

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE LOS USOS DE LA TIERRA (AGRICOLA,  
URBANO E INDUSTRIAL) Y SUS IMPACTOS AMBIENTALES EN LA  
SUBCUENCA DE LAGO DE AMATITLAN

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA  
DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

OTTO HOMERO ILLESCAS FERNANDEZ

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO  
EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, junio de 1989

DL  
01  
T (127A)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

DOCTOR RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	ING. AGR. ANIBAL MARTINEZ
VOCAL 1:	ING. AGR. GUSTAVO A. MENDEZ
VOCAL 2:	ING. AGR. JORGE SANDOVAL
VOCAL 3:	ING. AGR. MARIO MELGAR
VOCAL 4:	BR. MARCO ANTONIO HIDALGO
VOCAL 5:	P.A. BYRON MILIAN VICENTE
SECRETARIO:	ING. AGR. ROLANDO LARA ALECIO

GUATEMALA, MAYO 1989

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CIUDAD

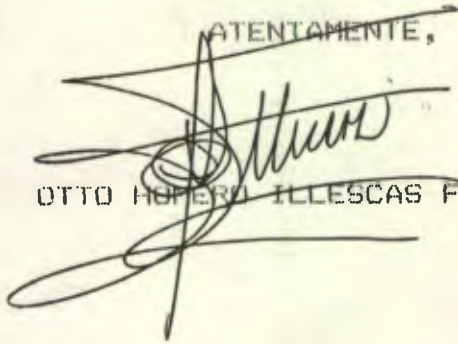
HONORABLES SEÑORES:

EN CUMPLIMIENTO CON LO ESTABLECIDO EN LA LEY ORGANICA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, TENGO EL HONOR DE  
SOMETER A VUESTRA CONSIDERACION EL TRABAJO DE TESIS TITULADO:

"DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE LOS USOS DE LA TIERRA (AGRICOLA,  
URBANO E INDUSTRIAL) Y SUS IMPACTOS AMBIENTALES EN LA  
SUBCUENCA DEL LAGO DE AMATITLAN"

PRESENTANDOLO COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO, EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO EN  
CIENCIAS AGRICOLAS.

ATENTAMENTE,



OTTO HUBERO ILLESCAS FERNANDEZ



GUATEMALA, MAYO 1989

INGENIERO AGRONOMO  
ANIBAL MARTINEZ  
DECANO  
FACULTAD DE AGRONOMIA

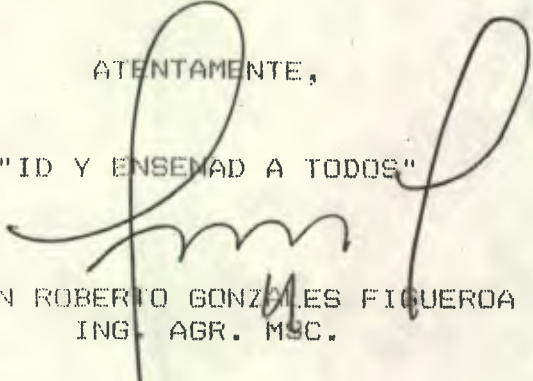
SEÑOR DECANO:

EN ATENCION AL NOMBRAMIENTO EMITIDO POR LA DECANATURA DE ESTA FACULTAD PARA ASESORAR AL ESTUDIANTE OTTO HOMERO ILLESCAS FERNANDEZ EN SU TRABAJO DE TESIS "DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE LOS USOS DE LA TIERRA (AGRICOLA, URBANO E INDUSTRIAL) Y SUS IMPACTOS AMBIENTALES EN LA SUBCUENCA DEL LAGO DE AMATITLAN , INFORMO QUE HA SIDO CONCLUIDA LA ASESORIA Y LA REVISION DEL DOCUMENTO FINAL.

EL TRABAJO PRESENTADO POR EL ESTUDIANTE ILLESCAS FERNANDEZ, LLENA LOS REQUISITOS DE TESIS DE GRADO, POR LO CUAL SUGIERO QUE SEA ACEPTADA PARA SU PRESENTACION EN EL EXAMEN GENERAL PUBLICO.

