lo que se les considera dentro del Suborden Orthents.
- 8) Dentro de la clasificación FAO (1970), modificada por DETENAL a la Serie Tlaxco y Hualula se les considera dentro de la Unidad Fluvisol Subunidad Gleyico y a la Serie San Cristobal-Pequeña Propiedad dentro de la Unidad Fluvisol Subunidad Eutrico, todos ellos en fase sódica.
- 9) Es probable que existan algunos suelos representantes de

otros Grandes Grupos en el área de estudio más evolucionados -- que los que se han citado. Los cuales debido a su reducida extensión superficial y a las limitaciones<sup>1</sup> de la escala cartográfica empleada en este estudio no son susceptibles de ser representados; tal es el caso de algunos Cambisoles y de algunos Phaeozems.

## VI DISCUSION

### 1. Características generales.

La Vega de Metztlán es el resultado de una serie de acontecimientos geológicos originados por el fracturamiento y - la erosión de sedimentos cretácicos, en donde se formó una profunda y alargada barranca que se fue ampliando posteriormente.

La Laguna de Metztlán debe clasificarse como un cuerpo lacustre del Pleistoceno, originada por el deslizamiento rocoso de una de las márgenes. Geológicamente la zona está constituida por suelos derivados de depósitos aluviales del Cenozoico. La zona de estudio se caracteriza topográficamente por presentar un terreno plano con pendiente descendente en el sentido - Este-Oeste menor al 1%; la forma de éste es de una media luna, en el extremo Este del área encontramos una elevación denominada el cerrito cuya altura es de 40 m., los flancos de la barranca cercanos a la zona tienen pendientes superiores al 45% y algunos están cortados al 90%.

El uso actual del suelo en esta zona es agrícola y en ellos se cultiva maíz, frijol, melón, calabaza, papa, frijol ejoto y otras hortalizas. En estos suelos se practica una agricultura de riego y existen varias plantas herbáceas secundarias y silvestres.

En lo que respecta a las características morfológicas, físicas y químicas de los suelos del área de estudio destacan -

las siguientes:

- a) Inundación: este factor es común en la zona particularmente en los suelos de la Serie Tlaxco y Hualula. (Mapa de Series).
- b) Drenaje interno: Se considera que es deficiente en las dos - terceras partes del área de estudio.
- c) Presencia de un manto freático elevado.
- d) Profundidad efectiva del suelo: En general las dos terceras partes de los suelos del área de estudio están limitadas en espesor por la presencia de un manto freático (40 a 70 cm de profundidad). Ver Tablas No. 13, 14 y 15.
- e) Pefregosidad: Ausente en general en toda la zona.
- f) Textura: Es variable para cada una de las tres series. (Figura 10). Debido a la presencia de arcillas expandibles 2:1 del grupo de las Esmectitas, han conferido a algunos de estos suelos; propiedades vérticas (agrietamiento), además han influido sobre la C.I.C., que estos suelos presentan en general (Figuras 11 y 12).

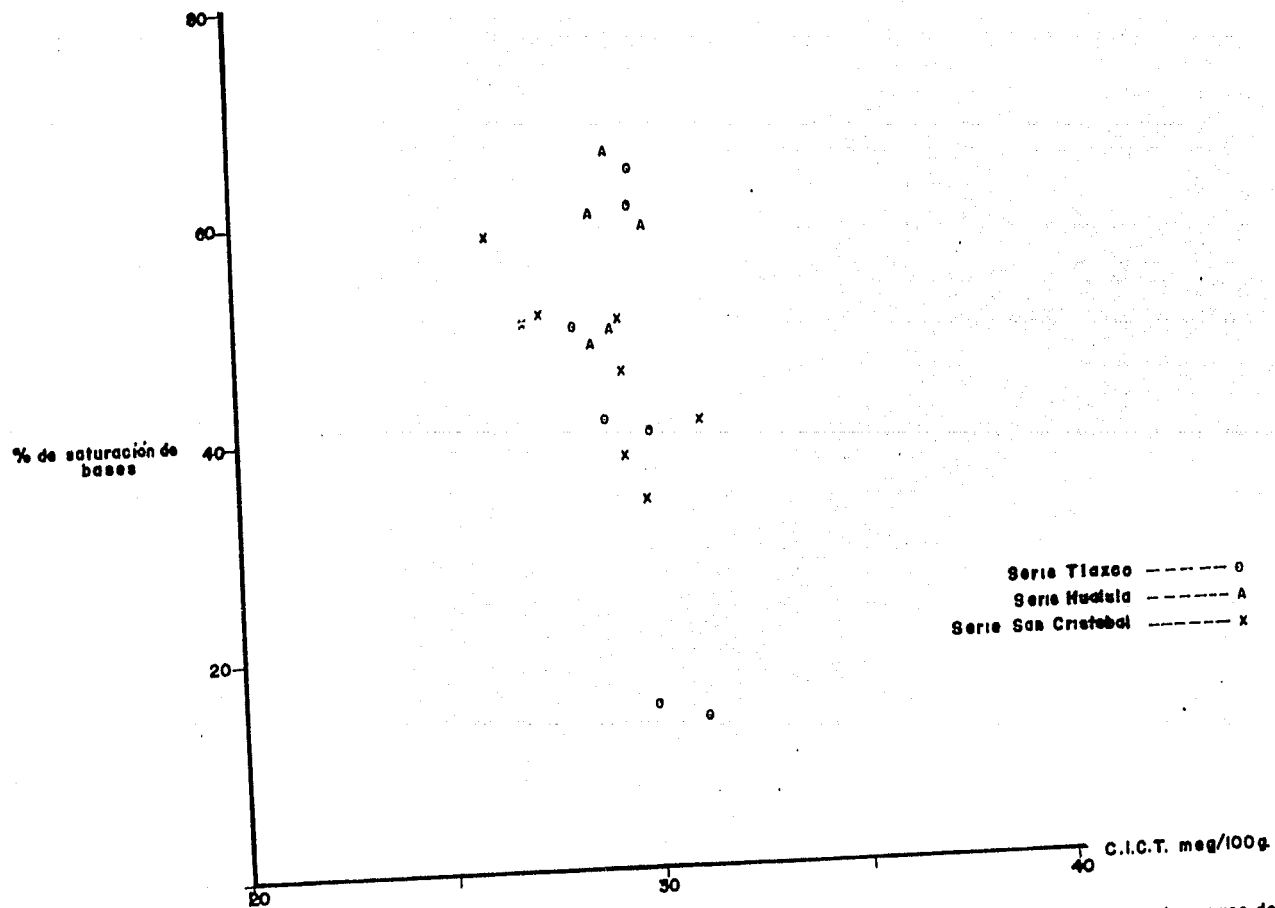


Fig. N° 11.- Relación entre la C.I.C.T. y el porcentaje de saturación de bases en los horizontes A de las series de suelos.

