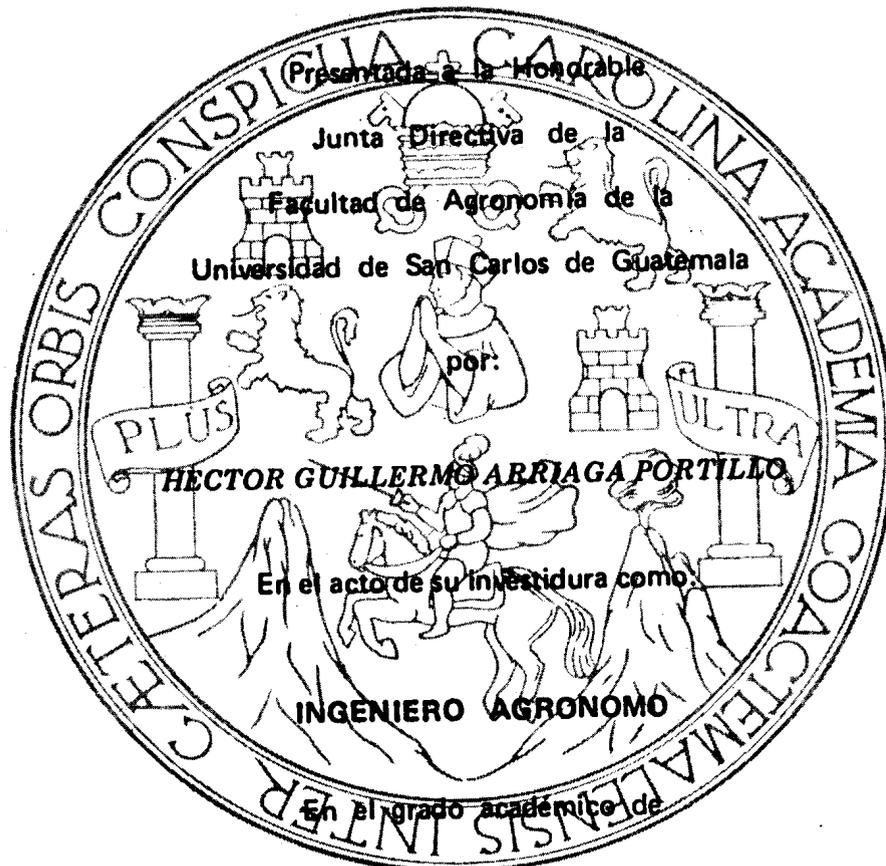


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION, MAPEO Y CUANTIFICACION DEL PROBLEMA EROSIVO DE  
LOS SUELOS DEL PARCELAMIENTO PALO VERDE, BARCENA, VILLA  
NUEVA

TESIS



LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, noviembre de 1982.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central  
Sección de Tesis

01  
7/23/11  
2-3

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**RECTOR**

**Dr. EDUARDO MEYER M.**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

<b>Decano:</b>	<b>Dr. Antonio A. Sandoval S.</b>
<b>Vocal Primero:</b>	<b>Ing. Agr. Oscar René Leiva S.</b>
<b>Vocal Segundo:</b>	<b>Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.</b>
<b>Vocal Tercero:</b>	<b>Ing. Agr. Fernando Vargas N.</b>
<b>Vocal Cuarto:</b>	<b>Prof. Leonel Enríquez Durán</b>
<b>Vocal Quinto:</b>	<b>Prof. Francisco Muñoz N.</b>
<b>Secretario:</b>	<b>Ing. Agr. Carlos Fernández P.</b>

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN  
GENERAL PRIVADO**

<b>Decano:</b>	<b>Dr. Antonio A. Sandoval S.</b>
<b>Examinador:</b>	<b>Ing. Agr. Víctor Aragón</b>
<b>Examinador:</b>	<b>Ing. Agr. Alberto Castañeda</b>
<b>Examinador:</b>	<b>Ing. Agr. Rubén Estrada A.</b>
<b>Secretario:</b>	<b>Ing. Agr. Carlos Fernández P.</b>

Guatemala, 15 de noviembre de 1982

Señor Decano de la  
Facultad de Agronomía  
Dr. Antonio A. Sandoval S.  
Universidad de San Carlos De  
Guatemala  
Presente

Señor Decano:

Atentamente de dirijo a usted para informarle que de acuerdo a la designación emanada de ese decanato, he colaborado, asesorado y revisado el trabajo de tesis titulado "EVALUACION, MAPEO Y CUANTIFICACION DEL PROBLEMA ERCCIVO DE LOS SUELOS DEL PARCELAMIENTO PALO VERDE, BARCINA VILLA NUEVA" y que fuera elaborada por el estudiante ERECTOF GUILLERMO ARRIAGA PORTILLO, previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Sobre el particular, me permito indicarle que encuentro el trabajo enteramente satisfactorio y que llena los requisitos académicos para ser aprobado como Tesis de Grado.

Sin otro particular, me suscribo de usted atentamente,



Ing. Agr. Alan K. González Figueroa  
Asesor

Guatemala 15 de noviembre de 1982

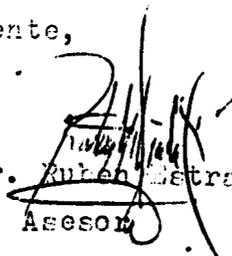
Doctor  
Antonio A. Sandoval S.  
Decano de la Facultad  
de Agronomía  
Ciudad Universitaria  
Presente.

Señor Decano:

De acuerdo al nombramiento hecho por esa Decanatura, me permito informar a usted que he asesorado y revisado el trabajo de tesis titulado: "EVALUACION, MAPEO Y CUANTIFICACION DEL PROBLEMA EROSIVO DE LOS SUELOS DEL PARCELAMIENTO PALO VERDE, BARCELONA VILLA NUEVA" efectuado por el estudiante HECTOR GUILLERMO ARRIAGA PARTI LLO, previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de licenciado en ciencias Agrícolas.

Sobre el particular, me permito indicarle que encuentro el trabajo enteramente satisfactorio y que llena los requisitos académicos para ser aprobado como tesis de grado.

Atentamente,

  
Ing. Agr. Rubén Estrada Angel  
Asesor

Guatemala, 15 de noviembre de 1982

Honorable Junta Directiva

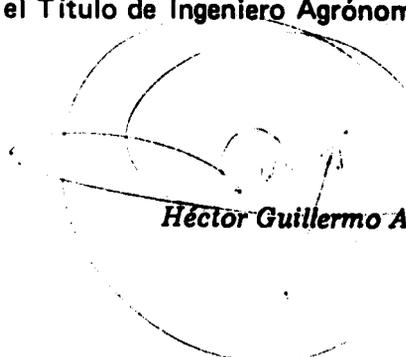
Honorable Tribunal Examinador

De conformidad a las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

**"EVALUACION, MAPEO Y CUANTIFICACION DEL PROBLEMA EROSIVO DE  
LOS SUELOS DEL PARCELAMIENTO PALO VERDE, BARCENA, VILLA  
NUEVA"**

Presentándolo como requisito previo a optar el Título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,



*Héctor Guillermo Arriaga Portillo*

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central  
Sección de Tesis

## ACTO QUE DEDICO

- A DIOS
- A mis padres: **Guillermo Arriaga Régil  
Blanca Portillo de Arriaga**
- A mi esposa: **Ma. del Rosario de L. de Arriaga**
- A mi hija: **Gabriela Lucía**
- A mis hermanos: **Francisco González y  
Blanca Arriaga de González  
Dolores Maribell  
Oscar Alfredo  
Lilian Maritza  
Jorge Enrique**
- A la memoria de mis abuelitos
- A mi sobrino **Guillermo Francisco**
- A mis tíos y primos
- A mi suegra **Graciela De León Arango**
- A mis compañeros **Sergio A. Flores Turcios  
Carlos Morán Portillo  
Prudencio Rodríguez M.**
- A mis amigos en general

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero patentizar mi agradecimiento a las siguientes personas que en una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.

A mis asesores

Ing. Agr. Alan R. González Figueroa  
Ing. Agr. Rubén Estrada Angel

A los técnicos de la División de Geografía Física del Instituto  
Geográfico Nacional

José Manuel Sánchez, y  
Edgar Lam

Al personal del laboratorio de suelos de DIRENARE

Al amigo Ariel Godínez, por su colaboración en la elaboración de los mapas del presente trabajo.

A mi hermana Lilian Maritza, por el trabajo mecanográfico.

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
1. INTRODUCCION	4
2. JUSTIFICACIONES	5
3. OBJETIVOS	6
3.1 Objetivo General	6
3.2 Objetivos Específicos	6
4. REVISION BIBLIOGRAFICA	7
4.1 Conceptos de erosión	7
4.2 Factores que intervienen en la erosión	7
4.2.1 Clima	7
4.2.2 Relieve	9
4.2.3 Vegetación	10
4.2.4 Suelo	10
4.3 Erosión permisible	12
4.4 Clases de erosión causada por el agua	13
4.4.1 Erosión laminar	13
4.4.2 Erosión en surcos	13
4.4.3 Erosión en cárcavas	14
4.5 Formas del movimiento del suelo por la erosión eólica	14
4.6 Clasificación de la erosión	15
4.7 Elementos de un levantamiento moderno de suelos	15
4.7.1 Pasos preparatorios	16
4.7.2 Fotointerpretación preliminar	16
4.7.3 Trabajo de campo	16
4.7.4 Fotointerpretación	16
4.7.5 Verificación final y muestreo	17
4.7.6 Análisis de laboratorio	17
4.7.7 Compilación de mapas y preparación del informe	17
4.8 Rasgos utilizados en fotointerpretación para estudios de erosión	17
5. DESCRIPCION DEL AREA	19
5.1 Localización	19
5.2 Climatología	19
5.3 Recursos humanos	19
5.4 Condiciones socioeconómicas y agrarias	20

**CONTENIDO**  
(ii)

	<b>Página</b>
5.5 Ecología	21
5.6 Fisiografía	21
5.7 Geología	21
5.8 Hipsometría	21
5.9 Susceptibilidad a la erosión	21
5.10 Hidrología	21
5.11 Génesis del suelo	21
5.12 Suelos	22
<b>6. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>23</b>
6.1 Materiales	23
6.1.1 Materiales de gabinete	
6.1.2 Materiales de campo	23
6.2 Métodos	23
6.2.1 Métodos de gabinete. Fase preliminar	23
6.2.2 Método de campo	24
6.2.3 Método de laboratorio	24
6.2.4 Método de gabinete, fase final	24
<b>7. DESCRIPCION Y DISCUSION DE LAS UNIDADES DE MAPEO</b>	<b>27</b>
7.1 Asociación Lucía (A 111)	27
7.2 Asociación Mercedes (A 112)	30
7.3 Consociación Rosario (A 12)	33
7.4 Consociación María (A 13)	36
7.5 Consociación Gabriela (A 211)	39
7.6 Consociación Maribell (A 212)	42
7.7 Consociación Blanca (A 22)	46
7.8 Asociación Ninette (A 231)	49
7.9 Asociación Maritza (A 232)	50
<b>8. CUANTIFICACION DE LA EROSION</b>	<b>56</b>
<b>9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>58</b>
9.1 Conclusiones	58
9.2 Recomendaciones	59
<b>10. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>61</b>

**CONTENIDO**  
(iii)

	<b>Página</b>
<b>APENDICE</b>	<b>62</b>
Mapa de localización en la República	<b>63</b>
Mapa de localización del parcelamiento	<b>64</b>
Mapa de localización de muestreos	<b>65</b>
Mapa de pendientes	<b>66</b>
Mapa de unidades de mapeo	<b>67</b>
Mapa de erosión	<b>68</b>
Mapa de clasificación agrológica	<b>69</b>

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el parcelamiento Palo Verde, Bárcena, Villa Nueva, del departamento de Guatemala, que cuenta con un área de 146 Has. Siendo los objetivos del estudio evaluar y cuantificar la erosión, elaborar un mapa con su correspondiente clasificación de erosión, así como también la elaboración de mapas de pendientes, clasificación agrológica y el de unidades de mapeo; a fin de delimitar áreas que de acuerdo a su grado erosivo, se obtenga una información real para realizar prácticas de manejo y conservación de suelos eficiente.

El estudio se realizó en distintas fases, como la preliminar, que consistió en la consulta bibliográfica específica, adecuada para dicho estudio, utilización de mapas y fotografía aérea del área estudiada, localización del área en los mapas topográficos y en la fotografía aérea, delimitación del parcelamiento y determinación de las unidades de mapeo.

Fase de campo; se determinaron en una forma definitiva las unidades de mapeo, en estas unidades se procedió a hacer calicatas y a la toma de muestras de los diferentes horizontes para el análisis físico-químico.

Con base en estos análisis se procedió a efectuar la clasificación taxonómica y agrológica de cada unidad de mapeo, seguidamente se le asignó un nombre y un símbolo a cada unidad de mapeo de acuerdo a su posición fisiográfica.

Evaluación de la erosión: se utilizaron fotografías aéreas ampliadas de toda el área de estudio a una escala de 1:8,000 del cual se procedió a efectuar la fotointerpretación, tomando en cuenta grado y tipo de erosión, por medio de los patrones o tonos que se observaron, complementándose con observaciones directamente en el campo a cada unidad de mapeo.

Las unidades de mapeo ya identificadas son las siguientes:

Unidad de mapeo	Símbolo	Evaluación de la erosión
Lucía	A 111	Surcos y cárcavas, severa a muy severa
Mercedes	A 112	Laminar, moderada a severa
Rosario	A 12	Laminar, severa a muy severa

María	A 13	Laminar, moderada a severa
Gabriela	A 211	Laminar, moderada
Maribell	A 212	Laminar, moderada a severa
Blanca	A 22	Laminar, moderada a severa
Ninette	A 231	Laminar, moderada a severa
Maritza	A 232	Laminar, ligera a moderada

Cada unidad de mapeo fue descrita en cuanto a la superficie que ocupa, su posición físiográfica, altura promedio, textura, pendiente, pH, CTI, porcentaje de saturación de bases.

Posteriormente, se describió el perfil representativo de cada unidad, horizonte por horizonte; en cuanto a profundidad, textura, estructura, consistencia, color, pH y contenido de materia orgánica; y se hizo una discusión para cada unidad.

Cuantificación por el método de clavos y rondanas: se determinó la cantidad de suelo erosionado instalando dos lotes de registro, en unidades de mapeo que presentaron una pendiente promedio, de 8-16%.

El cálculo se determinó de la forma siguiente:

Lámina de suelo erosionado = LSE

LSE x Area = Volumen del suelo erosionado

Vol. del suelo erosionado x Densidad aparente de ese suelo = peso en Ton/Ha/año.

En el parcelamiento Palo Verde se cuantificó una pérdida de suelo de 61.59 Ton/Ha/año, con una precipitación de 961 mm, bajo condiciones de suelo desnudo.

Finalmente, se llegó a las conclusiones y recomendaciones en cuanto a las diferentes prácticas a realizar en el parcelamiento, a fin de evitar que los suelos se sigan perdiendo. Entre las cuales se encuentran:

- Que todos los cultivos se efectúen en surcos a nivel.
- Hacer acequias.
- Hacer terrazas.
- Reforestación.
- Protección de cárcavas y zanjones.

- Incorporación de abonos verdes.
- Poner en marcha programas de fertilización que estén de acuerdo a las necesidades de los cultivos establecidos.
- Que no se siga parcelando las áreas actualmente forestadas.

## 1. INTRODUCCION

La explosión demográfica en Guatemala en su ritmo acelerado de crecimiento, plantea un grave problema y un reto a los profesionales del Agro en lo que se refiere a aumentar la producción agrícola, para contar con suficientes recursos para alimentar a la población.