ATENTAMENTE,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



ALLAN ROBERTO GONZALES FIGUEROA  
ING. AGR. MSC.

TESIS QUE DEDICO

A: DIOS

AL: MUNICIPIO DE AMATITLAN  
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

A: LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA.

A: LA FACULTAD DE AGRONOMIA.

ACTO QUE DEDICO

A: DIOS

A MIS PADRES: ALFONSO ILLESCAS RIVERA  
MARIA CRISTINA FERNANDEZ DE ILLESCAS

A MI ESPOSA: MAGDA CRISTINA MONTES DE ILLESCAS

A MIS HERMANOS: DELIA ANGELICA, ANTONIO ALFONSO  
NORMA GUISELA Y DORA INES

A MIS ABUELOS: ANTONIO FERNANDEZ (QEPD)  
LEONIDAS MORALES (QEPD)  
ANGELA RIVERA MONTERROSO

A MI PRIMO: P.A. JULIO RENE ILLESCAS MENDOZA (QEPD)

A MIS SOBRINOS: TONY, ERICK, CLAUDIA, KIMBERLY Y NELSON

A MIS TIOS, PRIMOS  
Y CUNADOS

A LA FAMILIA: MONTES SAMAYOA

A MIS AMIGOS: PABLO ALVISURIZ, RAFAEL AMADO,  
HUGO OLIVARES, LUIS PEREIRA,  
VINICIO PEREZ Y RENE SUAREZ.

## AGRADECIMIENTOS

- A: Mi asesor Ing. Agr. MSc. Alan Roberto González Figueroa, por la orientación e interés puesto en la realización del presente trabajo de tesis.
- Al: Ing. Agr. Efrain López Morales, por las facilidades proporcionadas en el desarrollo del mismo.
- Al: Cartógrafo Francisco Reyes Guerrero, por el apoyo dado en su realización.
- A: Zoila Elizabeth Ortiz y Sandra Colorado de Cruz, por su trabajo mecanográfico.
- A: Angélica Esperanza Quezada por su valiosa contribución en el proceso de estructuración y levantado mecanográfico del informe final.
- A: Alfonso Milian, Arturo Mirón y diferentes técnicos de instituciones públicas y privadas existentes en el área de trabajo, por su desinteresada colaboración.
- Al: Insituto Geográfico Militar.
- Al: Personal de la División de Estudios Geográficos, especialmente a Edgar Lamm y José Manuel Snachez por sus valiosos aportes al capítulo de suelos.
- A: Rogelio Porras, Marvin Godines y Jorge Estrada, personal del departamento de Ecología de la División de Estudios Geográficos, por su contribución en las diferentes etapas de realización del presente trabajo.



"DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE LOS USOS DE LA TIERRA (AGRICOLA, URBANO E INDUSTRIAL) Y SUS IMPACTOS AMBIENTALES EN LA SUBCUENCA DEL LAGO DE AMATITLAN"

"PRELIMINARY DIAGNOSTIC OF THE LAND USE (AGRICULTURAL, URBAN AND INDUSTRY) AND ENVIRONMENT IMPACT IN THE BASIN OF THE AMATITLAN LAKE"

En Guatemala las formas inadecuadas de utilización de los recursos naturales provocan el deterioro de los mismos, lo cual conduce a cerrar las opciones de desarrollo a las futuras generaciones.

Este estudio es una contribución al conocimiento de la problemática ambiental en la subcuenca del lago de Amatitlán, provocada por los usos del suelo agrícola, urbano e industrial. Además se analiza la legislación ambiental que rige estos usos del suelo y se formulan las acciones correctivas que deben ser implementadas para permitir un uso sostenido de los recursos con el menor impacto ambiental negativo posible.

El estudio se desarrolló en base al análisis e interpretación del material cartográfico-temático existente, fotografías aéreas del área, entrevistas con agricultores e información obtenida en las instituciones públicas y privadas que desarrollan diferentes programas dentro del área. Además se cubrieron diferentes fases de trabajo de campo para los estudios específicos de suelos, uso, capacidad de uso e intensidad de uso de la tierra.