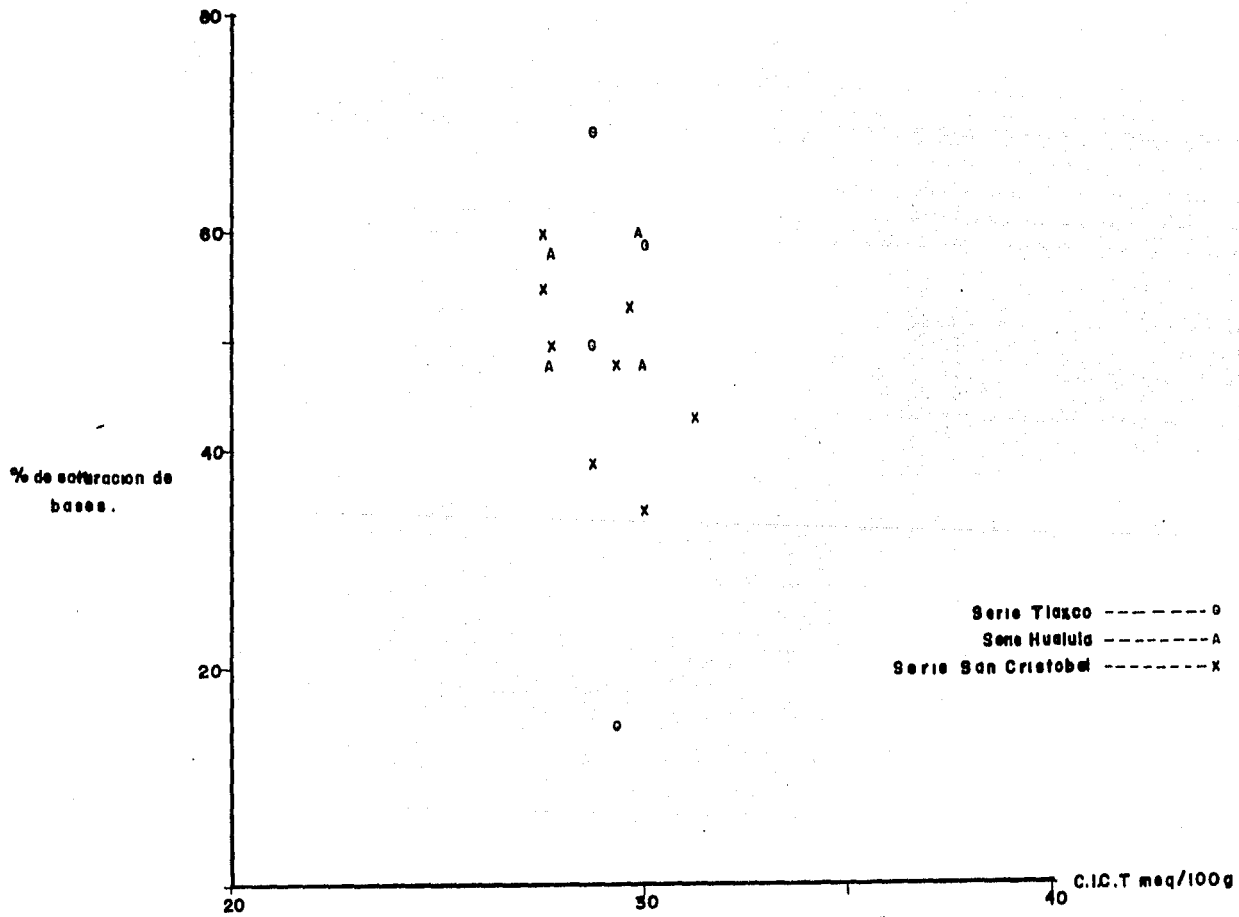


Fig. N° 12: Relación entre la C.I.C.T y el porcentaje de saturación de bases en los horizontes C de las series de suelos.