Estamos conscientes que perdemos constantemente los recursos naturales, especialmente el bosque, el suelo y el agua, en definitiva por falta de un uso racional y un manejo adecuado de los mismos.

Nuestros agricultores pierden año con año grandes cantidades de suelo por efectos de la EROSION, aunado a esta pérdida se suma la poca retención de agua en el suelo, creando un desequilibrio en la relación suelo-agua-planta.

La tala inmoderada de nuestros bosques repercute grandemente en ese fenómeno, así como en el secamiento de los manantiales, creando un cambio en el sistema ecológico.

Es necesario conocer hasta qué grado se ha perdido el suelo y en qué forma, para determinar las diferentes técnicas a realizar para evitar la pérdida de este recurso.

El presente estudio se realizó en el parcelamiento Palo Verde, Bárcena, Villa Nueva, el cual se encuentra explotado intensivamente por arrendatarios y propietarios con cultivos de subsistencia como el maíz y cultivos económicos como tomate, cebolla y otros.

El tamaño de las propiedades oscilan entre 3.0 y 6.0 Has. Los rendimientos por unidad de área son bajos, debido al mal uso y manejo del suelo, que ha provocado la erosión acelerada, con la consecuente degradación del mismo.

El área total del presente estudio es de 146 Has.

## 2. JUSTIFICACIONES

- A la fecha no se ha efectuado ninguna clase de estudio concerniente a suelos en el parcelamiento Palo Verde, contándose únicamente con la clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala, de Simmons, Tárano y Pinto.
- El presente estudio determinará los diferentes tipos y grados de erosión en el parcelamiento, delineando métodos propicios para un mejor manejo y aprovechamiento del suelo y la conservación del mismo, contribuyendo al desarrollo social y económico de la población de dicha área.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo General

- Hacer un estudio de la erosión de los suelos del parcelamiento Palo Verde a fin de delimitar áreas, que de acuerdo a su grado erosivo, se obtenga una información real para realizar prácticas agrícolas eficientes.

#### 3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la erosión y elaborar un mapa con su correspondiente clasificación.
- Cuantificar la erosión del área de estudio.
- Efectuar una clasificación agrológica de los suelos del Parcelamiento Palo Verde.
- Elaborar un mapa de las unidades de mapeo, de la pendiente y de la clasificación agrológica de los suelos del parcelamiento.

#### 4. REVISION BIBLIOGRAFICA

##### 4.1 Conceptos de erosión

La erosión se define como el proceso de desprendimiento y arrastre acelerado de las partículas del suelo causado por el agua y el viento.

Intervienen, por lo tanto, en el fenómeno un objeto pasivo, que es el suelo, colocado en determinadas condiciones de pendiente, dos agentes activos, el agua y viento, y un intermediario, la vegetación que regula, sus relaciones. (9)

Ellison (1947) definió la erosión como el proceso de separación y transporte de los materiales del suelo por los agentes de la erosión: el agua y el viento, el proceso consta de dos etapas consecutivas:

- a) Las partículas del suelo se desprenden de la masa del suelo, quedando en condiciones de ser transportadas.
- b) Los materiales desprendidos de la masa del suelo son transportados por la acción de los agentes de la erosión. (1)

Erosión es el desprendimiento, transporte y deposición del material del suelo. Puede ocurrir por el agua, el viento, el hielo y gravedad. Se debe distinguir entre erosión geológica o natural, que actúa sin intervención del hombre y participa en la formación de los suelos y erosión acelerada o antrópica que se presenta cuando el hombre interviene provocando desequilibrio por el mal uso del suelo. (10)

##### 4.2 Factores que intervienen en la erosión

En el estudio de la erosión hay que distinguir entre los rasgos de la erosión que pueden ser visibles en las fotografías (cárcavas, surcos, reptación, remoción en masa, etc.) y los factores que inciden en la misma. (10)

###### 4.2.1 Clima

Para estudios de erosión, el clima debe caracterizarse con mucho detalle. Los principales parámetros que se utilizan son:

- Lluvias
- Temperatura
- Vientos

- Lluvias:

La lluvia es quizás, el parámetro más importante del clima que tiene una relación directa con la erosión, ya que ella es la responsable de las mayores pérdidas del suelo. (10)

Dentro de la lluvia debemos considerar, además de la cantidad total, la intensidad y la distribución en el año. (10)

Cantidad de lluvia: En regiones donde las lluvias son escasas (menores 500mm) generalmente se presenta poca erosión hídrica, ya que el agua no es suficiente para causar escorrentía, aunque el suelo presente poca cobertura vegetal.

En regiones donde las lluvias son abundantes con promedio mayor 1000mm hay suficiente cobertura y tampoco hay muchos problemas de erosión. Las áreas más críticas se presentan en regiones semiáridas de 500-1000mm, ya que en estas condiciones hay agua suficiente para producir escorrentía, pero no para producir una cobertura vegetal adecuada que proteja el suelo. (10)

Distribución de las lluvias: No solamente la cantidad de lluvia es importante tener en cuenta, sino también su distribución durante el año. Esta distribución afecta no solamente la cobertura sino el tipo de cobertura. (10)

Intensidad: Otro parámetro de la precipitación que tiene importancia en la erosión es la intensidad de la lluvia. La intensidad se puede definir como la cantidad de agua medida en mm por minuto. Además de la intensidad hay que tomar muy en cuenta la duración. (10)

- Temperatura:

La temperatura tiene gran incidencia en la erosión del suelo, ya que a mayor temperatura la intensidad de las lluvias es mayor. Esto se explica porque al aumentar la temperatura aumenta el % de vapor de agua por metro cúbico de aire. En regiones tropicales y subtropicales se presenta mayor erosión que en regiones templadas. (10)

- Vientos:

Causante de la erosión eólica, es un fenómeno que ocurre generalmente en regiones planas y de poca lluvia, en donde la vegetación natural crece escasamente y ofrece una reducida protección al suelo y en donde, además soplan brisas o vientos de velocidad considerable. (9)

4.2.2 Relieve

La erosión por el agua no es problema en las áreas planas, sólo cuando se aumenta la pendiente comienzan a presentarse problemas. Al aumentar el grado de pendiente aumenta la velocidad del agua de escorrentía y la capacidad de arrastre. (10)

- Longitud de la pendiente: A mayor pendiente la cantidad de agua que fluye será mayor y la velocidad también será mayor y por ende, su poder erosivo será mayor.

- Forma de la pendiente: Las pendientes pueden ser cóncavas o convexas, generalmente la erosión laminar es más severa en las pendientes convexas que en las cóncavas. Kohnke da las siguientes razones:

1. El suelo en las pendientes convexas se seca más rápido y contiene menos humus que en pendientes cóncavas, lo que hace los agregados menos estables.
2. El agua generalmente fluye de las pendientes convexas a las cóncavas, remueve el humus y la arcilla de las partes altas a las bajas. Por lo tanto, estos se hacen más pobres y menos estables.
3. En las pendientes convexas la pendiente aumenta hacia la parte baja de las colinas. Como consecuencia, aumenta la velocidad de la escorrentía a medida que desciende la pendiente, pudiendo arrastrar más y más suelo.

En la pendiente cóncava la situación es inversa y el suelo se sedimenta a medida que disminuye la velocidad de escorrentía. Obviamente el agua tiende a concentrarse en pendientes cóncavas y la escorrentía misma puede actuar tanto como agente de desprendimiento, como de agente de transporte formando cárcavas. (10)

- Variación de la pendiente: Las pendientes raras veces son uniformes desde la ci-

ma hasta el valle. Donde esta variación es pronunciada y donde se alternan pendientes empinadas y suaves, puede tener un considerable efecto en la escorrentía y en la erosión. Tales diferencias en pendiente conlleva cambios en las características de los suelos. Las áreas cóncavas más planas tienen la tendencia a disminuir la escorrentía y a sedimentar el suelo. (10)

#### 4.2.3 Vegetación:

La cubierta vegetal es la mejor defensa natural de un terreno contra la erosión. Toda planta, desde la más minúscula hierba hasta el árbol más corpulento, defiende el suelo de la acción perjudicial de las lluvias, en forma y proporción diferentes; a ello se debe la fertilidad de las tierras vírgenes que el hombre aprovecha en la producción de cosechas útiles para él. (9)

##### - Efecto de la vegetación

- a) Dispersión directa, intercepción por el follaje y evaporación de gotas de agua de lluvia, que en esa forma no llegan al terreno.
- b) Transpiración, a través de los tejidos, de grandes cantidades de humedad que pasan de estratos profundos al aire.
- c) Protección directa contra el impacto de las gotas de lluvia.
- d) Efecto sujetador del sistema radicular sobre las partículas del suelo.
- e) Penetración de las raíces a través del perfil, las cuales al morir y descomponerse dejan numerosas cavidades tubulares que aumentan la infiltración y mejoran la aireación del suelo.
- f) Mejoramiento de la estructura del suelo y consiguiente aumento de la infiltración, debido al suministro de materia orgánica. (9)

#### 4.2.4 Suelo:

Otro parámetro en el estudio de la erosión, es el suelo en sí. Estudiar sus características y su mayor o menor erodabilidad.

Podemos definir erodabilidad como la vulnerabilidad o la susceptibilidad de un suelo a la erosión.

La susceptibilidad está directamente relacionada con las características del suelo, tanto físicas como químicas. Entre las características físicas debemos mencionar la textura, la estructura y la porosidad.

Entre las características químicas tenemos tipo de arcilla, fertilidad, tipo de cationes, contenido de materia orgánica. (10)

- Textura: La textura de un suelo se refiere al tamaño relativo de las partículas del suelo, indicadora de la finura o aspereza del suelo, se determina por el porcentaje de los diferentes tamaños de arena, limo y arcilla. (6)

La textura tiene una influencia en el movimiento del agua del suelo, la circulación del aire y la velocidad de transformaciones químicas, que son de amplia importancia para la vida vegetal. (6)

Clasificación de las partículas del suelo según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1).

<u>Fracción del suelo</u>	<u>Diámetro en mm</u>
Arena muy gruesa	2.00 - 1.00
Arena gruesa	1.00 - 0.50
Arena mediana	0.50 - 0.25
Arena fina	0.25 - 0.10
Arena muy fina	0.10 - 0.05
Limos	0.05 - 0.002
Arcilla	menor de 0.002

- Estructura: La estructura del suelo se puede definir como la disposición de las partículas de los constituyentes, tomando en cuenta que estas partículas pueden ser simples o primarias y secundarias o agregados. (6)

La importancia de la estructura es considerable:

- Influye en la aireación del suelo.
- En la resistencia a la penetración de raíces.
- Juega un papel importante en la resistencia a la erosión.
- Interviene en el lavado de los suelos.

- En su permeabilidad.
- Importante en la mecanización del suelo. (6)
- Propiedades químicas: Entre las propiedades y características químicas que influyen en la erodabilidad de los suelos, se pueden citar las siguientes:
  - Fertilidad: Esta cualidad tiene un efecto indirecto en la incidencia de la erosión. A mayor fertilidad mayor desarrollo vegetal y una mejor cobertura y protección del suelo.
  - Contenido de materia orgánica: Tiene influencia en la fertilidad y sobre todo en la mayor porosidad del suelo, como también en la mayor estabilidad estructural.
  - Tipo de cationes: Cationes como el Ca, H tienen una acción floclulante y le confiere al suelo mayor resistencia a la erosión. En cambio, cuando predominan cationes como Na y Mg que tienen una acción dispersante, los suelos se erosionan más rápidamente. (10)

#### 4.3 Erosión Permisible

Como es prácticamente imposible cultivar sin producir alguna pérdida de suelo por erosión, es necesario establecer límites de erosión permisible para los varios suelos y climas. Estos límites se deben de seleccionar de tal manera que una productividad alta se pueda mantener por largos períodos y que no produzcan daños en las áreas vecinas, para llegar a este límite muchos parámetros se han tenido en cuenta. (10)

El suelo es continuamente formado por la naturaleza. La erosión no debe exceder la velocidad de la formación del suelo. Una adecuada profundidad del suelo se debe mantener de tal manera que las plantas puedan encontrar suficiente suministro, tanto de agua como de nutrientes. Esto significa que suelos con un material subyacente que rápidamente se transforma en suelo, pueden soportar una mayor erosión que suelo con roca resistente en el subsuelo. Los nutrientes y la materia orgánica no pueden ser removidos a una velocidad mayor a la que son suministrados. (10)

Se han establecido límites de tolerancia sobre la pérdida del suelo que permitan mantener su nivel de productividad por un período considerable.

Para esto es necesario considerar que la velocidad en pérdida de suelo no debe ser mayor que la formación del mismo. Experimentalmente se han encontrado que en condiciones alteradas por efecto de las prácticas de labranza, se pueden formar aproximadamente 0.8 a 1.8 toneladas de suelo/Ha/año, por lo tanto, se pueden permitir pérdidas hasta de 1.8 ton/Ha/año en suelos profundos, bien drenados y permeables y de 0.4 ton/Ha/año en suelos poco profundos y de permeabilidad reducida. (5)

Balance entre el proceso de formación del suelo y la erosión en terrenos dedicados a varios usos:

Uso del suelo	Pérdida por erosión Ton/Ha/año	Pérdidas permisibles Ton/Ha/año	Suelos erosionados Ton/Ha/año	Formación de suelo Ton/Ha/año
Agrícola	2.4	0.8	1.6	-
Pastizales	0.6	1.0	-	0.4
Forestal	0.01	1.8	-	1.79
Areas sin vegetación	16.0	0.4	15.6	-

4.4 Clases de erosión causadas por el agua

La erosión causada por el agua se acostumbra a dividir en tres tipos: Laminar, en surcos y en zanjones o cárcavas. (9)

4.4.1 Erosión laminar

Consiste en la remoción de capas delgadas más o menos uniformes de suelo sobre toda una área. Es la forma menos notable y por lo mismo la más peligrosa. A través de su acción comienza a tornarse de color más claro el suelo superficial por efecto de la remoción de humus, y a reducirse la productividad de los terrenos en forma progresiva. (9)

4.4.2 Erosión en surcos

Ocurre cuando, por pequeñas irregularidades en la pendiente del terreno, la escorrentía se concentra en algunos sitios hasta adquirir volumen y velocidad suficiente para hacer cortes y formar canchales que se destacan en el terreno. En este tipo de erosión se forman zanjillas de pequeño tamaño en lo largo de la pendiente,

las cuales van indicando las zonas de concentración de la escorrentía, ocurren especialmente durante aguaceros de gran intensidad y en terrenos con pendientes pronunciadas. (9)

#### 4.4.3 Erosión en cárcavas

Se presenta generalmente cuando hay una gran concentración de escorrentía en determinadas zonas del terreno y se permite que año con año vayan ampliándose los surcos formados por la acción de esas corrientes de gran volumen y velocidad. (9)

#### 4.5 Formas del movimiento del suelo por la erosión eólica

- Saltación: Cuando un viento fuerte barre la superficie desprotegida, parte del suelo es tomada y acarreada. El movimiento del suelo comienza por partículas del tamaño de la arena que vuelan por la superficie, la velocidad del viento en la superficie del suelo es prácticamente cero aunque a una fracción de milímetro, por encima del piso, es considerable.

Esto da a las partículas del suelo un mayor impacto en la parte superior que en la inferior. Como resultado, la partícula comienza a girar a gran velocidad. Como el aire en la superficie gira con el grano, un vacío parcial se crea encima de la partícula y el aire se comprime en la base, estas dos presiones tienden a levantar la partícula dando saltos.