La información generada permite conocer que en la subcuenca del lago de Amatitlán la expansión urbana, industrial y agrícola han introducido condiciones para la paulatina degradación de los recursos naturales. En el área urbana se asienta una población aproximada de un millón de habitantes, los cuales hacen uso de una amplia variedad de servicios urbanos cuya funcionalidad en términos generales es deficiente; dentro de ellos los drenajes se convierten en medio de conducción de aguas servidas que se incrementen al mismo ritmo de expansión, urbana estas aguas son depositadas sin previo tratamiento en las corrientes superficiales que drenan hacia el lago de Amatitlán. La actividad industrial es sumamente importante pues aproximadamente el 80% de la industria nacional se encuentra en la zona y sus aguas residuas conducen compuestos sintéticos y químicos hacia las corrientes superficiales. En cuanto a la agricultura con el empleo de pesticidas, técnicas de fertilización utilizadas y además por la inadecuada protección de áreas de cultivo en pendientes pronunciadas, alimenta en nutrientes el drenaje superficial del agua. Además, la inadecuada explotación de los recursos forestales han implicado poca retención de agua de lluvia, aumento de caudales de crecida, incremento en la erosión mecánica, acarreo de materia



## CONTENIDO

RESUMEN	PAG.
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	2
3. REVISION DE LITERATURA	3
3.1. Características de la subcuenca del lago de Amatitlán	3
3.1.1. Características del área de estudio.	3
3.1.2. Hipsometría.	3
3.1.3. Zonas de vida.	5
3.1.4. Geología.	5
3.1.5. Suelos.	9
3.1.6. Régimen Hidrológico de las corrientes.	12
3.1.7. Calidad de las aguas de los ríos.	13
3.2 Características del lago de Amatitlán.	14
3.2.1. Medio Físico del lago de Amatitlán.	14
3.2.2. Génesis v Morfología.	14
3.2.3. Régimen de Calidad del lago de Amatitlán	16
3.2.4. Condiciones del lago de Amatitlán.	16
3.2.5. La calidad de los ríos v la eutroficación del lago.	18
3.3. Usos Característicos de la tierra en la subcuenca del lago de Amatitlán.	18
3.3.1. Uso Urbano.	18
3.3.2. Uso Industrial.	19
3.3.3. Uso Agrícola.	20
3.4. Legislación Ambiental.	21
4. MATERIALES Y METODOS.	23
4.1. Materiales.	23
4.1.1. De gabinete.	23
4.1.2. De campo.	23
4.2. Métodos.	23
4.2.1. Suelos.	23
4.2.2. Uso Urbano e industrial.	23
4.2.3. Uso Agrícola.	24
4.2.4. Intensidad de uso.	26
4.2.5. Acciones correctivas.	27

5.	RESULTADOS.	28
5.1.	Suelos.	28
5.1.1.	Tierras altas cristalinas.	28
5.1.1.1.	Discusión general de los análisis físico-químicos	53
5.1.2.	Cadena Volcánica	54
5.2.	Uso de la tierra.	54
5.2.1.	Uso Urbano e industrial	56
5.2.2.	Uso Agrícola.	62
5.3.	Intensidad de uso.	69
5.3.1.	Uso correcto.	71
5.3.2.	Sub uso.	74
5.3.3.	Sobre uso.	75
5.4.	Legislación Ambiental.	76
5.5.	Acciones Correctivas	81
6.	CONCLUSIONES.	87
7.	RECOMENDACIONES.	89
8.	BIBLIOGRAFIA.	90
9.	APENDICE.	95
9.1.	Boleta de campo para toma de muestras de suelo.	96
9.2.	Boleta de campo para recabar información agrícola.	98
9.3.	Descripción de las clases de capacidad de uso de suelo.	101