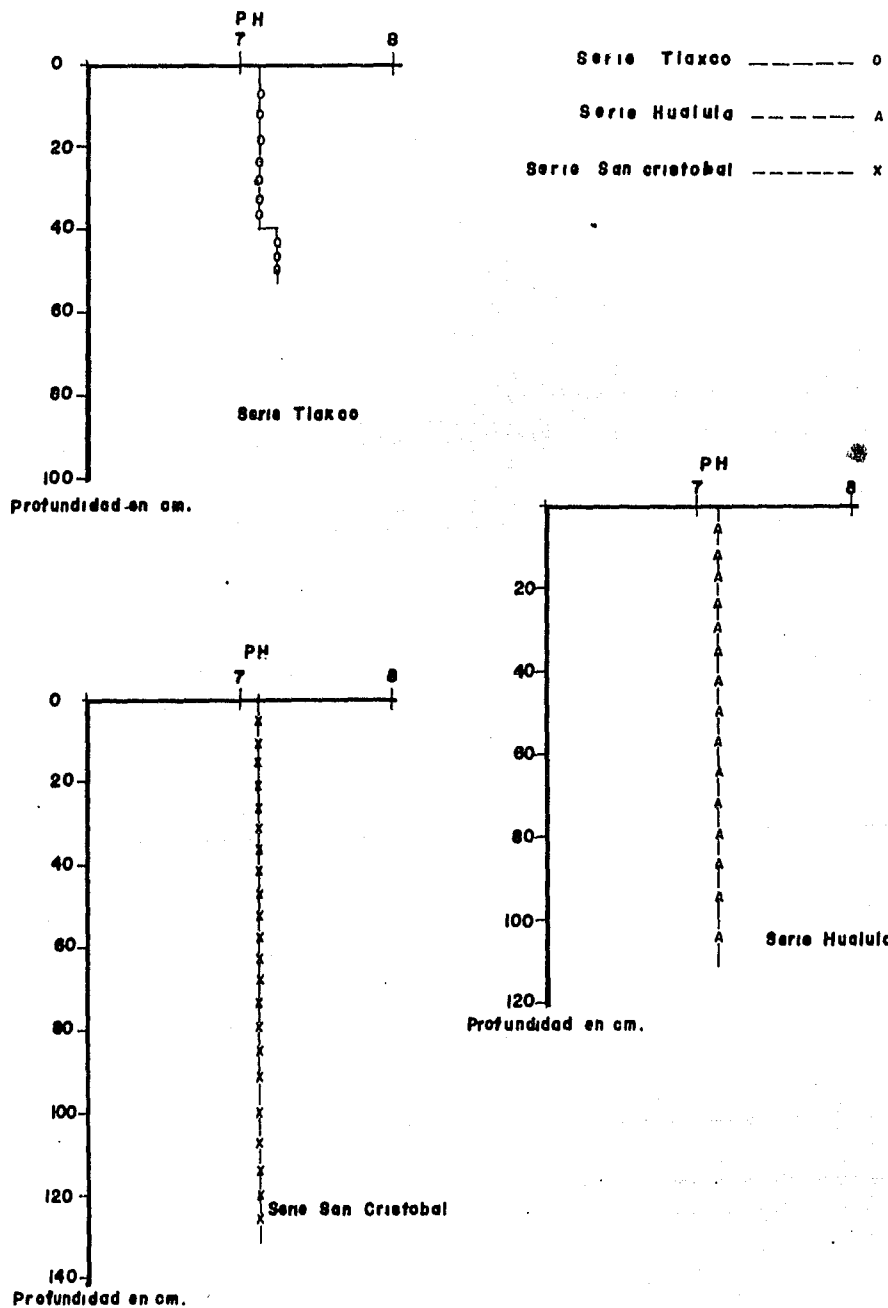


Fig. N<sup>o</sup>. 13.- Variación del ph en relación a la profundidad de las series de suelos.

## II CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DE LA ZONA DE ESTUDIO

- 1.- Características morfológicas: Las principales características morfológicas de los suelos del área de estudio son las siguientes para las Series de suelos:

### Serie 1 Tlaxco

- a) Presencia de horizontes A y C. (Tablas 10, 11 y 12).
- b) Profundidad efectiva del suelo varía de 40 a 70 cm. (Tablas 13, 14 y 15).
- c) Fase limitante: Manto freático.
- d) Porcentaje de arcilla es variable oscila del 19 al 43% en los perfiles de la Serie. Aunque como puede verse en la Figura 9 su contenido en general es moderado y se mantiene relativamente constante.
- e) Características vérticas: grietas, facetas de presión, fisuras, expansión y contracción, estructura masiva, prismática o subangular.
- f) La relación limo/arcilla de estos suelos es ligeramente menor a 1 lo que nos indica suelos con un grado moderado de intemperismo. Ver Figura 14.

### 2.-

- 2.- Características físicas: En base a los resultados que se obtuvieron en el laboratorio, (Tablas 10, 11 y 12) las principales características físicas de los suelos de esta Serie son las siguientes:

- a) Color, en los horizontes varía de pardo a pardo ligeramente

Intemperismo de minerales primarios. Valor de relación limo/arcilla

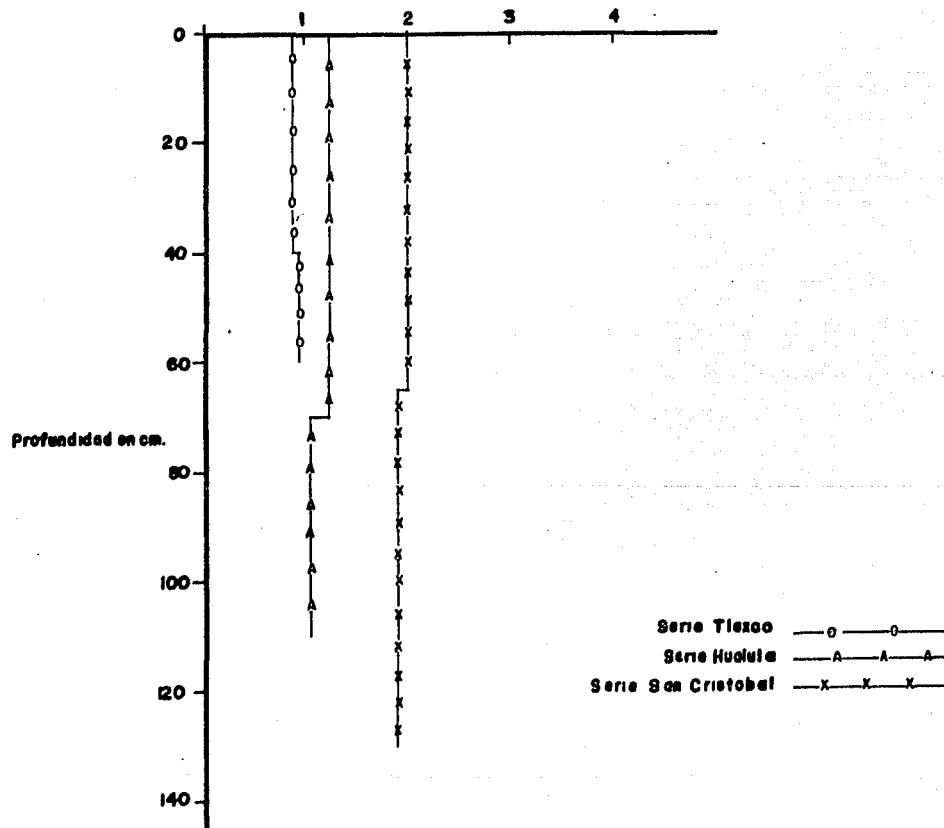


Fig. N° 14.-Grado de intemperización en los minerales primarios en suelo total de las series estudiadas.

amarillento pasando por un pardo amarillento hasta llegar a un color gris en seco, y pardo oscuro a pardo grisáceo en húmedo.