La mayoría de las partículas que se mueven por saltación tienen un diámetro entre 0.1 a 0.5 mm. Este es el rango de la arena fina. (10)

- Movimiento en suspensión: Cuando las partículas que se mueven por saltación caen, levantan el suelo del sitio donde golpean. Las partículas más pequeñas son lanzadas al aire y por la superficie relativamente grande comparada con su peso, permanecen en suspensión y son llevadas a grandes distancias. Este polvo a veces viaja a varios miles de kilómetros antes de sedimentarse en la tierra o en el mar. Está compuesto por partículas de menos de 0.1 mm de diámetro. Es un fenómeno interesante que una capa de tal polvo no es levantada directamente por el aire. Las partículas son tan pequeñas que no sobresalen del suelo lo suficiente para que el viento las mueva. Toma el impacto de las partículas que descienden por saltación para lanzar al aire el polvo y así ponerlo en movimiento. (10)

- Rodamiento: Las partículas de diámetro que fluctúa entre 0.5 y 1 mm, demasiado pesadas para ser arrastradas por saltación o suspensión, se desplazan por rodamiento sobre la superficie del suelo. (10)

#### 4.6 Clasificación de la erosión (soil survey Manual)

Clase 1: El suelo tiene pocos surcos o manchas con el horizonte A disminuido. Puede haber sido removido hasta el 24% del horizonte A.

Clase 2: Se pueden encontrar en esta clase, cárcavas poco profundas. Del 25% al 75% del horizonte A original o del suelo superficial puede haber sido removido en la mayor parte del área.

Clase 3: El suelo ha sido erosionado hasta un punto en que todo o prácticamente todo el horizonte A o el suelo superficial ha sido removido. En algunos tipos de suelos son comunes algunas cárcavas superficiales y aún algunas poco profundas.

Clase 4: El suelo ha sido erosionado hasta el punto en que se presenta una combinación intrincada de cárcavas profundas o de moderada profundidad. Los perfiles del suelo han sido destruidos casi totalmente, excepto en pequeñas zonas entre cárcavas. (10)

Para la mayoría de los suelos en donde es significativa la erosión hídrica acelerada y en donde es necesario distinguir las cuatro clases, los nombres de las fases erosionadas de las tres primeras clases son las siguientes:

Clase 1: Fase ligeramente erosionada.

Clase 2: Fase moderadamente erosionada.

Clase 3: Fase severamente erosionada. (10)

#### 4.7 Elementos de un levantamiento moderno de suelos

En un levantamiento moderno de suelos existe una secuencia de actividades que sin considerar el nivel de intensidad, deberán efectuarse antes de que pueda producirse el mapa final con su correspondiente informe. (7)

#### 4.7.1 Pasos preparatorios

Se debe reunir y analizar toda información sobre suelos y materias relacionadas existentes antes de dar comienzo a los trabajos de campo. (7)

#### 4.7.2 Fotointerpretación preliminar

La fotointerpretación preliminar de las fotografías aéreas permite adquirir entre otras cosas una idea de las relaciones entre las áreas individuales y el área total del levantamiento.

De este modo se podrá observar las características del suelo y de la topografía en una perspectiva más precisa y dedica a ellas la atención y tiempo que requieren. (7)

#### 4.7.3 Trabajo de campo

Teniendo ya delineaciones de suelos fácilmente reconocibles en el mapa base, sea este la misma fotografía aérea, un mosaico fotográfico o un mapa planimétrico o topográfico, es conveniente hacer un viaje por el área de estudio para verificar las principales líneas trazadas por la fotointerpretación. (7)

#### 4.7.4 Fotointerpretación

En lo que concierne a la fotointerpretación, debemos saber que esta es una técnica que bien usada, nos puede facilitar enormemente el trabajo de levantamiento de suelos. (7)

Por medio de la fotointerpretación, podemos identificar plenamente las formas del relieve. Podemos ver o inferir con alto grado de acierto, los materiales parentales formadores del suelo, y finalmente para los edafólogos-fotointérpretes bien entrenados, es posible sacar muchas conclusiones sobre el clima y tiempo de formación, por lo tanto, si encontramos áreas donde las formas del relieve son similares, producidas por factores formadores homogéneos, podremos predecir con alto grado de probabilidad, que en esas áreas los perfiles de los suelos serán similares y hacer una unidad de mapeo de esa área, aunque no podemos describir o especificar exactamente en qué características serán iguales o diferentes a las otras áreas. Para esto es imprescindible el trabajo de campo. (7)

#### 4.7.5 Verificación final y muestreo

Después de la fotointerpretación, se reanuda el trabajo de campo para verificar los límites de suelos y determinar los perfiles modales de cada unidad para su muestreo y descripción. (7)

#### 4.7.6 Análisis de laboratorio

Las muestras de suelos recolectadas deben ser analizadas lo más pronto posible ya que un almacenamiento prolongado puede alterar significativamente sus propiedades físicas y químicas. (7)

#### 4.7.7 Compilación de mapas y preparación del informe

La última fase del levantamiento de suelos incluye la presentación de resultados del estudio por medio de mapas e informes. (7)

#### 4.8 Rasgos utilizados en Fotointerpretación para estudios de erosión

Muchos rasgos erosionables tienen un tamaño, patrón o tono que se puede observar en las fotografías aéreas, algunos rasgos como las cárcavas se ven directamente, en cambio otros como la erosión laminar se debe inferir.

La erosión laminar es difícil de detectar sobre todo cuando no ha alcanzado un grado severo. Esta dificultad existe aún en el campo, donde muchas veces es necesario comparar perfiles en diferentes estados de utilización para conocer cuánto suelo se ha perdido. (10)

En las fotografías aéreas la erosión laminar se observa claramente sólo cuando ha producido cambios de color en la superficie del suelo o un apreciable cambio en la vegetación. El subsuelo o substrato, teniendo colores diferentes a los del suelo superficial, aparecen de colores más claros en las fotografías aéreas cuando la erosión remueve el horizonte A.

Materiales gruesos acumulados en la superficie por haberse erosionado las partículas más finas, refleja más la luz y aparecen de colores más claros.

Cuando parte de los horizontes superiores se han erosionado con el deterioro apreciable de la fertilidad, de la capacidad de retención de humedad y la profundi-

dad efectiva, las plantas crecerán con menor vigor y esa diferencia se puede observar en las fotografías aéreas por cambios en los tonos y textura. (9)

La importancia de los tonos en la interpretación de erosión es grande, pero los tonos también están relacionados con otros factores. Tonos claros en la fotografía pueden estar relacionados con:

- Ausencia de vegetación.
- Subsuelo o sustrato.
- Drenaje excesivo.
- Material calcáreo.
- Presencia de sales.
- Nieve, etc.

Un tono oscuro puede deberse a varios factores como:

- Exceso de humedad.
- Campos recién arados.
- Vegetación densa.
- Suelos muy oscuros, ricos en humus.

Colores claros en la F.A., pueden indicar erosión laminar moderada o severa, debido a efectos secundarios como: resecaimiento, presencia de material grueso y poco desarrollado de la vegetación. (10)

En algunos casos, suelos muy profundos pueden haber sufrido una erosión laminar sin mostrar rasgos ni cambios de tono en las F.A.

En otros casos un suelo muy superficial puede mostrar tonos claros y no haber sufrido erosión acelerada, más bien una erosión natural o geológica debido a una pendiente fuerte o condiciones desfavorables. En estos casos es muy difícil poder diferenciar qué tipo de erosión se está presentando. Se necesita comprobación de campo, aunque no es concluyente porque se pueden estar presentando ambos tipos de erosión. (10)

## 5. DESCRIPCION DEL AREA

### 5.1 Localización

Parcelamiento Palo Verde, ubicado en la aldea Bárcena, municipio de Villa Nueva, Departamento de Guatemala, con un área de 146 Has.

#### Ubicación geográfica

Ubicado en las coordenadas 14° 30' de latitud norte  
90° 37' de longitud oeste

#### Colindancias

Norte: Parcelamiento Las Nubes  
Sur: Parcelamiento Zacarías  
Este: Parcelamiento Las Nubes y Plan Grande  
Oeste: Montaña Carmona

#### Vías de comunicación

Carretera asfaltada hacia el Pacífico, aproximadamente a la altura del kilómetro 23, luego carretera secundaria de terracería, transitable todo el año.

### 5.2 Climatología

Altitud: Promedio de 1,276 metros sobre el nivel del mar (3)

Precipitación: 876 mm anuales, distribuidos en 114 días (3)

Temperatura: - máxima 27.4° C  
- media 20.8° C  
- mínima 11.8° C (3)

Humedad relativa: 76-90% (3)

Velocidad media del viento: Vientos dominantes fuertes en los meses de noviembre a febrero, llegando a 24 kms/hora con dirección NNE dominante (3).

### 5.3 Recursos humanos

Las personas que laboran en los terrenos del área comprendida del parcelamieno

to Palo Verde, habitan en diferentes localidades, algunas lejanas del área como el municipio de Magdalena Milpas Altas (Sacatepéquez), Las Trojes, Amatitlán, San José Villa Nueva, Bárcena y Ramírez de Villa Nueva, y habitantes del municipio de Amatitlán.

#### 5.4 Condiciones socioeconómicas y agrarias

##### - Estructura agraria

El parcelamiento se encuentra explotado intensivamente por arrendatarios y propietarios con cultivos de subsistencia (maíz y frijol), y cultivos económicos (maíz, tomate, cebolla y otros). Las propiedades oscilan de 3.0-6.0 Has las cuales son dedicadas al cultivo de maíz, en su mayoría.

##### - Aspectos sociales

En este aspecto las condiciones actuales que se destacan son: La fuerza de trabajo es de baja calificación agrícola y la mayor parte de los propietarios de las tierras residen fuera del área, teniendo una gran parte de ellos arrendados sus terrenos a campesinos, con escasos recursos económicos.

El tipo de vivienda es rural, constituida por ranchos de paja sin las más elementales condiciones de salubridad e higiene.

La población es heterogénea y pertenece a los grupos indígena y no indígena.

##### - Producción agrícola

Los productos más importantes desde el punto de vista de uso de la tierra en esta área son: maíz, destinado para consumo familiar; cebolla, tomate, repollo, pepino, remolacha y otras legumbres, con los cuales abastece en el mercado de Amatitlán, Villa Nueva y la ciudad capital. Los rendimientos por unidad de área son bajos, principalmente en el maíz, que es el cultivo más común (10 quintales por Ha.), debido al mal uso y manejo del suelo que ha provocado la erosión acelerada, con la consecuente degradación del mismo.

### 5.5 Ecología

Bosque subtropical seco. (4)

### 5.6 Fisiografía

Area comprendida dentro de la provincia fisiográfica que corresponde a tierras altas volcánicas. La formación de esta región volcánica fue seguida por fallas causadas por tensión local, la cual quebró y movió el material de la superficie. Varias cuencas de esta región han sido parcialmente llenadas o cubiertas con pómez cuaternario. (2)

### 5.7 Geología

Suelos pertenecientes a rocas ígneas y metamórficas cuaternarias del tipo de rellenos y cubiertas gruesas de cenizas pómez de origen diverso, según el mapa geológico de Guatemala, a escala 1:250,000. (2)

### 5.8 Hipsometría

Esta área está comprendida en la cordillera central, que constituye una región que cubre un 7% del área de la república con pendientes onduladas y separadas de gradientes variables de promedio del 5% al 10% y elevaciones de 150-200 metros sobre el nivel del mar. (2)

### 5.9 Susceptibilidad a la erosión

Grande o alta, están consideradas las 2/3 partes de esta región. (2)

### 5.10 Hidrología

La precipitación pluvial es la única fuente de agua, que se concentra en los meses de abril a octubre, lográndose esta época para realizar los cultivos de estación.

### 5.11 Génesis del suelo

Suelos desarrollados sobre cenizas volcánicas a elevaciones medianas. Son suelos poco o muy poco profundos en los casos donde la erosión ha sido muy severa por cultivos de ladera. En ciertos lugares la ceniza volcánica está intemperizada a una profundidad de más de 3 metros.

La mayoría de estos suelos consisten en ceniza volcánica o escoria máfica típica, sin modificar y suelta. Ocupan pendientes inclinadas, siendo el ángulo de reposo de este material alrededor de 65% todas las áreas están cortadas por barrancos profundos de laderas muy inclinadas. (2)

### 5.12 Suelos

Según Simmons y colaboradores, los suelos del parcelamiento Palo Verde pertenecen a suelos de altiplanicie central de la serie Cauqué, los cuales son profundos, bien drenados, desarrollados en un clima húmedo seco sobre ceniza volcánica pomácea firme y gruesa. Ocupan relieves de ondulados a inclinados. El perfil del suelo Cauqué franco es de la siguiente manera:

- El suelo superficial, a una profundidad alrededor de 15 cms., es franco arcillo-arenoso, friable de color café muy oscuro, la estructura es granular fina y la reacción es mediana a ligeramente ácida, pH alrededor de 6.
- El suelo inmediato al superficial, a una profundidad cerca de 35 cms., es franco arcillo-arenoso, friable, café oscuro. La estructura es granular suave y la reacción es de mediana a ligeramente ácida, pH alrededor de 6.
- El subsuelo, a una profundidad cerca de 75 cms., es franco arcilloso firme, pero friable, de color café oscuro, la estructura es cúbica, poco desarrollada y la reacción es de mediana a ligeramente ácida, pH alrededor de 6.
- El suelo más profundo, a una profundidad de cerca de 110 cms., es franco arcilloso, duro, parcialmente descompuesto e incluye algunos fragmentos de pómez sin modificación.
- El substrato, es pómez gruesa, cementada de color casi blanco. En algunos lugares ésta se encuentra sin modificar y en otros está parcialmente descompuesta.

Las excavaciones, como los cortes de los caminos en este material, mantienen sus lados verticales por muchos años. En los cortes profundos, es visible una sucesión de erupciones volcánicas y períodos de formación de suelos y es común ver tres suelos fósiles o enterrados en un corte de menos de 10 metros de profundidad. En la mayoría de los lugares estas capas son concéntricas o paralelas con el terreno superficial actual, pero en otros es evidente que el relieve local fue alterado. (8)

## 6. MATERIALES Y METODOS

### 6.1 Materiales

#### 6.1.1 Materiales de gabinete

- Fotografía aérea
- Mapa cartográfico
- Estereoscopio de bolsillo y de espejos
- Lámpara de mesa
- Lápices de grasa
- Plantilla para cuantificar pendientes
- Plantilla para cuantificar áreas
- Proyector Karl -M5
- Escalímetro
- Escuadras
- Curvímetro
- Planímetro
- Acetatos

#### 6.1.2 Materiales de campo

- Pluviómetro
- Clavos y rondanas
- Cinta métrica
- Bolsas de plástico
- Brújulas
- Cajas de cartón para muestrear
- Pala, machete, piocha y azadón
- Libreta de campo

### 6.2 Métodos

#### 6.2.1 Métodos de gabinete. Fase preliminar

- Consulta de bibliografía específica adecuada para dicho estudio

- Utilización de mapas y fotografía aérea del área de estudio
- Localización del área a estudiar en mapas topográficos y fotografía aérea
- Delimitación del parcelamiento en el fotomosaico
- Elaboración del estereograma para observar el área cubierta por el estudio
- Determinación de unidades de mapeo

#### 6.2.2 Método de campo

- Reconocimiento general del área
- Determinación de unidades de mapeo
- Hechura de calicatas
- Sacar muestras de cada horizonte para un análisis físico-químico
- Evaluación de la erosión
- Cuantificación de la erosión por el método de clavos y rondanas

#### 6.2.3 Método de laboratorio: Los análisis físico-químicos se efectuaron en los laboratorios de DIRENARE y del ICTA, utilizando la metodología siguiente:

- a. Textura, por el método del hidrómetro de Bouyucus, clasificándola de acuerdo al sistema USDA.
- b. Densidad aparente por el método de la probeta.
- c. Determinación del pH, a través del potenciómetro.
- d. Materia orgánica, por el método de combustión húmeda de Walkly-Black modificado.
- e. Determinación de la capacidad total de intercambio (CTI) por el método de Peech, solución extractora de acetato de amonio 1.0 N, tamponizada a un Ph de 7.0
- f. Determinación de bases cambiables: Ca, Mg, Na y K por el método de absorción atómica.
- g. Los elementos disponibles fueron determinados por el método de absorción atómica (N, P, K, Ca, Mg).