## LISTADO DE FIGURAS

## PAGINA

1.	Mapa hipsométrico	4
2.	Zonas de vida de Hodrige en la subcuenca del lago de Amatitlán.	6
3.	Mapa Geológico.	7
4.	Series de suelos Simmons et al en la Subcuenca del lago de Amatitlán	9
5.	Mapa Hidrográfico.	11
6.	Cambio de niveles del lago de Amatitlán.	15
7.	Mapa Fisiográfico.	30
8.	Mapa de uso de la tierra.	57
9.	Vías de comunicación en la subcuenca del lago de Amatitlán.	61
10.	Regionalización agrícola establecida para la subcuenca del lago de Amatitlán.	63
11.	Mapa de Isovetas media anuales.	65
12.	Mapa de susceptibilidad a la erosión.	67
13.	Mapa de pendientes.	70
14.	Mapa de capacidad de uso de la tierra.	72
15.	Mapa de intensidad de uso.	73



LISTADO DE CUADROS	PAG.
1. Pendientes en las microcuencas del lago de Amatitlán.	5
2. Zonas de vida Holdridge en la Subcuenca del lago de Amatitlán.	5
3. Leyenda fisiográfico-edafológica de la subcuenca del lago de Amatitlán	30
4. Análisis físico-químico del perfil No 1.	33
5. Análisis físico-químico del perfil No 2.	36
6. Análisis físico-químico del perfil No 3.	38
7. Análisis físico-químico del perfil No 4.	40
8. Análisis físico-químico del perfil No 5.	42
9. Análisis físico-químico del perfil No 6.	44
10. Análisis físico-químico del perfil No 7.	47
11. Análisis físico-químico del perfil No 8.	49
12. Análisis físico-químico del perfil No 9.	52
13. Categorías de uso de la tierra en la subcuenca del lago de Amatitlán	57
14. Principales áreas ocupacionales de las poblaciones en la subcuenca del lago de Amatitlán	60
15. Servicios básicos de las poblaciones en la subcuenca del lago de Amatitlán	61
16. Problemática ambiental relevante en las áreas municipales de la subcuenca del lago de Amatitlán	62
17. Categorías de intensidad de uso de la tierra en la subcuenca del lago de Amatitlán.	74

## 1. INTRODUCCION

Guatemala por su posición geográfica, características geológicas, topográficas y climáticas, presenta una compleja variedad de aspectos ambientales bióticos.

Al analizar las variadas formas de utilización de los recursos naturales en Guatemala, es evidente que la mayoría de ellas se convierten en causantes del deterioro de los mismos, efecto que algunas veces puede ser temporal, pero en muchas ocasiones puede provocar la pérdida irremediable de los recursos naturales, cerrando así las opciones a una mejor calidad de vida de las futuras generaciones.

Las formas inadecuadas de utilización de los recursos naturales, se caracterizan por el uso inapropiado del suelo de acuerdo a su capacidad, aplicación de técnicas de cultivo que afectan el medio, avance de la frontera agrícola y ganadera, presión de población contaminación industrial y urbana, y otras. (46).

Esta problemática se debe básicamente a la mala distribución demográfica, desorganización espacial, deficiente planificación del uso y distribución de la tierra; además las técnicas agrícolas actuales y al régimen de propiedad dificultan todo desarrollo. (49).

En la subcuenca del lago de Amatitlán, esta situación se presenta en forma característica. En ella el rápido crecimiento de las ciudades, el desarrollo de la industria y las actividades agrícolas tradicionales, están provocando impactos ambientales negativos que afectan principalmente a este cuerpo de agua y las poblaciones adyacentes. Estos impactos se reflejan en efectos como la pérdida de fertilidad de los suelos por erosión, cambios en el régimen hidrológico, sedimentación y contaminación del lago por acumulación de productos residuales de actividades agrícolas e industriales, así como por el suelo erosionado.

De acuerdo a estas condiciones se hace necesario desarrollar estudios pertinentes a fin de definir las causas puntuales de la problemática para formular las acciones correctivas que permitan un uso sostenido de los recursos con el menor impacto ambiental negativo posible.

Este estudio caracteriza los usos del suelo, la situación de los recursos naturales y las actividades agrícolas, urbanas e industriales, lo cual permite formular como estudio de caso, acciones correctivas generales que promuevan el uso sostenido de los recursos.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. General

Elaborar un diagnóstico específico de los usos agrícolas, urbano e industrial y sus implicaciones ambientales en la subcuenca del lago de Amatitlán.