- b) Textura, en general es variable pasando por migajón limoso, migajón, migajón arcillo arenoso, arcilloso y arcillo limoso. Como característica principal se puede hacer notar su alto contenido de limos en algunos perfiles.
- c) Densidad, las densidades aparentes reportadas para los siete perfiles de la Serie Tlaxco varían de 1.19 g/ml a 1.24 g/ml.

3 - Características químicas: De acuerdo con los datos obtenidos en el laboratorio (Tablas 10, 11 y 12) las principales características químicas de los suelos de esta Serie son:

- a) El pH de estos suelos tiene un intervalo de 7.0 a 7.3, es decir neutro a ligeramente alcalino. Ver Figura 13.
- b) En todos los perfiles se observó una reacción leve al HCl concentrado y diluido.
- c) Materia orgánica, el contenido de esta varía de 1.81 a 2.4%; por lo tanto son suelos de mediano a rico contenido de materia orgánica.
- d) Capacidad de intercambio catiónico total, se observa un intervalo de 27 meq/100g a 31 meq/100g., es decir de moderada a alta.
- e) Cationes intercambiables, los suelos de esta Serie presentan una saturación de bases del 42.24% al 69.32%, (Figuras 7-8) siendo bajos sus contenidos de calcio intercambiable, ya que fluctúan de 5.1 meq/100g a 8.8 meq/100g. En lo que se refiere

re al magnesio, son variables sus cantidades de 1.4 meq/100g a 4.6 meq/100g. El sodio se presenta en cantidades altas que varían de 3.98 meq/100g a 7.26 meq/100g. En general el PSI - va de 13.26 a 25.03%. Por último el potasio se presenta en - cantidades bajas las que varían de 0.27 meq/100g a 0.40 - meq/100g. Ver Figuras 8, 11 y 12.

- f) Conductividad eléctrica, los suelos de esta Serie no tienen problemas de salinidad pues su conductividad eléctrica es - baja de 0.745 a 1.280 mmhos/cm.

#### Serie 2 Hualula.

##### 1.- Características morfológicas.

- a). Presencia de horizontes A y C. (Tabla II).
- b) Profundidad efectiva del suelo de 40 a 80 cm. (Tabla 14).
- c) Fase limitante: manto freático.
- d) Porcentaje de arcilla fluctúa de 14% a 50% en los perfiles de la Serie. Se puede afirmar que su contenido se mantiene más o menos constante tal como se observa en la Tabla I y - Figura 9.
- e) Características vérticas: facetas de presión, fisuras , expansión y contracción, grietas, estructura granular y bloques - con desarrollo moderado.
- f) La relación limo/arcilla para estos suelos es ligeramente mayor a 1 y esto nos indica suelos con un débil intemperismo. (Figura 14).

##### 2.- Características físicas.

- a) Color, en los horizontes es variable de pardo a pardo amari-

llento y pardo grisáceo obscuro en seco, pardo obscuro a pardo ligeramente obscuro en húmedo.

- b) Los suelos de esta Serie presentan las siguientes variaciones texturales: migajón arcilloso, arcillo limoso, migajón arcillo arenoso y migajón arcillo limoso. Como características sobresaliente se puede señalar su alto contenido de arcillas en algunos perfiles. Ver Tabla 10 y Figura 10.
- c) Densidad, en general para los cinco perfiles de la Serie Huglula las densidades aparentes varían de 1.20 g/ml a 1.24 g/ml

### 3.- Características químicas.

- a) pH, en estos suelos varía de 6.9 a 7.2 (neutro) y se mantiene constante en relación a la profundidad, como se aprecia en la Figura 13.
- b) En todos los perfiles se observó una reacción ligera al HCl concentrado.
- c) Materia orgánica, la cantidad de ésta fluctúa de 2.0% a 2.5% es decir son suelos medianamente ricos en materia orgánica.
- d) Capacidad de intercambio catiónico total, varía de 25 meq/100g a 30 meq/100g.
- e) Conductividad eléctrica, es baja y varía de 1.1 a 1.3 mmhos/cm lo cual nos indica ausencia de salinidad para los suelos de esta Serie.
- f) Cationes intercambiables, el porcentaje de saturación de bases oscila del 47.24% al 63.72% para los suelos de esta Serie, resultan bajos los contenidos de calcio intercambiable y varían de 4.0 meq/100g a 8.4 meq/100g. Por lo que respecta al magnesio sus cantidades son variables de 1.6 meq/100g a -

5.8 meq/100g. El sodio se encuentra en cantidades altas, las que varían de 4.8 meq/100g a 8.2 meq/100g. En términos generales el PSI fluctúa del 16.15% a 27.98%. Finalmente el potasio se encuentra en cantidades bajas de 0.20 meq/100g a 0.23 meq/100g. Es decir; estos suelos presentan problemas de sodicidad. Ver Figuras 8, 11 y 12.

### Seire 3 San Cristobal-Pequeña Propiedad.

#### 1.- Características morfológicas.

- a) Presencia de horizontes A y C.
- b) Profundidad efectiva mayor de 100 cm.
- c) Bajo contenido de arcillas, la cantidad varía del 10 al 18% y se mantiene relativamente constante tal y como se aprecia en la Tabla 11 y Figura 9 respectivamente.
- d) Su estructura es granular y en bloques finos con desarrollo débil a moderado.
- e) Intemperización: los suelos de esta Serie presentan una relación limo/arcilla igual a 2, lo cual indica que son suelos con alteración mineral baja.