#### 6.2.4 Método de gabinete. Fase final

- Ordenamiento datos de campo

- Ordenamiento datos de laboratorio
- Afinamiento de la fotointerpretación
- Definición del mapa con su correspondiente clasificación de erosión a nivel detallado
- Definición de las leyendas
- Cuantificación de la erosión
- Recomendar las prácticas adecuadas de conservación de suelos, a fin de evitar el problema erosivo.

LEYENDA FISIÓGRAFICA - EDAFOLOGICA

GRAN PAISAJE	PAISAJE	SUB-PAISAJES	UNIDAD DE MAPEO	SIMBOLO	CLASIFICACION TAXONOMICA	CLASIFICACION AGROLOGICA (USD)
Montaña Carmona	Pie de Monte A 1	Terrazas Recientes (1)	Asociación Lucía	A 111	Typic Ustipsaments	IV, II y VIII-VII
			Asociación Mercedes	A 112	Franco Arenoso	III y VII
		Terrazas Sub-recientes (2)	Consociación Rosario	A 12	Typic Ustorthents Franco Arenoso	IV y V
		Terrazas Antiguas (3)	Consociación María	A 13	Typic Haplumbrepts Franco Arcillo Arenoso	IV
	Terrazas A 2	Terrazas Recientes (1)	Consociación Gabriela	A 211	Typic Ustorthents Franco Arcillo Arenoso	III
			Consociación Maribell	A 212	Typic Ustipsamments Arena Franca	III
		Terrazas Sub-recientes (2)	Consociación Blanca	A 22	Typic Ustipsamments Franco Arenoso	III
		Terrazas Antiguas (3)	Asociación Ninette	A 231	Typic Haplumbrepts	III
			Asociación Maritza	A 232	Franco Arcillo Arenoso	III
	Zanjón Malena A 3	Deforestados (1)		A 31	Typic Ustorthents Franco Arenoso	VIII
		Forestados		A 32	Typic Ustorthents Franco Arcillo Arenoso	VIII

## 7. DESCRIPCION Y DISCUSION DE LAS UNIDADES DE MAPEO

### 7.1 Asociación Lucía (A 111)

Los suelos de esta unidad comprenden una superficie de 30.70 Has., lo que representa el 21.02% del área total estudiada, fisiográficamente se encuentra en la posición Pie de monte, terrazas recientes, tiene una altura promedio de 1,296 metros sobre el nivel del mar, con un clima templado, son suelos poco profundos, con textura franco arenosa.

Están ubicados sobre material geológico perteneciente a rocas ígneas y metamórficas cuaternarias, con pendientes mayores de 32%, reacción al pH ligeramente ácido, el porcentaje de saturación de bases es baja, y el CTI es adecuado, la erosión está representada en forma de surcos y cárcavas en grado severos a muy severos, el uso del suelo es para cultivos limpios, principalmente maíz, tomate y cebolla. Esta unidad está clasificada taxonómicamente de la forma siguiente:

Orden	Entisol
Sub orden	Psamments
Gran grupo	Ustipsamments
Sub grupo	Typic ustipsamments
Familia	Franco arenoso
Serie	Fuertemente erosionado

#### 7.1.1 Descripción del perfil representativo

0 - 15 cms. Ocrico (AP)	Textura franco arenoso, estructura granular, consistencia en seco suelta, en húmedo friable, color en seco de café a café oscuro (10 YR 4/3), en húmedo café muy oscuro (10 YR 2/2), pH 6.90, materia orgánica 4.95% límite difuso.
15 - 39 cms. Cámbico (B21)	Textura franco arenoso, estructura granular, consistencia en seco suelta, en húmedo friable, color en seco café a café muy oscuro (10 YR 4/3) en húmedo café muy oscuro (10 YR 2/2), pH 6.75 materia orgánica 3.68, límite claro.

+ 39 cms. Textura franco arenoso; estructura granular, consistencia en seco (B22) suelta, en húmedo friable, color en seco café amarillento (10 YR 5/4) en húmedo café muy oscuro (10 YR 2/2), pH 6.90, materia orgánica 1.99%.

### 7.1.2 Análisis físico-químico del perfil representativo

Características	Horizontes		
	0-15	15-39	+ 39
Profundidad (cms)	0-15	15-39	+ 39
Distribución de partículas			
Arcilla	13.93	15.65	13.85
Limo	25.81	26.09	22.34
Arena	60.26	58.26	63.31
pH	6.90	6.75	6.90
Materia orgánica	4.95	3.68	1.99
Cationes cambiables (meq/100g)			
Ca	11.31	10.93	9.21
Mg	4.64	3.32	3.95
Na	0.31	0.40	0.30
K	2.35	1.19	1.32
H	6.68	6.81	7.14
Capacidad total intercambio			
CTI (meq/100g)	25.29	22.65	21.92
Saturación total de bases (%)	73.59	69.93	67.43
Saturación de Ca (%)	15.26	15.62	13.63
Saturación de Mg (%)	6.26	4.74	5.84
Saturación de Na (%)	0.41	0.57	0.44
Saturación de K (%)	3.17	1.70	1.95

## Elementos asimilables

P. P. M.

N	2.95	3.14	3.98
P	2.25	2.25	2.25
K	253	310	310

Meq/100ml. suelo

Ca	7.23	6.60	6.30
Mg	2.55	1.77	2.75

7.1.3 Discusión

Los suelos de esta unidad se clasificaron dentro de la clase agrológica (US-DA) IV, V y VII - VIII. El tipo de erosión determinado en esta área es en surcos en grado muy severo y cárcavas en grado severo a muy severo. Esta asociación tiene pendientes hasta de 55%, los cultivos característicos son maíz, tomate y cebolla sin prácticas adecuadas de conservación de suelos, es un área de vocación forestal, pero debido a la gran deforestación, presenta los tipos y grados de erosión mencionados anteriormente.

Poseen una textura franco-arenosa en todo el perfil, el pH es ligeramente ácido, el CTI es adecuado, por lo tanto es un suelo químicamente activo, que está en capacidad de dar suficientes nutrientes, pero presenta el inconveniente de tener un porcentaje de saturación de bases bajo, que lo hace poco o medianamente fértil, con poca susceptibilidad a lixiviaciones por la escasez de bases.

El contenido de materia orgánica es medianamente adecuado en los primeros 15 cms., disminuyendo grandemente en los horizontes inferiores.

El nitrógeno se encuentra bajo, el fósforo se encuentra muy bajo en todo el perfil, el potasio se encuentra adecuado en todo el perfil, el calcio se encuentra en un nivel medio y el magnesio también en un nivel medio en los dos primeros horizontes y adecuado en el último horizonte.

La relación Ca/Mg es baja en todo el perfil.

## 7.2 Asociación Mercedes (A 112)

Los suelos de esta unidad comprenden una superficie de 2.63 Has lo que representa el 1.80% del área total estudiada, fisiográficamente se encuentra en la posición Pie de Monte, terrazas recientes. Tiene una altura promedio de 1,290 metros sobre el nivel del mar, con un clima templado, con suelos poco profundos, con textura franco arenoso.

Están ubicados sobre material geológico perteneciente a rocas ígneas y metamórficas cuaternarias, con pendientes de 8 - 16% hasta mayores de 32%, reacción al pH ligeramente ácido, el porcentaje de saturación de bases es bajo en los dos primeros horizontes y adecuado en el último y el CTI es medianamente bajo, la erosión está representada en forma laminar en grado moderado a severo, el uso del suelo es para cultivos limpios principalmente tomate y chile. Esta unidad está clasificada taxonómicamente de la forma siguiente:

Orden	Entisol
Sub orden	Psamments
Gran grupo	Ustipsamments
Sub grupo	Typic Ustipsamments
Familia	Franco arenoso
Serie	Severamente erosionado

### 7.2.1 Descripción del perfil representativo

0 - 20 cms.	Textura franco arenoso, tendiente a franco arcillo arenoso.
Ocrico AP	Estructura bloques medianamente débiles, consistencia friable, color en seco café (10 YR 5/3), en húmedo café muy oscuro (10 YR 2/2) pH 6.80, materia orgánica 2.20%, límite difuso.
20 - 40 cms.	Textura franco arenoso; estructura: bloques medianamente débiles, consistencia ligeramente adhesiva, color en seco café (10 YR 5/3) en húmedo café muy oscuro (10 YR 2/2), pH 6.60, materia orgánica 2.94%, límite claro.

+ 40 cms. Textura franco arcillo arenoso, estructura, bloques medianamente fuertes, consistencia en seco firme, en húmedo adhesiva y plástica, color en seco café amarillento (10 YR 5/6), en húmedo (7.5 YR 3/2), pH 6.55, materia orgánica 0.95%.

### 7.2.2 Análisis físico-químico del perfil representativo

Características	Horizontes		
	0 - 20	20-40	+ 40
Profundidad (cms)			
Distribución de partículas			
Arcilla	19.50	12.69	21.30
Limo	25.74	19.23	26.53
Arena	54.76	68.08	52.17
pH	6.80	6.60	6.55
Materia orgánica	2.20	2.94	0.95
Cationes cambiables (Meq/100 g)			
Ca	9.28	8.34	9.07
Mg	1.84	1.45	3.10
Na	0.26	0.21	0.45
K	1.10	0.108	1.35
H	5.73	6.48	0.05
Capacidad total intercambio			
CTI (meq/100g)	18.21	17.56	14.02
Saturación total de bases (%)	68.53	63.10	99.64
Saturación de Ca (%)	13.45	13.17	9.10
Saturación de Mg (%)	2.66	2.29	3.11
Saturación de Na (%)	0.37	0.33	0.45
Saturación de K	1.59	0.17	1.35

## Elementos asimilables

P. P. M.

N	3.35	2.68	2.66
P	3.00	5.00	3.00
K	305	403	370

Meq/100ml suelo

Ca	8.73	8.97	8.34
Mg	1.59	1.59	2.75

7.2.3 Discusión

Los suelos de esta unidad se clasificaron dentro de la clase agrológica (USDA) III y VII.

El tipo de erosión determinada en esta área es laminar en grado de moderado a severo, tiene una pendiente de 8 - 16% y en ciertas áreas hasta mayores de 32%, los suelos son usados para cultivos limpios, principalmente tomate y chile, sin prácticas adecuadas de conservación de suelos, favoreciendo el proceso erosivo.

La textura es franco arenoso en los primeros dos horizontes y franco arcillo arenoso en el último.

El pH es ligeramente ácido, el CTI es medianamente bajo y el porcentaje de saturación de bases es bajo, que lo hace un suelo poco fértil, con poca susceptibilidad a la lixiviación.

El contenido de materia orgánica es bajo en todo el perfil. En cuanto a los niveles de NPK, el nitrógeno se encuentra bajo y el fósforo muy bajo en todos los horizontes, el potasio se encuentra adecuado en todo el perfil.

El contenido de calcio se encuentra en un nivel medio y el magnesio también se encuentra a un nivel medio en los dos primeros horizontes, aumentando a medianamente adecuado en el último horizonte.

La relación Ca/mg es adecuada en los dos primeros horizontes y baja en el último.

### 7.3 Consociación Rosario (A 12)

Los suelos de esta unidad comprenden una superficie de 11.11 Has lo que representa el 7.60% del área total estudiada, fisiográficamente se encuentra en la posición Pie de Monte, terrazas subrecientes, tiene una altura promedio de 1,286 metros sobre el nivel del mar, con un clima templado, son suelos poco profundos, con textura franco arenoso.

Están ubicados sobre material geológico perteneciente a rocas ígneas y metamórficas cuaternarias, con pendientes de 8 - 32%, reacción al pH ligeramente ácido, el porcentaje de saturación de bases es bajo y el CTI es adecuado, la erosión está representada en forma laminar en grado severo a muy severo, el uso del suelo es para cultivos limpios, principalmente tomate y maíz, esta unidad está clasificada taxonómicamente de la forma siguiente:

Orden	Entisol
Sub orden	Orthents
Gran grupo	Ustorthents
Sub grupo	Typic Ustorthents
Familia	Franco arenoso
Serie	Severamente erosionado

#### 7.3.1 Descripción del perfil representativo

0-20 cms. Ocrico AP	Textura franco arenoso, estructura bloques medianos débiles, consistencia friable, color en seco café amarillento (10 YR 5/4) en húmedo café muy oscuro (10 YR 2/2), pH 6.95, materia orgánica 2.85%, límite claro.
20-44 cms. (B 21)	Textura franco arcilloso; estructura bloques medianamente débiles, consistencia friable, color en seco café amarillento (10 YR 5/4) en húmedo café oscuro (7.5 YR 3/2), pH 6.80, materia orgánica 1.27%, límite difuso.
+ 44 cms. (B 22)	Textura franco arcillo arenoso; estructura bloques medianamente débiles, consistencia en seco ligeramente adhesiva, en húmedo li-

geramente plástica, color en seco café amarillento (10 YR 5/4), en húmedo café rojizo (5 YR 3/4), pH 6.75, materia orgánica 1.10%.

### 7.3.2 Análisis físico-químico del perfil representativo

Características	Horizontes		
	0-20	20-44	+ 44
Profundidad (cms)	0-20	20-44	+ 44
<b>Distribución de partículas</b>			
Arcilla	7.50	37.18	39.29
Limo	19.09	32.22	34.22
Arena	73.41	30.60	26.49
pH	6.95	6.80	6.75
Materia orgánica	2.85	1.27	1.10
<b>Cationes cambiables (Meq/100g)</b>			
Ca	11.94	14.65	14.03
Mg	3.11	4.76	5.47
Na	0.26	0.50	0.62
K	1.20	0.88	0.59
H	14.87	9.54	12.16
<b>Capacidad total intercambio</b>			
CTI (Meq/100g)	31.38	30.33	32.87
Saturación total de bases (%)	52.61	68.55	63.01
Saturación de Ca (%)	22.68	21.24	22.16
Saturación de Mg (%)	5.90	6.90	8.64
Saturación de Na (%)	0.49	0.72	0.97
Saturación de K (%)	2.28	1.27	0.93
<b>Elementos asimilables</b>			
P. P. M.			
N	7.15	6.48	6.29

P	4.17	2.08	2.08
K	290	225	97
Meq/100 ml suelo			
Ca	11.22	10.11	9.21
Mg	2.83	2.83	3.42

### 7.3.3 Discusión

Los suelos de esta unidad se clasificaron dentro de la clase agrológica (USDA) IV y V.

El tipo de erosión determinado en esta área es laminar en grado severo, tiene una pendiente pronunciada hasta de 25%, los suelos son usados para cultivos limpios, principalmente tomate y maíz, sin prácticas adecuadas de conservación de suelos, favoreciendo el proceso erosivo.

La textura de estos suelos es franco arenoso en los primeros 20 cms., franco arcilloso en el segundo horizonte, franco arcillo arenoso en el último.

El pH es ligeramente ácido, el CTI es adecuado, por lo tanto es un suelo químicamente activo que está en capacidad de dar suficientes nutrientes, pero presenta el inconveniente de tener un porcentaje de saturación de bases bajo, que lo hace poco fértil, con poca susceptibilidad a la lixiviación por la escasez de bases.

El contenido de materia orgánica es muy bajo en los primeros 20 cms., disminuyendo aún más a mayor profundidad.