### 2.2. Específicos

2.2.1. Determinar y analizar las categorías de intensidad de uso de la tierra en la subcuenca del lago de Amatitlán.

2.2.2. Análisis de la aplicación de la legislación ambiental existente en los usos característicos determinados.

2.2.3. Formulación de acciones correctivas que promuevan un uso sostenido de los recursos en el área de estudio.



### 3. REVISION DE LITERATURA

#### 3.1. Característica de la subcuenca del lago de Amatitlán

##### 3.1.1. Características del área de estudio

El área aproximada de la subcuenca del Lago de Amatitlán es de 374.37 km<sup>2</sup>.

Esta drenada por una red hidrogeográfica integrada por tres ríos principales: Río Villalobos, Río Pinula y Río Las Minas. En estos debido a la explotación intensiva durante la época seca del año, los caudales de agua abajo son muy escasos, en comparación con los registrados en invierno.

Las aguas de estos ríos, alimentan al Lago de Amatitlán (superficie 15,575 km<sup>2</sup> volumen 286\*10<sup>6</sup> metros cúbicos y profundidades máximas que varían de 24.4 a 33 metros), el cual es drenado por el Río Michatoya. Las aguas que entran al Lago directamente por estos ríos son su promedio 2.33 metros cúbicos y las que salen por el Michatoya 3.66 metros cúbicos en promedio, la diferencia se debe a la existencia de otras fuentes superficiales y subterráneas.

En el área de influencia se asienta una población aproximada de un millón de habitantes, la cual crece a un ritmo de 4% anual. Acá se desarrolla una importante actividad agrícola: Cultivos de café, Caña de azúcar, Maíz, etc. En cuanto al aprovechamiento de los recursos del agua, aún cuando la disponibilidad es aparentemente alta, existe, sin embargo, problemas agudos de conflicto y competencia entre los utilizadores tanto en cantidad como en calidad. (48,55).

##### 3.1.2. Hipsometría

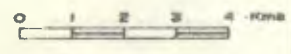
El desarrollo hipsométrico de la subcuenca del Lago de Amatitlán muestra aproximadamente un 80% de la superficie entre las cotas 1,300 y 2,000 msnm, el resto de la superficie, está por debajo de 1,300. Esto corresponde a tierras con pendientes muy fuertes. (Figura 1).

90°36'32"

90°31'55"



Nota: Las curvas corresponden a espaciamentos de 100 metros...



90°36'32"

90°31'55"

Fuente: 27, 28, 29, 30, 31

Figura 1. Mapa Hipsométrico



%	Intensidad de Pendiente		Porcentaje de Area de drenaje por microcuenca			
	Villalobos Gerona	Pinula	Las Minas	Tuluja	Platanitos	El Bosque
0-7	42.71	55.39	22.69	6.51	55.18	26.99
7-20	7.63	17.25	23.89	15.87	13.55	20.00
20-50	31.58	10.31	21.19	12.94	25.40	11.75
+ 50	18.08	17.05	31.23	64.62	5.37	41.26

Cuadro 1. Pendiente en las Microcuencas del Lago de Amatitlán  
FUENTE: (48)

### 3.1.3. Zonas de Vida

Las zonas de Vida Holdridge determinadas en el área son: Bosque húmedo subtropical templado (bh-S(t)) y bosque húmedo montano bajo (bh-MB). (Figura 2). (39).

El Bosque húmedo subtropical se caracteriza por tener una relación de evapotranspiración potencial entre 1.00 - 0.50 y biotemperatura media anual entre 12 y 18 grados C, así como un promedio de precipitación entre 1,000 a 2,000 milímetros. Las características del Bosque montano bajo son similares a los del anterior con la añadidura de tener un potencial de evapotraspiración total por año en el rango de 707 a 903 milímetros.

Zona de Vida Holdridge	Area km 2	Area total %
bh-S(t)	325.325	86.89
bh-MB	49.045	13.10

Cuadro 2. Zonas de Vida Holdridge en la Subcuenca del Lago de Amatitlán.