#### 2.- Características físicas.

- a) Color, varía de pardo amarillento a pardo en seco y pardo ligeramente obscuro a pardo obscuro y pardo amarillento ligeramente obscuro en húmedo.
- b) Textura, los suelos de esta Serie la presentan muy homogénea, generalmente representada por arena migajosa y migajón arenosa. Ver Tabla 12.
- c) Densidad, las densidades aparentes reportadas para los suelos de esta Serie varían de 1.18 a 1.24 g/ml.

### 3.- Características químicas.

- a) El pH varía de ligeramente ácido 6.9 a ligeramente alcalino 7.5 y se mantiene constante en relación a la profundidad. Ver Figura 13.
- b) En general las reacciones del suelo al HCl concentrado fueron positivas (0.5 a 1%) en grado moderado.
- c) Materia orgánica, su contenido es de 1.4% a 2.0% por lo que estos suelos son medianamente ricos en materia orgánica.
- d) Capacidad de intercambio catiónico total, presenta un intervalo de 26 meq/100g a 31 meq/100g en los perfiles de la Serie.
- e) Conductividad eléctrica, los suelos de esta Serie no tienen problemas de salinidad pues su conductividad eléctrica varía de 0.715 mmhos/cm a 1.30 mmhos/cm.
- f) Cationes intercambiables, se presenta un porcentaje de saturación de bases que varía de 34.76% a 58.46%. El calcio intercambiable se encuentra en cantidades bajas y fluctúa de 1.90 meq/100g a 6.40 meq/100g. En lo referente al magnesio sus cantidades son variables y bajas de 0.40 meq/100g a 3.00 meq/100g. El sodio se encuentra en cantidades altas las que fluctúan de 5.20 meq/100g a 9.70 meq/100g. En términos generales el sodio intercambiable varía del 19.62% al 33.39%. Por último el potasio lo encontramos en cantidades bajas las cuales varían de 0.21 meq/100g a 0.83 meq/100g. Es importante señalar que los suelos de las tres Series presentan grandes cantidades de sodio. Ver Figuras 8? 11 y 12.



## VII. CONCLUSIONES

### Series de suelos.

Con la información recabada en el campo y la obtenida en el laboratorio se definieron las unidades de clasificación y las unidades cartográficas, las cuales fueron la Serie y la Serie-Fase respectivamente.

En este estudio resultaron tres unidades de clasificación (Series) y una unidad cartográfica de suelos (Fases).

Con la metodología expuesta anteriormente se obtuvo en la Vega de Metztitlán tres series de suelos que se denominaron: Serie Tlaxco, Serie Hualula y Serie San Cristobal-Pequeña Propiedad, todas ellas con fase sódica.

En la Serie Tlaxco la textura varía de mediana a moderadamente fina, mientras que en la Serie Hualula es moderadamente fina a fina y por último en la Serie San Cristobal-Pequeña Propiedad la textura es moderadamente gruesa a gruesa.

Los suelos de la Serie Tlaxco y Hualula permanecen inundados por un lapso de 2 a 3 meses. Presentan un alto contenido de limos y arcillas 2:1, en relación a la Serie San Cristobal-Pequeña Propiedad, que es migajón arenoso. Tablas 10 y 11; por lo que se agrietan en seco y se expanden en húmedo. Su drenaje interno es rápido cuando están secos, y deficiente cuando

están húmedos, además estos suelos presentan el manto freático alto, lo cual ocasiona una sobresaturación en la época de lluvias. En la Serie San Cristobal-Pequeña Propiedad no se presentan estas condiciones, pues su drenaje es eficiente. En esta Serie el manto freático se encuentra aproximadamente a los 10 m de profundidad.

Clasificación por capacidad de uso.

Las tres series de suelos, se agruparon en seis unidades de capacidad de uso, y se define cada una por separado, adoptando el sistema de clasificación de Klingebiel y Montgomery (1962).

De acuerdo a las características de los suelos del área de estudio estos fueron ubicados en la clase III, teniendo como principal factor de demérito la sodicidad ya que el PSI en todos los perfiles de las series fluctuó del 15 al 35%.

En segundo término de importancia la presencia de un manto freático elevado que oscila de los 40 a 70 cm de profundidad en algo menos de las dos terceras partes del total de los suelos en el área de estudio. El exceso de agua, particularmente en la época de lluvias provoca que se inundan durante un periodo de dos a tres meses, específicamente los suelos que pertenecen a la Serie Tlaxco y Hualulá. En último término la profundidad efectiva de los suelos, la cual es menor de 70 cm debido a la presencia de un manto freático distribuido al menos en las dos terceras partes del área total.

### Clasificación Taxonómica.

Con base en la Séptima aproximación, U.S.D.A. (1960), todos los suelos estudiados presentan características genéticas, morfológicas, físicas y químicas del Orden Entisol.

Las Series Tlaxco y Hualula se caracterizan por presentar un horizonte A ocrico y un horizonte de pseudogley estacionario considerándose como suelos aluviales recientes por lo que se incluyen en el Suborden de los Fluvents. La Serie San -- Cristobal-Pequeña Propiedad se caracteriza por sus texturas más gruesas que arena franca fina en todos los horizontes; su estructura débil y su poco desarrollo; por lo cual se les considera - dentro del Suborden Orthents.

De acuerdo a la clasificación de la FAO-UNESCO (1970), modificada por DETENAL la equivalencia con el sistema anterior corresponde a la Serie Tlaxco y Hualula la Unidad Fluvisol Subunidad Gleyico y a la Serie San Cristobal dentro de la Unidad Fluvisol Subunidad Eutrico, todos ellos en fase sódica.

Con base en los resultados obtenidos y las conclusiones anteriores se ha contribuido al conocimiento de algunos sue los de zonas semiáridas.