En cuanto a los niveles de NPK, el nitrógeno se encuentra bajo el fósforo muy bajo, en todo el perfil, el potasio se encuentra adecuado en los primeros 20 cms pasando a un nivel medio adecuado en el segundo horizonte y a un nivel bajo en el último horizonte.

El contenido de calcio es medio en todo el perfil y el magnesio es medianamente adecuado en el primero y segundo horizonte, aumentando a un nivel adecuado en el último horizonte.

La relación Ca/Mg es adecuada en los dos primeros horizontes y baja en el último.

#### 7.4 Consociación María (A 13)

Los suelos de esta unidad comprenden una superficie de 2.44 Has lo que representa el 1.69% del área total estudiada, fisiográficamente se encuentra en la posición de Pie de monte, terrazas antiguas, tiene una altura promedio de 1,296 metros sobre el nivel del mar, con un clima templado, son suelos poco profundos con textura franco arenoso.

Están ubicados sobre material geológico perteneciente a rocas ígneas y metamórficas cuaternarias, con pendientes de 8-32%, reacción al pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, el porcentaje de saturación de bases es bajo y el CTI es adecuado; la erosión está representada en forma laminar en grado moderado a severo, el uso del suelo es para cultivos limpios, principalmente tomate y maíz, esta unidad está clasificada taxonómicamente de la forma siguiente:

Orden	Inceptisol
Sub orden	Umbrepts
Gran grupo	Haplumbrepts
Sub grupo	Typic Haplumbrepts
Familia	Franco arcillo arenoso
Serie	Severamente erosionado

##### 7.4.1 Descripción del perfil representativo

0-20 cms. Umbrico (AP)	Textura franco arcillo arenoso; estructura granular mediana, consistencia friable, color en seco café oscuro (10 YR 3/3), en húmedo negro (10 YR 2/1), pH 7.40, materia orgánica 4.31%, límite claro.
20-36 cms. (B 21)	Textura franco arcillosa; estructura bloques medianos débiles consistencia friable, color en seco café a café oscuro (10 YR 4/3) en húmedo café muy oscuro (10 YR 2/2), pH 6.90, materia orgánica 2.11%, límite claro.

- 36-55 cms. (B 22) Textura arcillosa; estructura bloques medianos fuertes, consistencia en seco ligeramente plástica, en húmedo ligeramente adhesivo, color en seco café a café oscuro (10 YR 4/3) en húmedo café rojizo oscuro (5 YR 3/4), pH. 6.80, materia orgánica 1.41% límite claro.
- + 55 cms. Textura arcillosa; estructura bloques medianos fuertes, consistencia en seco ligeramente plástica, en húmedo ligeramente adhesiva, color en seco café amarillento (10 YR 5/4), en húmedo café rojizo oscuro (5 YR 3/4), pH 7.0, materia orgánica 1.41%.

#### 7.4.2. Análisis físico-químico del perfil representativo

Características	Horizontes			
	0-20	20-36	36-55	+ 55
Profundidad (cms)	0-20	20-36	36-55	+ 55
Distribución de partículas				
Arcilla	21.47	42.73	44.30	46.66
Limo	28.98	27.08	28.17	28.03
Arena	49.55	30.19	27.53	25.31
pH	7.40	6.90	6.80	7.0
Materia orgánica	4.31	2.11	1.50	1.41
Cationes cambiables (Meq/100g)				
Ca	14.04	14.48	15.01	16.51
Mg	2.68	3.92	4.64	5.13
Na	0.23	0.29	0.29	0.28
K	1.28	1.54	2.24	2.91
H	7.96	11.10	6.35	10.35
Capacidad total intercambio				
CTI (Meq/100g)	25.92	31.33	28.53	35.18
Saturación total de bases (%)	70.33	64.57	77.74	70.58

Saturación de Ca (%)	19.93	22.29	19.21	23.27
Saturación de Mg (%)	3.80	6.03	5.93	7.23
Saturación de Na (%)	0.32	0.44	0.37	0.39
Saturación de K (%)	1.81	2.37	2.86	4.10
Elementos asimilables				
P. P. M.				
N	6.58	5.53	2.38	9.25
P	3.00	2.08	0.83	3.00
K	335	317	435	540
Meq/100 ml suelo				
Ca	14.34	10.98	10.35	10.71
Mg	2.75	2.75	3.20	3.33

#### 7.4.3 Discusión

Los suelos de esta unidad se clasificaron dentro de la clase agrológica (USDA) IV.

El tipo de erosión determinada en esta área es laminar en grado moderado a severo, tiene una pendiente pronunciada hasta de 25%, los suelos son usados para cultivos limpios, principalmente tomate y maíz sin prácticas adecuadas de conservación de suelos, favoreciendo el proceso erosivo.

La textura de estos suelos es franco, tendiendo a franco arcillo arenoso en los primeros 20 cms., para luego pasar a los horizontes inferiores a texturas pesadas (arcillas).

El pH es ligeramente ácido a ligeramente alcalino.

El CTI es adecuado, por lo tanto, es un suelo químicamente activo que está en capacidad de dar suficientes nutrientes pero presenta el inconveniente de tener un porcentaje de saturación de bases bajo, que lo hace poco fértil con poca susceptibilidad a la lixiviación por la escasez de bases cambiables.

El contenido de materia orgánica es medianamente adecuado en los primeros 20 cms., disminuyendo paulatinamente a mayor profundidad.

En cuanto a los niveles de NPK, el nitrógeno se encuentra bajo y el fósforo muy bajo en todo el perfil, el potasio se encuentra adecuado en todos los horizontes.

El contenido de calcio es adecuado en los primeros 20 cms., disminuyendo a un nivel medio en los siguientes horizontes inferiores.

El magnesio se encuentra en un nivel medio alto en los primeros dos horizontes y en cantidades adecuadas en los restantes horizontes.

La relación C/Mg es alta en el primer horizonte, adecuada en el segundo, bajando en el tercero y cuarto horizonte.

#### 7.5 Consociación Gabriela (A 211)

Los suelos de esta unidad comprenden una superficie de 3.01 Has lo que representa el 2.06% del área total estudiada, fisiográficamente se encuentra en la posición de terrazas recientes. Tiene una altura promedio de 1,290 metros sobre el nivel del mar, con un clima templado, son suelos poco profundos, con textura franco arcillo arenosa.

Están ubicados sobre material geológico perteneciente a rocas ígneas y metamórficas cuaternarias, con pendientes de 8-16%, reacción al pH ligeramente ácido, el porcentaje de saturación de bases es bajo y el CTI es adecuado, la erosión está representada en forma laminar en grado moderado el uso del suelo es para cultivos limpios, principalmente tomate, cebolla y maíz. Esta unidad está clasificada taxonómicamente de la forma siguiente:

Orden	Entisol
Sub orden	Orthents
Gran grupo	Ustorthents
Sub grupo	Typic Ustorthents
Familia	Franco arcillo arenoso
Serie	Severamente erosionado

### 7.5.1 Descripción del perfil representativo

0-15 cms. Ocrico AP	Textura franco arcillo arenoso, estructura bloques sub angulares medianamente moderados, consistencia ligeramente plástica en seco, y ligeramente adhesiva en húmedo, color de café a café oscuro en seco (10 YR 4/3), en húmedo café muy oscuro (10 YR 2/2), pH 6.90 materia orgánica 3.31% límite claro.
15-34 cms. Cámbico (A 12)	Textura arcillosa, estructura bloques angulares, consistencia en seco plástica, en húmedo adhesiva, color en seco, de café a café oscuro (10 YR 4/3), en húmedo café muy oscuro (10 YR 2/2) pH 6.70, materia orgánica 2.19% límite claro.
34-52 cms. (B 21)	Textura arcillosa, estructura prismática, consistencia en seco plástica, en húmedo adhesiva, color en seco café amarillento (10 YR 5/4), en húmedo café oscuro (7.5 YR 3/2), pH 6.80 materia orgánica 1.62% límite difuso.
+ 52 cms. (B 22)	Textura arcilla, estructura prismática, consistencia en seco plástica, en húmedo adhesiva, color en seco, café amarillento (10 YR 5/4) en húmedo café rojizo (5 YR 3/4), pH 7.10, materia orgánica 1.15%.

### 7.5.2 Análisis físico-químico del perfil representativo

Características	Horizontes			
	0-15	15-34	34-52	+ 52
Profundidad (cms)				
Distribución de partículas				
Arcilla	26.78	48.98	52.07	41.84
Limo	25.09	22.92	24.85	29.86
Arena	48.13	28.10	23.08	28.80
pH	6.90	6.70	6.80	7.10
Materia orgánica	3.31	2.19	1.62	1.15

<b>Cationes cambiabiles</b>				
<b>(Meq/100g)</b>				
Ca	10.52	13.08	13.72	12.64
Mg	2.59	4.37	5.65	5.90
Na	0.24	0.37	0.39	0.42
K	0.85	2.60	3.27	3.13
H	9.59	12.16	20.01	17.74
<b>Capacidad total intercambio</b>				
CTI (Meq/100g)	23.79	32.58	43.04	39.83
Saturación total de bases (%)	59.69	62.68	53.51	55.46
Saturación de Ca (%)	17.56	20.79	25.51	22.75
Saturación de Mg (%)	4.32	6.94	10.50	10.62
Saturación de Na (%)	0.40	0.58	0.72	0.75
Saturación de K (%)	1.41	4.13	6.08	5.63
<b>Elementos asimilables</b>				
<b>P. P. M.</b>				
N	3.77	2.75	3.77	3.65
P	1.75	1.75	1.75	2.25
K	232	600	600	518
<b>Meq/100 ml suelo</b>				
Ca	6.87	9.48	8.73	7.36
Mg	1.47	3.33	4.23	3.60

### 7.5.3 Discusión

Los suelos de esta unidad se clasificaron dentro de la clase agrológica (USDA) III.

El tipo de erosión determinado en esta área es laminar en grado severo, debido a que los suelos están desprovistos de vegetación y dedicados a cultivos limpios

sin prácticas adecuadas de conservación de suelos, teniendo además una pendiente pronunciada hasta de 13% que favorece el proceso erosivo.

Los cultivos característicos de esta consociación básicamente son tomate, cebolla y maíz.

Hasta los 15 cms. de profundidad son suelos franco-arcillo arenosos para luego pasar todos los horizontes inferiores a texturas pesadas (arcilla), el pH es ligeramente ácido, el CTI adecuado, por lo tanto, es un suelo químicamente activo que está en capacidad de dar suficientes nutrientes, pero presenta el inconveniente de tener un porcentaje de saturación de bases bajo, que lo hace poco o medianamente fértil, con poca susceptibilidad a lixiviaciones por la escasez de bases y es fácil de fertilizar.

El contenido de materia orgánica es bajo en los horizontes superficiales y disminuye paulatinamente a mayor profundidad, por lo que se hace necesario realizar adiciones de M.O en esta consociación. En cuanto a los niveles de N, P y K el P se encuentra muy bajo, el nitrógeno bajo y el K adecuado, en todo el perfil.

Tienen medianos contenidos de calcio en todos los horizontes, el magnesio se encuentra bajo en los primeros 15 cms., de profundidad, para luego pasar a cantidades adecuadas en los horizontes inferiores, la relación Ca/Mg es adecuada hasta los primeros 15 cms., ya baja en el resto de los horizontes.

#### 7.6 Consociación Maribell (A 212)

Los suelos de esta unidad comprenden una superficie de 11.30 Has lo que representa el 7.7% del área total estudiada, fisiográficamente se encuentra en la posición terrazas, terrazas recientes. Tiene una altura promedio de 1,286 metros sobre el nivel del mar con un clima templado, son suelos poco profundos, con textura arena franca.

Están ubicados sobre material geológico perteneciente a rocas ígneas y metamórficas cuaternarias, con pendientes de 8 - 16% hasta mayores de 32%, reacción al pH ligeramente ácido, el porcentaje de saturación de bases es adecuado y el CTI es bajo en el primer horizonte y adecuado en los siguientes, la erosión está representa-

da en forma laminar en grado moderado a severo; el uso del suelo es para cultivos limpios, principalmente tomate, maíz y piña. Esta unidad está clasificada taxonómicamente de la forma siguiente:

Orden	Entisol
Sub orden	Psamments
Gran grupo	Ustipsamments
Sub grupo	Typic Ustipsamments
Familia	Arena franca
Serie	Severamente erosionado

#### 7.6.1 Descripción del perfil representativo

0 - 18 cms. Ocrico (AP)	Textura arena franca; estructura suelta, bloques medianamente débiles, consistencia ligeramente adhesiva, color en seco café amarillento (10 YR 5/4), en húmedo café muy oscuro (10 YR 2/2), pH 6.20, materia orgánica 0.84 %.
18 - 34 cms.	Textura franco arcillo arenosa, estructura bloques medianamente débiles, consistencia friable, color en seco café amarillento (10 YR 5/4) en húmedo café muy oscuro (10 YR 2/2), pH 6.50, materia orgánica 2.59%.
+ 34 cms.	Textura franco arcillosa, estructura bloques medianamente débiles, consistencia en seco friable, en húmedo medianamente plástica, color en seco café amarillento (10 YR 5/4), en húmedo café muy amarillento (10 YR 3/4), pH 6.55, materia orgánica 1.34%.

### 7.6.2 Análisis físico-químico del perfil representativo

Características	Horizontes		
	0-18	18-34	+34
Profundidad (cms)			
<b>Distribución de partículas</b>			
Arcilla	8.69	26.20	31.26
Limo	9.41	26.03	25.91
Arena	81.90	47.77	42.73
pH	6.20	6.50	6.55
Materia orgánica	0.84	2.59	1.34
<b>Cationes cambiables (Meq/100g)</b>			
Ca	3.02	10.15	9.88
Mg	0.94	2.36	2.90
Na	0.18	0.33	0.26
K	4.21	0.95	1.70
H	0.00	7.75	11.02
<b>Capacidad total intercambio</b>			
CTI (Meq/100g)	6.74	21.54	25.76
Saturación total de bases (%)	100	64.02	57.22
Saturación de Ca (%)	3.02	15.83	17.19
Saturación de Mg (%)	0.94	3.68	5.04
Saturación de Na (%)	0.18	0.51	0.45
Saturación de K (%)	4.21	1.48	2.95
<b>Elementos asimilables</b>			
P. P. M.			
N	7.31	2.79	3.65
P	10.83	3.00	3.00
K	125	203	470

Meq/100 ml suelo

Ca	3.99	8.34	8.34
Mg	0.78	1.68	2.67

### 7.6.3 Discusión

Los suelos de esta unidad se clasificaron dentro de la clase agrológica (USDA) III.

El tipo de erosión determinada en esta área es laminar en grado moderado a severo, tiene una pendiente de 8-16% la mayor parte de esta unidad, llegando a tener ciertas áreas pendientes de hasta mayores de 32%, los suelos son usados para cultivos limpios, principalmente tomate, maíz y piña, sin prácticas adecuadas de conservación de suelos, favoreciendo el proceso erosivo.

La textura de estos suelos es arena franca en los primeros 18 cms., franco arcillo arenoso en el segundo horizonte y franco arcilloso en el último.

El pH es ligeramente ácido, el CTI es bajo en el primer horizonte y adecuado en los siguientes, el porcentaje de saturación de bases es adecuado, lo que nos indica que es un suelo poco fértil.

El contenido de materia orgánica es muy bajo en todo el perfil en cuanto a los niveles de N, P, K, el nitrógeno se encuentra bajo, el fósforo se encuentra a un nivel medio en el primer horizonte y bajo en el segundo y tercer horizonte.

El potasio se encuentra a un nivel medio en los primeros 18 cms., aumentando a medianamente adecuado en el segundo horizonte y adecuado en el tercero.

El contenido de calcio es medio aumentando a mayor profundidad.