## LITERATURA CITADA

- Bouyoucos, G.J., 1936. Dirección for making mechanical analysis of soils by hidrometer method. Soil Sci. 42, p 225-228.
- Bravo, H.H., 1978. Las Cactáceas de México. Univ. Nat. Autón. de México. 755 p.
- Cantú, T.S., 1953. La Vega de Metztlán en el estado de Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Univ. Nat. Autón. de México. Facultad de Filosofía y Letras. 279 p.
- Cuanalo de la C, H., 1974. Manual para la descripción de perfiles de suelos en el campo. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. 40 p.
- DETENAL, 1982. Descripción de la leyenda de la Carta Topográfica, Hoja Metztlán F-14-D-61 Hgo. Escala 1:50,000.
- DETENAL, 1985. Descripción de la leyenda de la Carta Uso Potencial (Agricultura), Hoja Pachuca F-14-11 Hgo. Escala 1:250,000.
- DETENAL, 1985. Descripción de la leyenda de la Carta Uso Potencial (Forestería), Hoja Pachuca F-14-11 Hgo. Escala 1:250,000.
- Duchaufaur, P., 1980. Manual de Edafología. Toray y Masson, S.A. Barcelona, España. 475 p.

- FAO-UNESCO, 1970. Definiciones de las unidades de suelos para el mapa de suelos del mundo. Trad. por Enrique García Aldape. Dirección General de Estadística, Subdirección de - Agrológica. Secretaria de Recursos Hidráulicos. México.
- Flores, R.D., Aguilera, H.N y Flores, D.L., 1981,1983. Estudio edafológico de los Municipios de Cuautitlán, Edo. de -- México. Univ. Nal. Autón. de México. Instituto de Geología. Revista V. 5, p. 80-93.
- García, E., 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Univ. Nal. - Autón. de México. 244 p.
- González, V.A., 1985. Caracterización Edáfica, Evaluación de la Degradación de los Suelos y Clasificación Agrológica de los mismos en una área del Municipio de Salamanca, Gto. Tesis de Licenciatura. Univ. Nal. Autón. de México. Facultad de Ciencias. 102 p.
- Houghton, C.W y E. Meléndez., 1971. Métodos y Parámetros para la Evaluación de Tierras según su Aptitud para la Agricultura de Regadío. Primer Seminario Latinoamericano FAO/PNUD, sobre la evaluación sistemática de los recursos tierra y agua. México, D.F. 32 p.
- Jackon, M.L., 1964. Análisis Químicos de Suelos. Omega, S.A. Barcelona, España. 662 p.

- Klingebiel, A.A., y P.H. Montgomery., 1961. Land-Capability -  
Clasificación. Agriculture Handbook. No. 210. Soils Cons.  
Serv. U.S.D.A. Washington. 42 p.
- Nery, G.H., 1976. Los Levantamientos de Suelos. Tesis de Licen-  
ciatura. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, --  
México. 129 p.
- Olson, W.G., 1964. Application of Soil Survey to Problems of --  
Health Sanitation, and Engineering. N. Y. Statte College  
of Agrc. Cornel University. Ext. Bull. March.
- Ortiz, S. C., Estrada, J.W. y Cuanalo de la C. H., 1973. Una me-  
tología para levantamientos Detallados de Suelos. Agro-  
ciencia, 14. pp. 59-65.
- Ortiz, S. C y Cuanalo de la C. H., 1981. Introducción a los Le-  
vantamientos de Suelos. Colegio de Postgraduados, Cha-  
pingo, México. 81 p.
- Ortiz, S. C y Cuanalo de la C. H., 1984. Metodología del Levan-  
tamiento Fisiográfico. Colegio de Postgraduados, Chapin-  
go, México. 86 p.
- Ortiz, V. B., y Ortiz, S. C., 1984. Edafología. Escuela Nacional  
de Agricultura, Chapingo, México. 374 p.
- Robles, R. R., 1946. Origen y Evolución de la Sierra Madre Orien-  
tal y sus consecuencias geográficas. Sociedad Mexicana -  
de Geografía y Estadística. Revista V. 4, p. 107-147.

Rzedowski, J., 1978. La Vegetación de México. Limusa, S.A.México  
432 p.

Soil Survey Staff, 1951. Soil Survey Manual. Handbook No. 18.  
U.S.D.A. Washington. 646 p.

Soil Survey Staff, 1960. Soil Classification 7 th approximation  
Washington, D.C., U.S. Dept. Agriculture. Soil Conservat  
tion Service.

Soil Survey Staff, 1973. Soil Survey Laboratory methods and -  
procedures for collecting soil samples. Soil. Cons. -  
Serv. U. S.D.A. Washington.

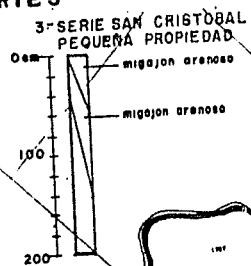
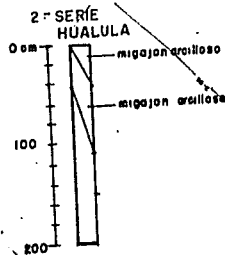
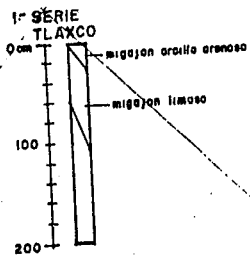
Soil Survey Staff, 1975. Soil Taxonomy. Agriculture Handbook No.  
436. U.S.D.A. Washington.

Thorntwaite, C.W., 1972. Instructivo para la determinación del -  
Clima de acuerdo al Segundo Sistema de Thorntwaite. --  
Dirección General de Estadística, Subdirección de Agro-  
logía. Departamento de Estudios Especializados. Secretat  
ría de Recursos Hidráulicos. México. 76 p.

Velazco, M.H., 1983. Uso y Manejo del Suelo. Limusa, S.A.México.  
192 p.

Walkley, A., 1935. An examination of methods for determining org  
anic carbon and nitrogen in soils. J. Agr. Sci. 25 p:  
595-609.