El magnesio es bajo en el primer horizonte, medio en el segundo y medianamente adecuado en el tercero.

La reacción calcio/magnesio es adecuada en los primeros dos horizontes y baja en el tercero.

## 7.7 Consociación Blanca (A 22)

Los suelos de esta unidad comprenden una superficie de 1.75 Has lo que representa el 1.24% del área total estudiada, fisiográficamente se encuentra en la posición de terrazas subcrecientes, tiene una altura promedio de 1,286 metros sobre el nivel del mar, con un clima templado, son suelos poco profundos, con textura franco arenosa.

Están ubicados sobre material geológico perteneciente a rocas ígneas y metamórficas cuaternarias, con pendientes de 8 - 16%, reacción al pH ligeramente alcalino, el porcentaje de saturación de bases es adecuado y el CTI es adecuado, la erosión está representada en forma laminar en grado moderado a muy severo, el uso del suelo es para cultivos limpios, principalmente tomate y maíz, esta unidad está clasificada taxonómicamente de la forma siguiente:

Orden	Entisol
Sub orden	Psamments
Gran grupo	Ustipsamments
Sub grupo	Typic Ustipsamments
Familia	Franco arenoso
Serie	Moderadamente erosionadas

### 7.7.1 Descripción del perfil representativo

0 - 15 cms. Ocrico (AP)	Textura franco arcillo arenoso; estructura bloques sub angulares, medianamente débiles, consistencia en seco suelta, en húmedo friable, color en seco café amarillento (10 YR 5/4), en húmedo café muy oscuro (10 YR 2/2), límite difuso.
15 - 32 cms. Cámbico A 12	Textura franco arcillo arenoso, Estructura suelta, consistencia en seco suelta, en húmedo friable, color en seco café amarillento (10 YR 5/4), en húmedo café muy oscuro (10 YR 2/2), pH 7.10, materia orgánica 2.44%, límite claro.
32 - 55 cms. (B 21)	Textura franco arenoso, estructura suelta, consistencia en seco suelta, en húmedo friable, color en seco café amarillento (10 YR

5/4), en húmedo café muy oscuro (10 YR 2/2), pH 7.10, 1.88%, límite claro.

+ 55 cms. Textura franco arenoso, estructura suelta, consistencia en seco suelta, en húmedo friable, color en seco café amarillento (10 YR 5/4), en húmedo café muy amarillento (10 YR 3/4), pH 7.10, materia orgánica 0.54%.

### 7.7.2 Análisis físico-químico del perfil representativo

Características	Horizontes			
	0-15	15-32	32-55	+ 55
Profundidad (cms)	0-15	15-32	32-55	+ 55
Distribución de partículas				
Arcilla	22.43	20.13	9.76	13.35
Limo	24.32	24.27	17.17	19.83
Arena	53.25	55.60	73.07	66.82
pH	7.15	7.10	7.10	7.10
Materia orgánica	2.84	2.44	1.88	0.54
Cationes cambiables				
Meq/100g				
Ca	13.25	12.55	11.23	10.31
Mg	3.45	3.45	4.44	4.59
Na	0.25	0.40	0.27	0.40
K	1.65	1.26	1.36	1.22
H	3.37	6.77	6.91	3.04
Capacidad total intercambio				
CTI (Meq/100g)	21.97	24.43	24.21	19.56
Saturación total de bases (%)	84.66	72.29	71.46	84.46
Saturación de Ca (%)	15.63	17.31	15.60	12.16
Saturación de Mg (%)	4.07	4.76	6.17	5.41
Saturación de Na (%)	0.29	0.55	0.37	0.47

Saturación de K (%)	1.94	1.73	1.89	1.43
Elementos asimilables				
P. P. M.				
N	5.35	6.48	3.77	3.35
P	1.75	2.25	2.25	3.00
K	290	277	245	245
Meq/100 ml suelo				
Ca	6.87	8.10	7.86	6.12
Mg	1.68	2.16	2.75	2.46

### 7.7.3 Discusión

Los suelos de esta unidad se clasificaron dentro de la clase agrológica (USDA) III.

El tipo de erosión determinado en esta área es laminar en grado severo, los suelos son usados para cultivos limpios sin prácticas adecuadas de conservación de suelos, teniendo además pendientes pronunciadas hasta de 29% que favorece grandemente el proceso erosivo.

Los cultivos característicos de esta consociación básicamente son tomate y maíz.

La textura de estos suelos es franco arcillo arenoso en los dos primeros horizontes para luego pasar a franco arenoso a los horizontes inferiores.

El pH es ligeramente alcalino, el CTI es adecuado, por lo tanto es un suelo químicamente activo que está en capacidad de dar suficientes nutrientes, el porcentaje de saturación de bases es adecuado, lo que nos indica que es un suelo fértil, susceptible a lixiviación.

El contenido de materia orgánica es bajo en los primeros quince centímetros disminuyendo gradualmente hacia los horizontes inferiores.

En cuanto a los niveles de N, P, K, el nitrógeno es bajo, el fósforo muy bajo

en todo el perfil, el potasio se encuentra en cantidades adecuadas en todos los horizontes.

El calcio se encuentra en cantidades medias en todos los horizontes y el magnesio se encuentra bajo en los primeros 15 cms., aumentando a cantidades medias en los horizontes inferiores. La relación Ca/Mg es adecuada en el primer horizonte bajando dicha relación en el resto del perfil.

### 7.8 Asociación Ninette (A 231)

Los suelos de esta unidad comprenden una superficie de 5.27 Has lo que representa el 3.60% del área total estudiada, fisiográficamente se encuentra en la posición terrazas, terrazas antiguas, tiene una altura promedio de 1,286 metros sobre el nivel del mar, con un clima templado, son suelos poco profundos, con textura franco arcillo arenoso.

Están ubicados sobre material geológico perteneciente a rocas ígneas y metamórficas cuaternarias, con pendientes de 8 - 16%, reacción al pH ligeramente ácido, el porcentaje de saturación de bases es bajo y el CTI es mediano en el primer horizonte y adecuado en los siguientes, la erosión está representada en forma laminar en grado moderado a severo, el uso del suelo es para cultivos limpios, principalmente tomate, maíz y cebolla. Esta unidad está clasificada taxonómicamente de la forma siguiente:

Orden	Inceptisol
Sub orden	Umbrepts
Gran grupo	Haplumbrepts
Sub grupo	Typic Haplumbrepts
Familia	Franco arcillo arenoso
Serie	Moderadamente erosionado

#### 7.8.1 Descripción del perfil representativo

0 - 25 cms.	Textura franco arcillo arenoso, bloques medianos débiles, consistencia friable, color en seco café oscuro (10 YR 3/3), en húmedo
Ocrico (AP)	

café muy oscuro (10 YR 2/2), pH 6.65, materia orgánica 2.97%, -  
límite claro.

25 - 48 cms. Textura franco arcilloso; estructura bloques medianos débiles,  
Cámbico (A 11) consistencia friable, color en seco café amarillento (10 YR 5/4) en  
húmedo café muy oscuro (10 YR 2/2), pH 6.80%, materia orgánica  
1.70%, límite claro.

+ 48 cms Textura franco arcilloso, estructura bloques medianamente débi-  
les, consistencia friable, color en seco café amarillento (10 YR -  
5/4), en húmedo café muy oscuro (10 YR 2/2), pH 6.60%, mate-  
ria orgánica 1.75%.

### 7.8.2 Análisis físico-químico del perfil representativo

Características	Horizontes		
	0 - 25	25-48	+ 48
Profundidad (cms)			
Distribución de partículas			
Arcilla	24.36	33.53	36.14
Limo	25.82	27.02	29.27
Arena	49.62	39.45	34.59
pH	6.65	6.80	6.60
Materia orgánica	2.97	1.70	1.75
Cationes cambiables (Meq/100g)			
Ca	10.12	10.75	11.47
Mg	2.07	3.12	3.48
Na	0.24	0.28	0.25
K	1.06	1.33	1.83
H	5.33	11.91	11.23

Capacidad total intercambio			
CTI (Meq/100g)	12.82	27.39	28.26
Saturación total de bases (%)	71.68	56.52	60.26
Saturación de Ca (%)	14.06	18.92	18.92
Saturación de Mg (%)	2.87	5.49	5.74
Saturación de Na (%)	0.33	0.49	0.41
Saturación de K (%)	1.47	2.34	3.01
Elementos asimilables			
P. P. M.			
N	6.03	6.35	6.71
P	5.00	4.17	3.00
K	253	335	528
Meq/100 ml suelo			
Ca	8.73	10.11	3.99
Mg	1.77	2.37	2.92

### 7.8.3 Discusión

Los suelos de esta unidad se clasificaron dentro de la clase agrológica (USDA) III.

El tipo de erosión determinado en esta área es laminar en grado moderado a severo, tiene una pendiente pronunciada hasta el 13%, el uso que se le da a esos suelos es para cultivos limpios, principalmente tomate, maíz y cebolla, sin prácticas adecuadas de conservación de suelos, favoreciendo el proceso erosivo.

La textura de estos suelos es franco arcillo arenoso en los primeros 25 cms. para luego pasar a los horizontes inferiores a franco arcilloso.

El pH es ligeramente ácido. El CTI es mediano en el primer horizonte y adecuado en los siguientes horizontes inferiores, el porcentaje de saturación de bases es bajo en todo el perfil, por lo que es un suelo poco fértil, con poca susceptibilidad a lixiviación.

El contenido de materia orgánica es bajo en los primeros 25 cms., y disminuye más en los horizontes inferiores.

En cuanto a los niveles de N, P, K, el nitrógeno y el fósforo se encuentran bajos en todo el perfil, el potasio se encuentra adecuado en el primer horizonte aumentando a mayor profundidad.

El contenido de calcio es de un nivel medio en el primero y segundo horizonte y bajo en el tercero.

El magnesio se encuentra a un nivel medio en todo el perfil.

La relación Ca/Mg es adecuada en los primeros dos horizontes y baja en el último.

#### 7.9 Asociación Maritza (A 232)

Los suelos de esta unidad comprenden una superficie de 10.92 Has lo que representa el 7.47% del área total estudiada, fisiográficamente se encuentra en la posición terrazas, terrazas antiguas, tiene una altura promedio de 1,276 metros sobre el nivel del mar, con un clima templado, son suelos poco profundos, con textura franco arcillo arenoso.

Están ubicados sobre material geológico perteneciente a rocas ígneas y metamórficas cuaternarias, con pendientes de 4-8%, reacción al pH ligeramente ácido, el porcentaje de saturación de bases es bajo y el CTI es adecuado, la erosión está representada en forma laminar en grado ligero a moderado, el uso del suelo es para cultivos limpios, principalmente maíz y tomate, esta unidad está clasificada taxonómicamente de la forma siguiente:

Orden	Inceptisol
Sub orden	Umbrepts
Gran grupo	Haplumbrepts
Sub grupo	Typic Haplumbrepts
Familia	Franco arcillo arenoso
Serie	Ligeramente erosionado

### 7.9.1 Descripción del perfil representativo

0 - 15 cms. Ocrico (AP)	Textura franco arcillo arenoso; estructura bloques medianamente débiles, consistencia friable, color en seco café a café oscuro (10 YR 4/3), en húmedo café muy oscuro (10 YR 2/2), pH 6.65, materia orgánica 2.86%, límite difuso.
15 - 35 cms. Cámbico (B 21)	Textura franco arcilloso; estructura bloques medianamente fuertes, consistencia en seco ligeramente plástica, en húmedo ligeramente adhesiva, color en seco café amarillento (10 YR 5/4) en húmedo café muy oscuro (10 YR 2/2), pH 6.50, materia orgánica 1.72 por ciento, límite claro.
+ 35 cms. (C1)	Textura franco arenoso; estructura bloques moderadamente fuertes, consistencia en seco plástica, en húmedo adhesivo, color en seco, café amarillento (10 YR 5/6), húmedo café a café oscuro (7.5 YR 4/4), pH 6.85, materia orgánica 0.58%.

### 7.9.2 Análisis físico-químico del perfil representativo

Características	Horizontes		
Profundidad (cms)	0 - 15	15-35	+ 35
Distribución de partículas			
Arcilla	23.33	36.24	15.62
Limo	21.75	22.66	21.24
Arena	54.92	41.10	63.14
pH	6.65	6.50	6.85
Materia orgánica	2.86	1.72	0.58
Cationes cambiables (Meq/100g)			
Ca	8.65	10.04	6.06
Mg	2.41	3.61	2.33
Na	0.24	0.29	0.31

K	1.16	2.96	1.08
H	8.12	13.77	6.07
<b>Capacidad total de intercambio</b>			
CTI (Meq/100g)	20.58	30.67	15.85
Saturación total de bases (%)	60.54	55.10	61.70
Saturación de Ca (%)	14.27	18.17	9.81
Saturación de Mg (%)	3.97	6.53	3.77
Saturación de Na (%)	0.39	0.52	0.50
Saturación de K (%)	1.91	5.35	1.74
<b>Elementos asimilables</b>			
<b>P. P. M.</b>			
N	3.38	2.63	3.68
P	5.00	2.08	7.50
K	317	600	353
<b>Meq/100 ml suelo</b>			
Ca	7.86	6.87	4.98
Mg	2.28	2.67	2.01

### 7.9.3 Discusión

Los suelos de esta área se clasificaron dentro de la clase agrológica (USDA) III.

El tipo de erosión determinada en esta área es laminar en grado ligero a moderado, tiene una pendiente de 4 - 8%, los suelos son usados para cultivos limpios principalmente maíz y tomate, sin prácticas adecuadas de conservación de suelos, favoreciendo el proceso erosivo.

La textura de estos suelos es franco arcillo arenoso en los primeros 15 cms. para pasar a franco arcilloso al segundo horizonte y franco arenoso en el horizonte más profundo.

El pH es ligeramente ácido, el CTI es adecuado, por lo tanto es un suelo quí-

micamente activo que está en capacidad de dar suficientes nutrientes, pero presenta el inconveniente de tener un porcentaje de saturación de bases bajo, que lo hace poco fértil, con poca susceptibilidad a la lixiviación por la escasez de bases cambiables.

El contenido de materia orgánica es bajo en los primeros 15 cms., disminuyendo paulatinamente a mayor profundidad.

En cuanto a los niveles de N, P, K, el nitrógeno se encuentra bajo, el fósforo se encuentra bajo en los primeros dos horizontes y medio en el más profundo.

El contenido de calcio es medio en los primeros 15 cms., disminuyendo en el segundo horizonte para llegar a un nivel bajo en el último horizonte.

El magnesio se encuentra a un nivel medio en todo el perfil.

La relación Ca/Mg es baja en todo el perfil.

## 8. CUANTIFICACION DE LA EROSION

Se determinó la cantidad de suelo erosionado instalando dos lotes de registro, en unidades de mapeo que presentaron una pendiente promedio, de 8 - 16%, de la manera siguiente:

- Se trazó una línea perpendicular a la pendiente.
- A lo largo de la línea perpendicular y a intervalos de 5 metros. Se colocaron clavos de 30 cms. de largo con su respectiva rondana, la cual descansaba sobre la superficie del suelo, y la cabeza del clavo la tocaba ligeramente.
- Se colocó un pluviómetro en el área de los lotes de registro.
- Se efectuaron lecturas semanales, tanto en el pluviómetro como en los clavos, determinando la altura del suelo erosionado en cada lugar de muestreo y se promediaron dichas lecturas.

Las lecturas se efectuaron en los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre de 1982.

<u>Mes</u>	<u>Precipitación mm</u>
mayo	119
junio	334
julio	137
agosto	21
septiembre	<u>350</u>
Total	961 mm

### Cálculo de suelo erosionado

Lámina de suelo erosionado = LSE

LSE x Area = Volumen del suelo erosionado

Volumen del suelo erosionado x Densidad aparente = Peso Ton/Ha/año.

Lámina de suelo erosionado

<u>1er. lote de registro</u>		<u>2do. lote de registro</u>	
Clavo 1	6 mm		5 mm
Clavo 2	4 mm		7 mm
Clavo 3	4 mm		6 mm
Clavo 4	<u>8 mm</u>		<u>3 mm</u>
Total	22 mm		21 mm
$\bar{x}$	$22/4 = 5.5$ mm		$21/4 = 5.25$ mm

1er. lote de registro

$$0.0055 \times 10,000 \text{ mts}^2 = 55 \text{ mts}^3$$

$$55 \times 1.1616 = \underline{63.88 \text{ Ton/Ha/año}}$$

2do. lote de registro

$$0.00525 \times 10,000 \text{ mts}^2 = 52.5 \text{ mts}^3$$

$$52.5 \times 1.1299 = \underline{59.31 \text{ Ton/Ha/año}}$$

Se erosionó un promedio de 61.59 Ton/Ha/año con una precipitación de 961 mm bajo condiciones de suelo desnudo.

Los lotes de registro se instalaron en las consociaciones Rosario y Gabriela respectivamente.

## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 9.1 Conclusiones

- Todos los suelos del parcelamiento Palo Verde son susceptibles a la erosión, habiéndose cuantificado una pérdida de 61.59 Ton/Ha/año, y experimentalmente se ha determinado que en condiciones de prácticas de labranza continua se pueden formar suelos entre 0.8 - 1.8 Ton/Ha/año, por lo que es urgente la conservación de estos suelos, ya que la pérdida supera grandemente a la formación.
- La gran pérdida de suelo se debe principalmente a la tala inmoderada del recurso forestal y a las pendientes pronunciadas, lo cual no le proporciona al suelo ninguna protección.
- En el parcelamiento se detectaron todos los tipos de erosión: hídrica, laminar, en surcos y cárcavas.
- El tipo de erosión más frecuente es la laminar, con sus diferentes grados: ligero, moderado, severo y muy severo.
- Los suelos del parcelamiento Palo Verde son usados para cultivos limpios, principalmente maíz, tomate y cebolla, sin prácticas adecuadas de conservación de suelos.
- El contenido de materia orgánica es bajo en todo el parcelamiento, por lo tanto, existe menor estabilidad estructural del suelo, favoreciendo el proceso erosivo.
- El nitrógeno y el fósforo se encuentran en cantidades muy bajas, existiendo una pobre fertilidad del suelo, por lo que el desarrollo vegetal no es óptimo.
- El parcelamiento se encuentra dividido por zanjonés, los cuales al unirse forman lo que es el Zanjón Malena, en donde se concentran grandes volúmenes de agua escurrida que conducen suelo erosionado, provocando gran-

des daños al sedimentarse directamente en el desagüe del lago de Amatitlán.

- Los suelos del parcelamiento Palo Verde se encuentran clasificados agrológicamente, dentro de las clases III, IV, V, VII y VIII.

## 9.2 Recomendaciones

- Que el proyecto de Conservación de Suelos y Aguas "Michatoya" de DIGESA, ubicado en Amatitlán, realice una fase de motivación por medio de sus técnicos, en lo concerniente a visitas personales, reuniones, cursillos, demostración de métodos, giras educativas y demostración de resultados, con el propósito de que el agricultor de esa zona tenga conocimiento del grave problema erosivo de los suelos del parcelamiento, y pueda poner en práctica las diferentes técnicas de conservación de los mismos.
- Que todos los cultivos se efectúen en surcos a nivel.
- Que se hagan acequias en la Asociación Mercedes, Consociación María, Consociación Gabriela, Consociación Blanca, Asociación Ninette y Maritza, con una distancia horizontal entre acequias, así:

<u>Pendiente</u>	<u>Distancia entre acequias en metros</u>
4 - 8%	20
8 - 16%	14
16 - 32%	9
mayor de 32%	6

- En las consociaciones Rosario y Maribell se recomiendan barreras vegetativas o barreras muertas con las mismas distancias anteriores.
- En la Asociación Lucía se recomienda lo siguiente:

Reforestar las áreas con mayor pendiente, con eucalipto (*Eucaliptus* sp.) y casuarina (*Casuarina equisetifolia*), que son especies de rápido crecimiento y adaptables a la zona.

Siembra de barreras vegetativas con vetiver (*Vetiveria zizaloides*) con las distancias horizontales anteriormente descritas.

Hacer terrazas de banco.

Control de cárcavas, de la manera siguiente: por medio de las barreras vegetativas y las terrazas, el agua de escorrentía no llegue con la misma fuerza ni en la misma cantidad, suavizar los taludes de la cárcava y establecer una vegetación protectora, se recomienda kikuyu (*Penisetum clandestinum*), o vetiver (*Vetiveria zizaloides*).

- En los zanjones que dividen el parcelamiento se recomienda una reforestación intensiva y siembra de vegetación protectora en los taludes, además hacer diques de contención, ya sea de piedras o con palos, dependiendo del material más fácil de conseguir en esa zona.
- Se recomienda en todo el parcelamiento la siembra de abonos verdes al finalizar la cosecha de sus cultivos temporales, para que sean incorporados al suelo, ya que su acción se verifica a través del aumento en el contenido de materia orgánica; entre las plantas recomendadas están:

Frijol terciopelo (*Stizolobium deeringianum*)

Frijol de vaca (*Vigna sinensis*)

gandul (*Cajanus indicus*)

crotalaria (*Crotalaria anagyroides*)

- Es necesario poner en marcha programas de fertilización que estén de acuerdo a las necesidades de los cultivos establecidos, ya que los suelos del parcelamiento Palo Verde son deficientes en nutrientes asimilables.
- Que no se siga parcelando las áreas que actualmente están forestadas.

## BIBLIOGRAFIA

1. GAVANDE, S. A. Física de suelos, principios y aplicaciones. México, Limusa, 1979  
351 p.
2. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Atlas Nacional de Guatemala. Guatemala, 1979.
3. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOGRAFIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Tarjetas de control de estaciones meteorológicas de Guatemala. Guatemala, 1981.
4. HOLDRIGE, L. Zonificación ecológica de América Central. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1959. 216 p.
5. MANUAL DE CONSERVACION DEL SUELO Y DEL AGUA. Instructivo. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, 1977. 227 p.
6. MAZARIEGOS, F. J. Propiedades físicas de los suelos. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Departamento de Suelos, 1970. 16 p.
7. SECRETARIA GENERAL DE LA ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS. Investigación de los recursos físicos para el desarrollo económico; un compendio práctico de experiencia de campo de la O. E. A., en la América Latina. Washington, 1975. 463 p.
8. SIMMONS, C. TARANO, J.M. y PINTO, J. H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. pp. 15-46.
9. SUAREZ DE CASTRO, F. Conservación de suelos. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1980. 321 p.
10. VARELA, J. Notas sobre problemas de erosión y su mapeo. Bogotá, Colombia, Centro Interamericano de Fotointerpretación, 1979. 42 p.



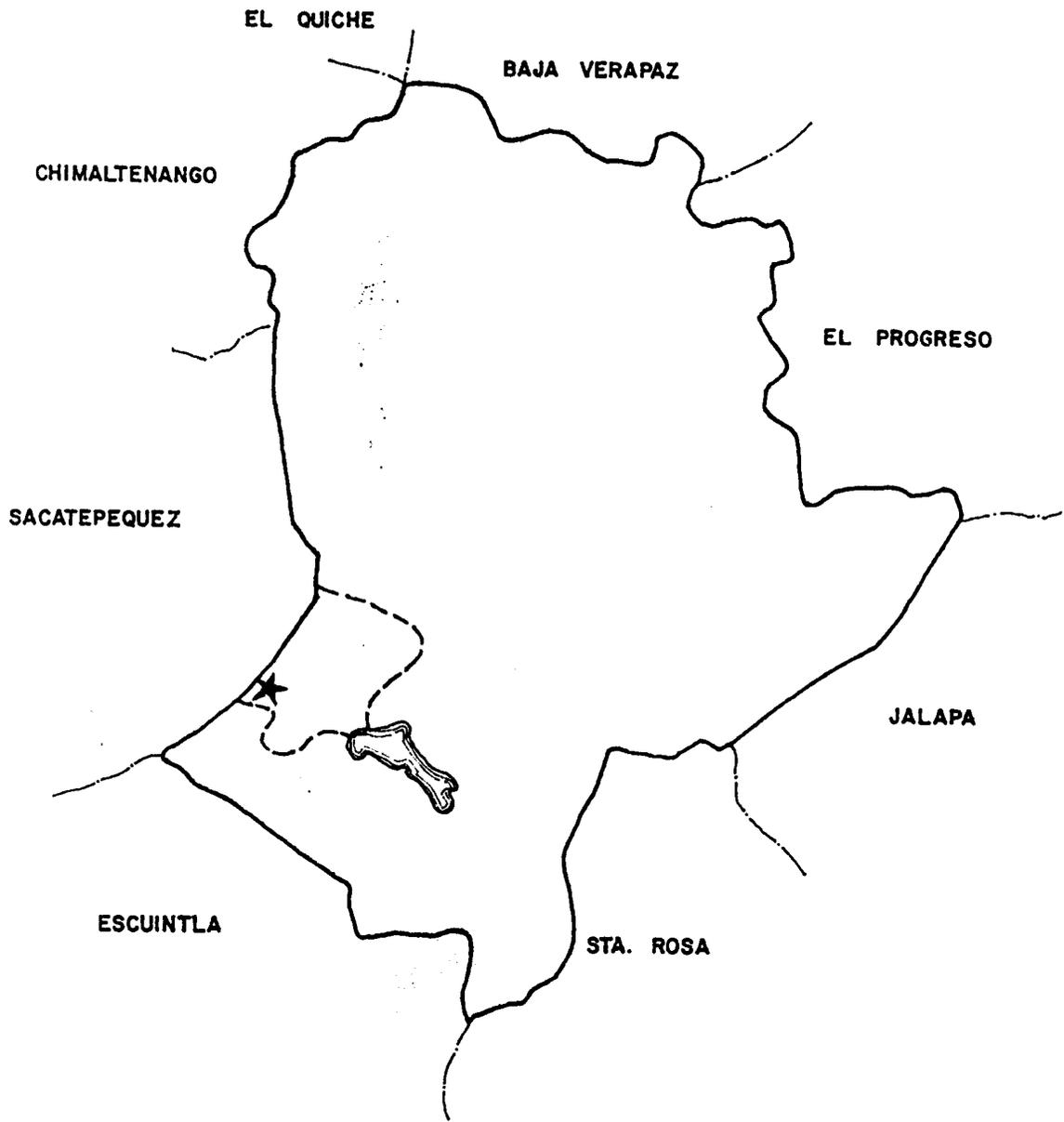
*Opal Jiménez*

APENDICE

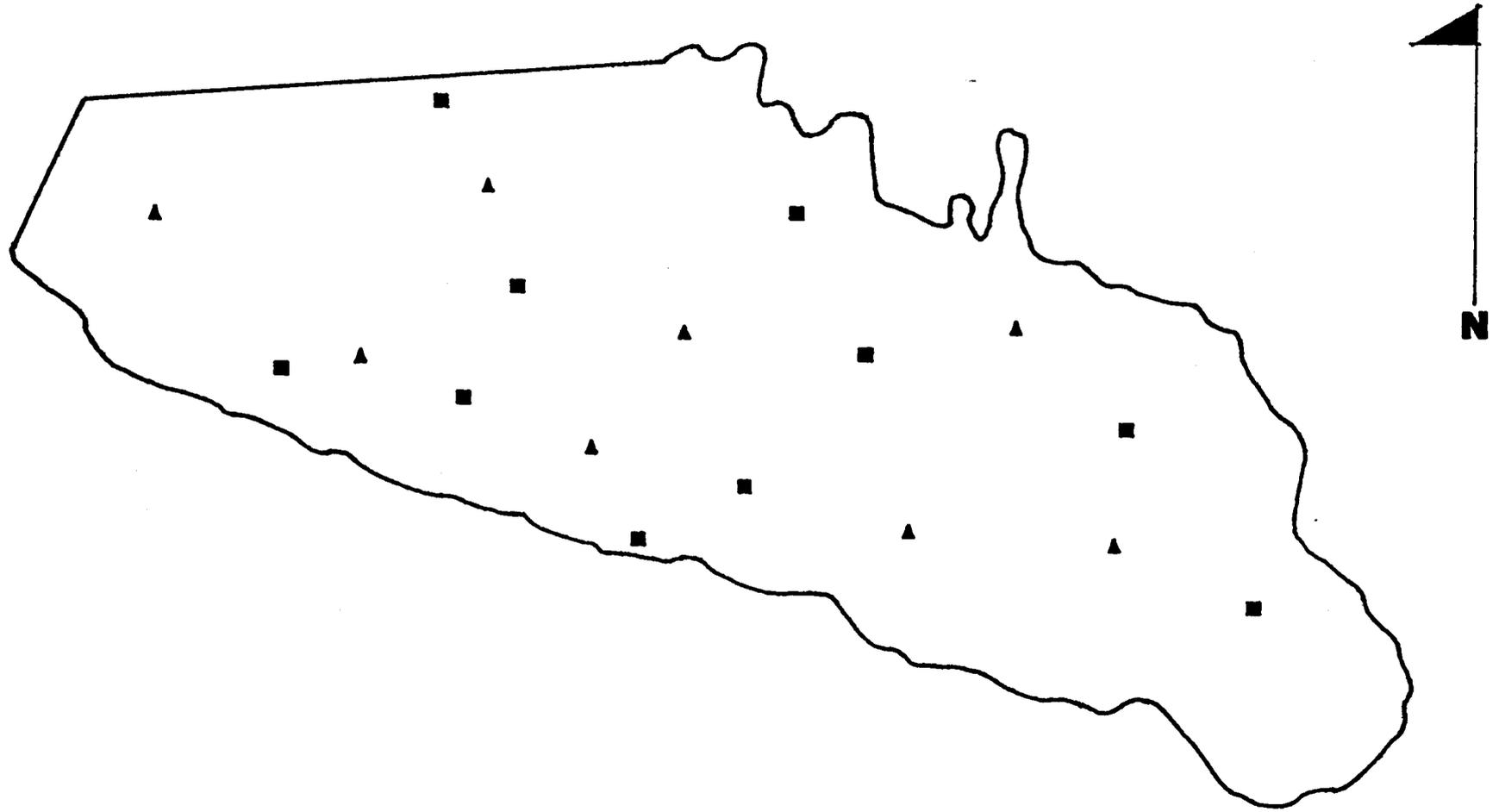
EL PARCELAMIENTO PALO VERDE EN EL DEPARTAMENTO DE  
GUATEMALA, UBICADO EN LA REPUBLICA



EL PARCELAMIENTO PALO VERDE EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA