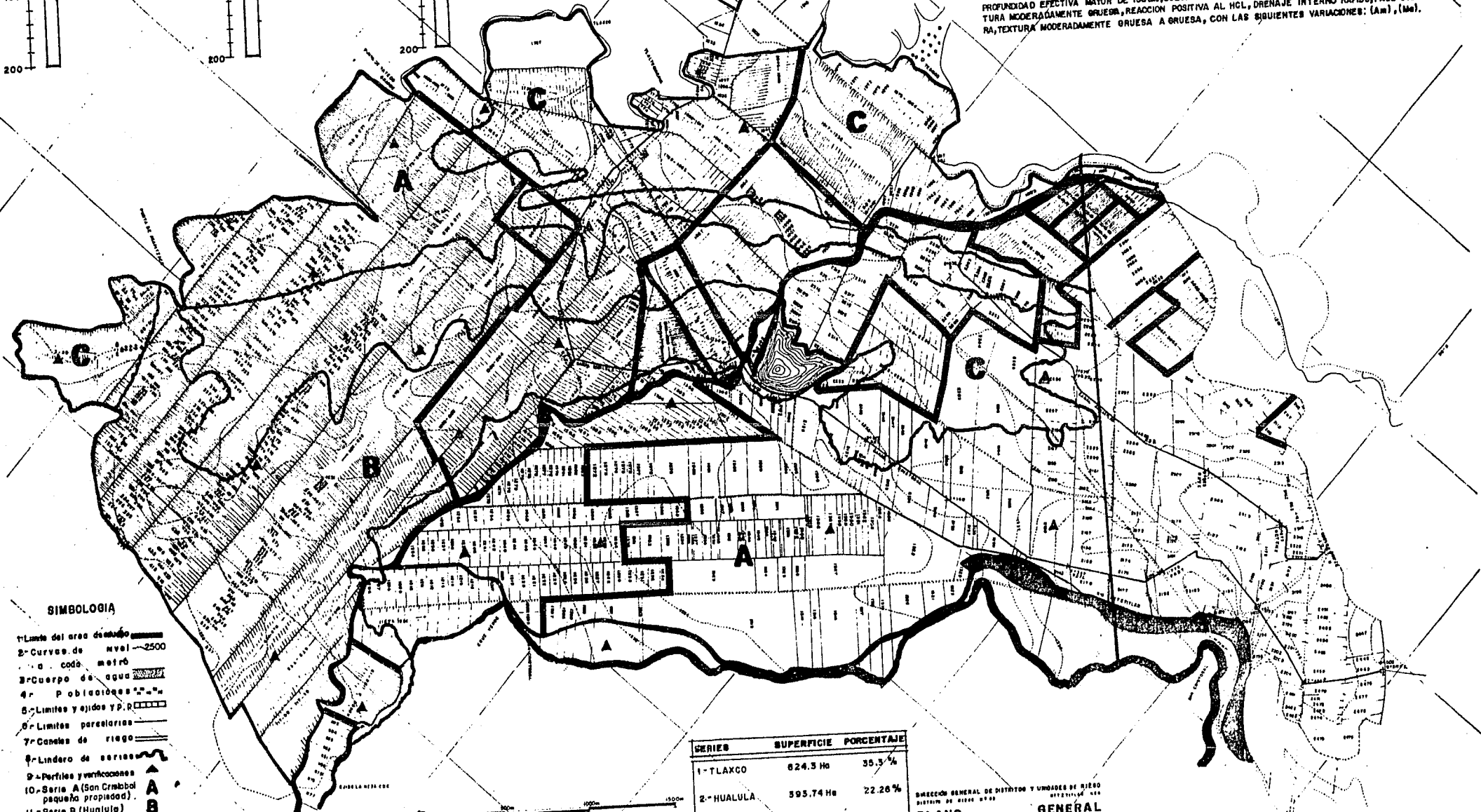
# PERFILES DE LAS SERIES



SERIE TLAXCO: RELIEVE PLANO CON PENDIENTES MENORES AL 1%, PROFUNDIDAD EFECTIVA 80 cm. COLOR ES PARDO LIBERAMENTE AMARILLENTO A PARDO GRISACEO, LA TEXTURA ES MEDIANA, REACCIÓN POSITIVA AL HCL, DRENAJE INTERNO LENTO CON INUNDACIONES EN LA ÉPOCA DE LLUVIAS, PRESENCIA DE MANTO FREÁTICO A PARTIR DE LOS 40 cm., SE PRESENTA EXPANSIÓN CONTRACCIÓN QUE PROVOCA AGRIETAMIENTO, FASE SÓDICA SOMERA, LA TEXTURA ES MODERADAMENTE FINA Y MEDIANA CON LAS SIGUIENTES VARIACIONES: (H1), (H), (M), (R) y (R1).

SERIE HUALULA: RELIEVE PLANO CON PENDIENTES MENORES AL 1%, PROFUNDIDAD EFECTIVA DE 40 A 80 cm. COLOR ES PARDO OSCURO A PARDO LIBERAMENTE OSCURO, Y LA TEXTURA ES MODERADAMENTE FINA A FINA. REACCIÓN AL HCL POSITIVA, DRENAJE INTERNO LENTO CON INUNDACIONES EN LA ÉPOCA DE LLUVIAS, MANTO FREÁTICO A LOS 40 cm., FASE SÓDICA SOMERA, ES MODERADAMENTE FINA A FINA CON LAS SIGUIENTES VARIACIONES: (M), (R1), (M), y (M1). SU TEXTURA.

SERIE SAN CRISTÓBAL-PEQUEÑA PROPIEDAD: RELIEVE PLANO CON PENDIENTES MENORES AL 2%. PROFUNDIDAD EFECTIVA MAYOR DE 100 cm., COLOR ES PARDO LIBERAMENTE AMARILLENTO A PARDO OSCURO, TEXTURA MODERADAMENTE GRUESA, REACCIÓN POSITIVA AL HCL, DRENAJE INTERNO RÁPIDO, FASE SÓDICA SOMERA, TEXTURA MODERADAMENTE GRUESA A GRUESA, CON LAS SIGUIENTES VARIACIONES: (Am), (Me).



## SIMBOLOGIA

- 1- Límite del área de estudio
- 2- Curvas de nivel a cada metro
- 3- Cuerpo de agua
- 4- Poblaciones
- 5- Límites y ejidos y P.R.
- 6- Límites parcelarios
- 7- Canales de riego
- 8- Límite de series
- 9- Perfiles y verificaciones
- 10- Serie A (San Cristóbal pequeña propiedad)
- 11- Serie B (Hualula)
- 12- Serie C (Tlaxco)



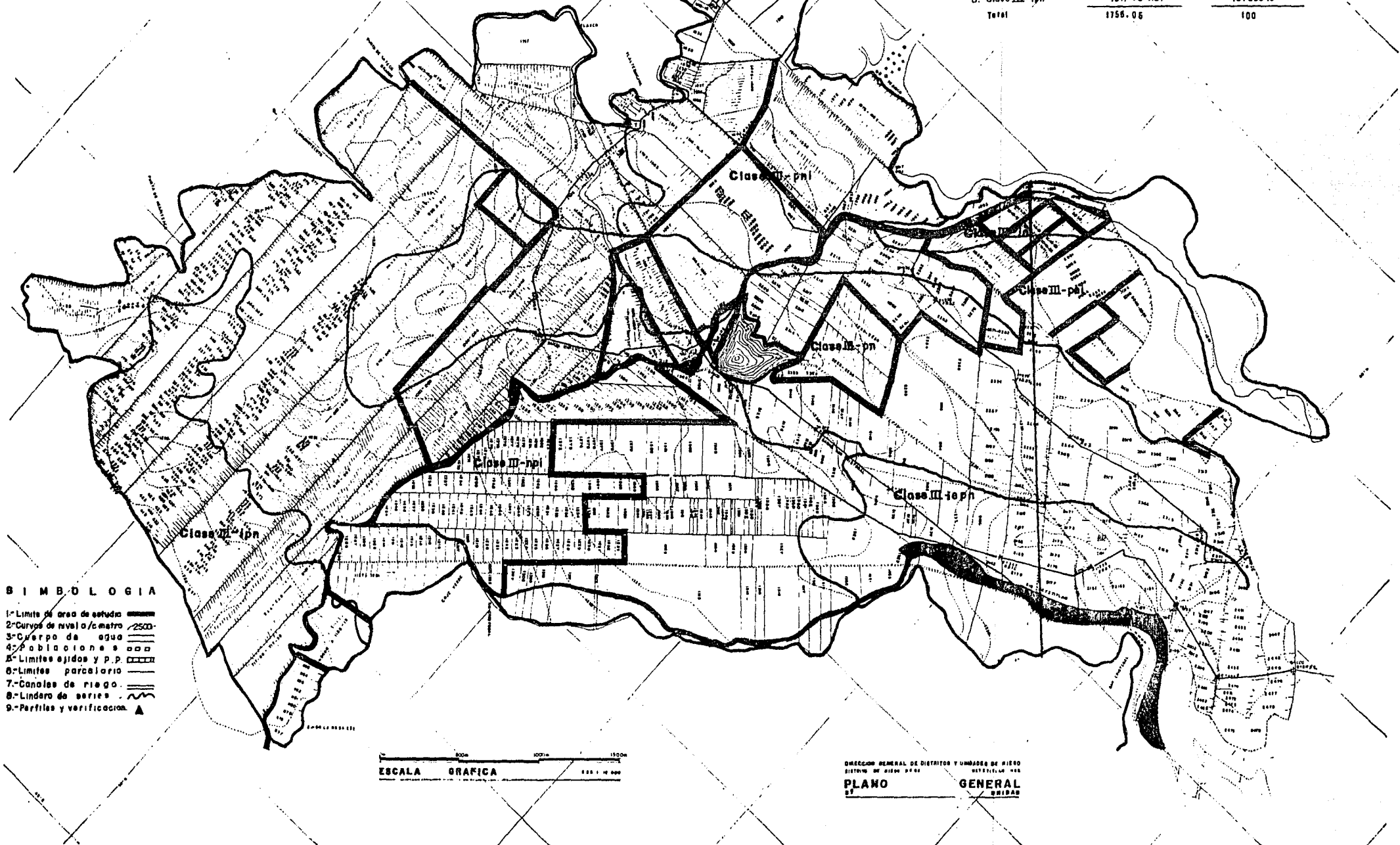
SERIE	SUPERFICIE	PORCENTAJE
1- TLAXCO	624.5 Ha	35.3 %
2- HUALULA	595.74 Ha	22.26 %
3- SAN CRISTÓBAL pequeña propiedad	738.29 Ha	41.78 %
Total	1758.53	100

DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRITOS Y UNIDADES DE SIEMBRA  
DISTRITO DE SIEMBRA 0000  
**PLANO GENERAL**  
UNIDAD



# CLASIFICACION AGRICOLA POR CAPACIDAD DE USO

CLASES	SUPERFICIE	PORCENTAJE
1.- Clase III - pn1	266.83 Ha.	14.627 %
2.- Clase III - ln	23.55 Ha.	1.342 %
3.- Clase III - pn	316.76 Ha.	18.030 %
4.- Clase III - apn	109.17 Ha.	6.211 %
5.- Clase III - npl	862.61 Ha.	49.227 %
6.- Clase III - lph	187.15 Ha.	10.658 %
<b>Total</b>	<b>1756.06</b>	<b>100</b>



## SIMBOLOGIA

- 1.- Limite de area de estudio
- 2.- Curvas de nivel a/c metro /2500-
- 3.- Cuerpo de agua
- 4.- Poblaciones
- 5.- Limites ejidos y p.p.
- 6.- Limites parcelario
- 7.- Canales de riego.
- 8.- Lindero de serie
- 9.- Perfiles y verificacion.



DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS Y TITULACION DE TIERRAS  
 DISTRITO DE SAN JUAN  
**PLANO GENERAL**  
 UNIDAD