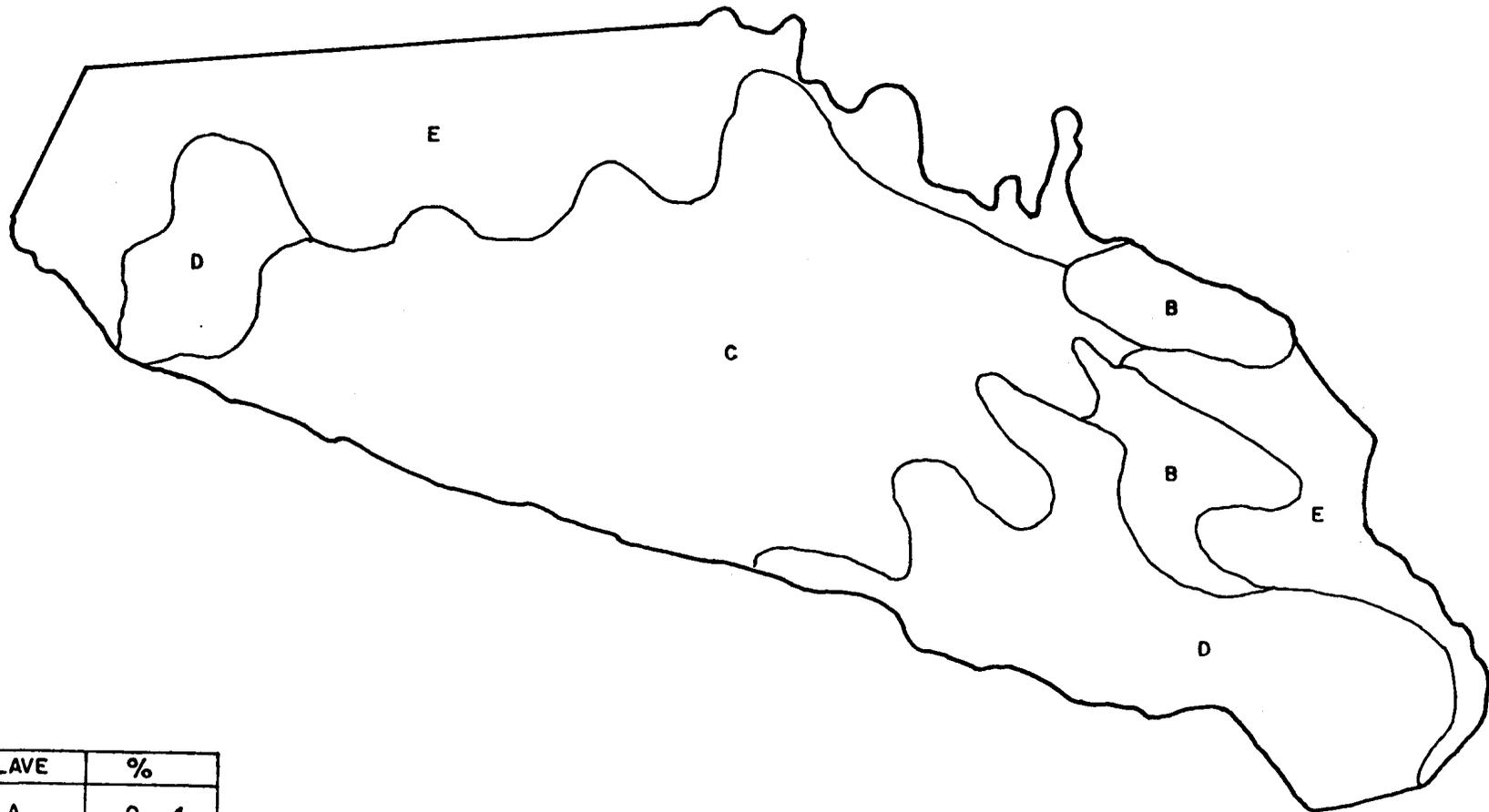
# LOCALIZACION DE MUESTREO



- Calicata
- ▲ Barrenamiento

ESCALA APROX. 1:12,000

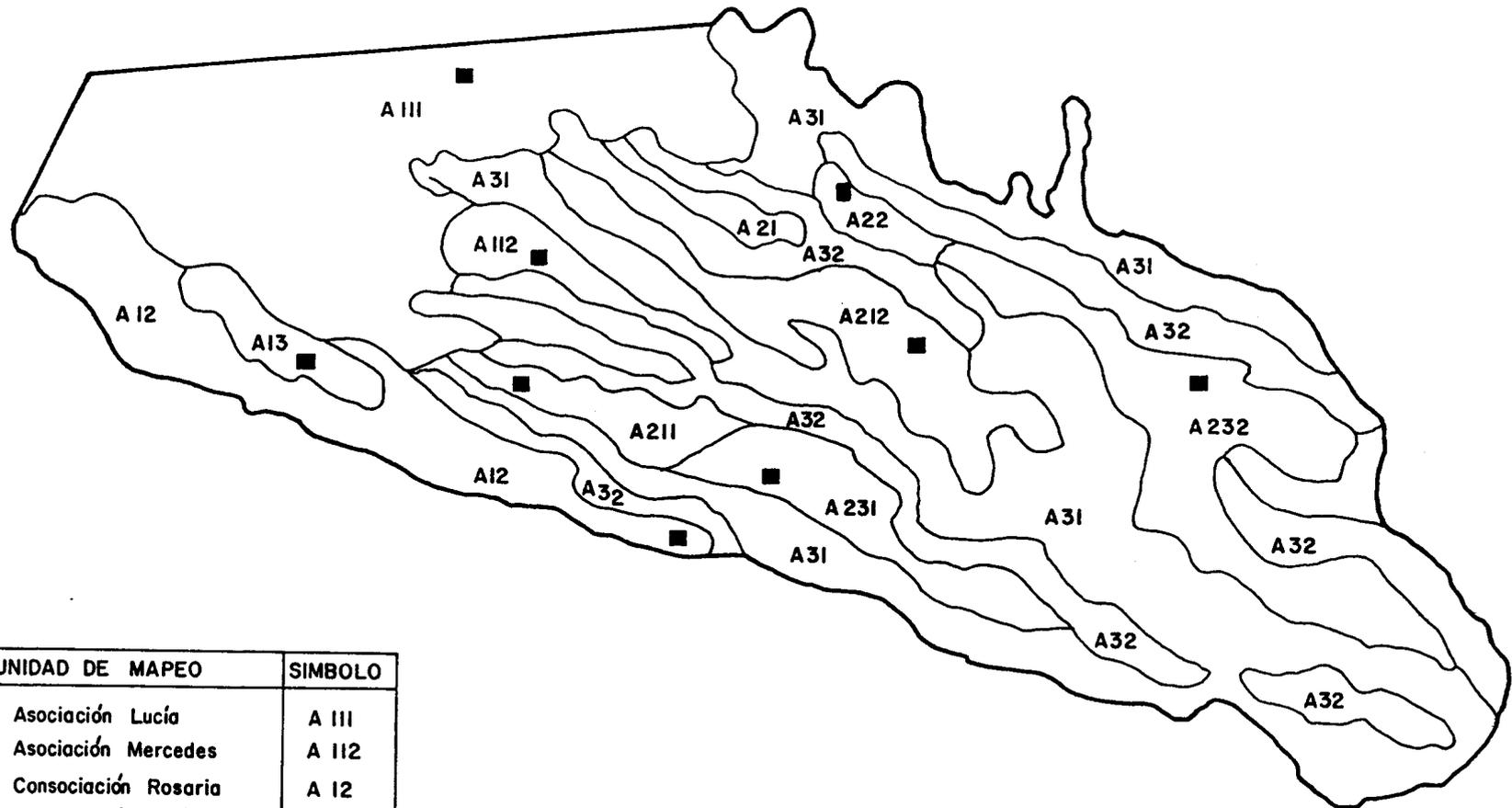
# PENDIENTE



CLAVE	%
A	0 - 4
B	4 - 8
C	8 - 16
D	16 - 32
E	> 32

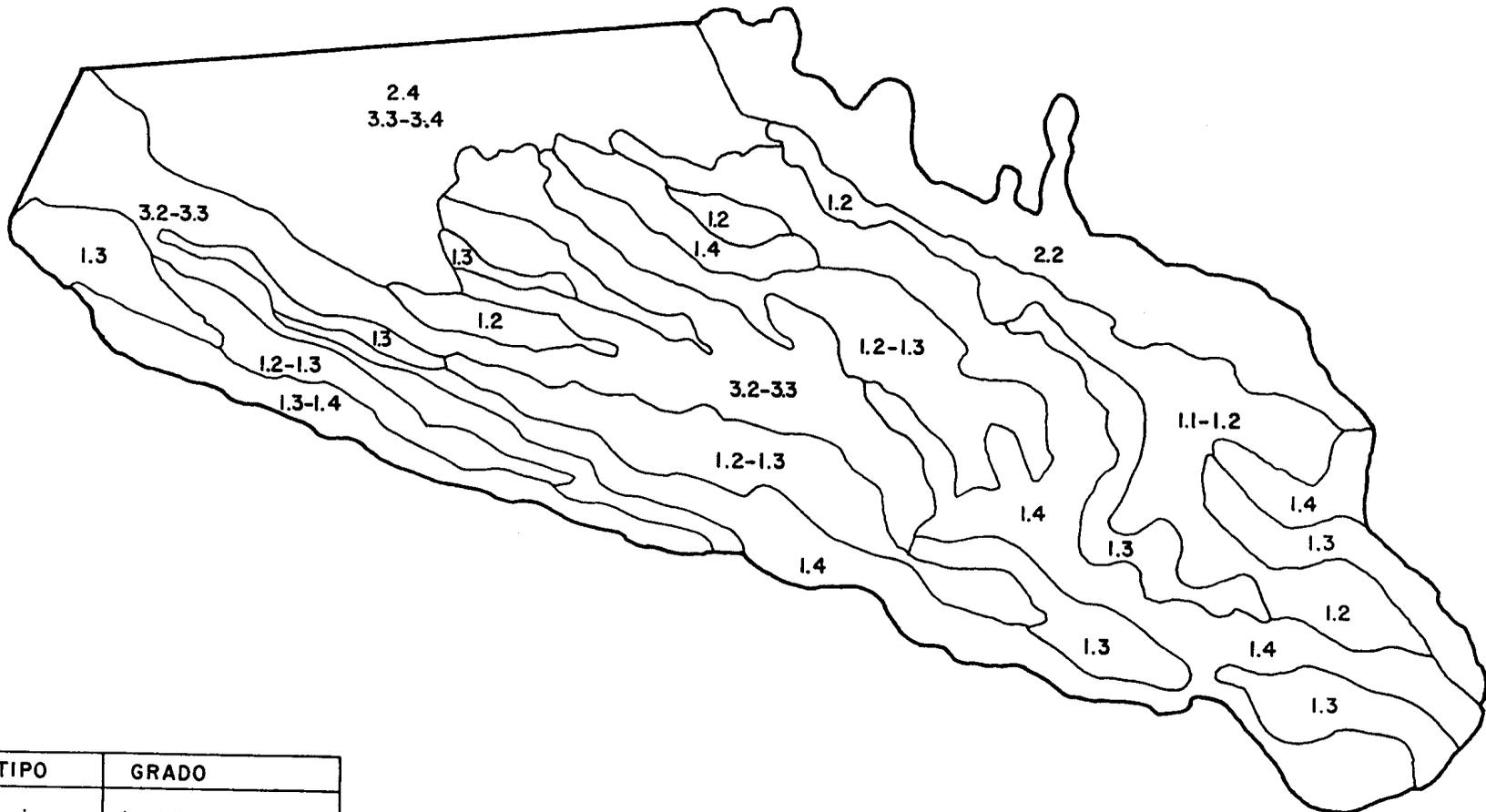
ESCALA APROX. 1:12,000

## UNIDADES DE MAPEO



UNIDAD DE MAPEO	SIMBOLO
Asociación Lucía	A III
Asociación Mercedes	A 112
Consociación Rosario	A 12
Consociación María	A 13
Consociación Gabriela	A 211
Consociación Maribell	A 212
Consociación Blanca	A 22
Asociación Ninette	A 231
Asociación Maritza	A 232
Sanjón Deforestado	A 31
Sanjón Forestado	A 32

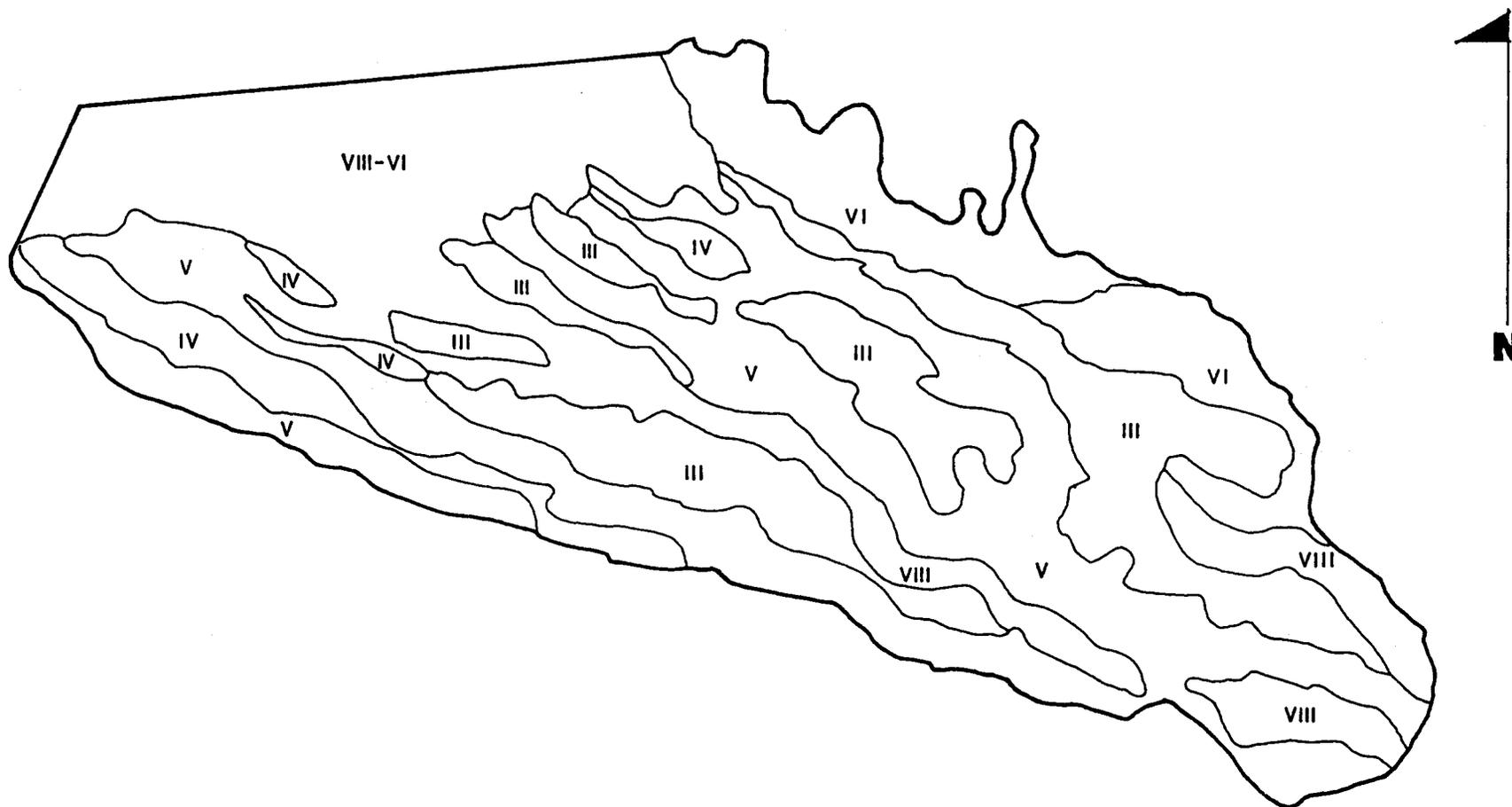
# EROSION



TIPO	GRADO
1- Laminar	1- Ligera
2- Surcos	2- Moderada
3- Carcavas	3- Fuerte o Severa
	4- Muy Severa

ESCALA APROX. 1 : 12,000

# CLASIFICACION AGROLOGICA



ESCALA APROX. 1 : 12,000



ACILTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....
Asunto .....
.....

" IMPRIMASE "

*[Handwritten signature]*



DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.  
D E C A N O