FUENTE (39).

### 3.1.4. Geología

Las características geológicas de la subcuenca del Lago de Amatitlán (Figura 3), se encuentran delimitadas por el cinturón volcánico que atravieza el país de Noroeste a Sureste.





Figura 2. Mapa de zonas de vida de holdridge.



Figura 3 Mapa Geológico



En ella existen formaciones de origen igneo, rocas volcánicas terciarias sin dividir, sedimentos piroclásticos de origen volcánico, aluviones fluviales y sedimentos lacustres.

El área está constituida por una gran estructura de graben (gradas), formada por el alineamiento por una serie de fallas de orientación aproximada Noroeste-Suroeste, de una extensión aproximada de 20 a 30 Km, la cual intercepta la gran falla de Jalpatagua de orientación Noroeste-Suroeste, que se localiza directamente sobre la margen Norte del Lago de Amatitlán. Dentro de los límites de esta estructura, las fallas laterales y las unidades litológicas al Norte y al Sur, se encuentra el gran relleno cuaternario. Este relleno es formado por rocas piroclásticas de diferente graduación y consolidación de una conformación petrográfica muy regular; además, es construido por rocas sedimentarias fluviales y lacustres.

La potencia de este relleno es muy variable, pudiendo alcanzar en algunos casos, espesores mayores de 350 metros. El basamento o soporte de esta gran unidad litológica está formado por grandes mantos de rocas riolíticas y andesíticas..

Los aluviones son del cuaternario y están contruidos por arenas y gravas no cementadas, por lo tanto son fáciles de erosionar.

Existen dos tipos de sedimentos volcánicos Eólicos: Tephra y Damicton, sus características generales son:

**Tephra:** Formados de elementos piroclásticos del cuaternario de diferente tamaño que van del color negro al blanco, están bien clasificados (debido a su transportación aérea) y a la vez son partículas angulares.

**Damicton:** Se caracterizan de estar formados de elementos piroclásticos del cuaternario, no clasificados, sin ninguna estratificación de mediana consolidación.

Otras estructuras geológicas presentes son: Riodacita, Dactia, Andesita, Tobas, Granito. (48).

### 3.1.5. Suelos

Según la clasificación de reconocimiento de suelos realizado por Simmons y colaboradores (54) en la subcuenca del Lago de Amatitlán, existen las siguientes series: Cauqué, Alotenengo, Guatemala fase pendiente,



Morán, Pacaya, Areas fragosas, cimas volcánicas y suelos aluviales no diferenciados. (figura 4).

Sus características Generales son:

**a) Cauqué:**

Ocupan relieves de ondulados a inclinados, a altitudes de 1500 msnm. en la meseta central de Guatemala.

**b) Alotenango:**

Ocupan pendientes inclinadas, encontrándose a elevaciones entre 750 y 1800 msnm.

**c) Guatemala Fase pendiente:**

Se caracteriza por su relieve seccionado y porque la mayoría de las pendientes tienen más del 20% de inclinación. Esta fase incluye superficies relativamente pequeñas de terreno casi plano, que representan el terreno original y una parte considerable del área ha sido tan erosionada que sólo queda la ceniza del substrato. El suelo varía de Guatemala Franco-Arcilloso casi típico, a capa muy delgada del suelo Franco-Arcilloso, café amarillento.

**d) Morán:**

Ocupan relieves ondulados a muy ondulados, localizados a altitudes que van de medianas a superiores en la parte sur central de Guatemala.

**e) Pacaya:**

Ocupan relieves moderadamente inclinados a altitudes medianas al sur de Guatemala.

**f) Areas Fragosas:**

En una clase de terreno donde barrancas de laderas perpendiculares de casi 100 metros de profundidad, cortan la planicie de Guatemala y otros cercanos, dejando inaccesibles unas partes potencialmente arables.

**g) Cimas Volcánicas:**

Consisten en ceniza volcánica ó escoria máfica típica, sin modificar y suelta. Ocupan pendientes inclinadas alrededor del 65% cortadas por barrancos profundos de laderas muy inclinadas.

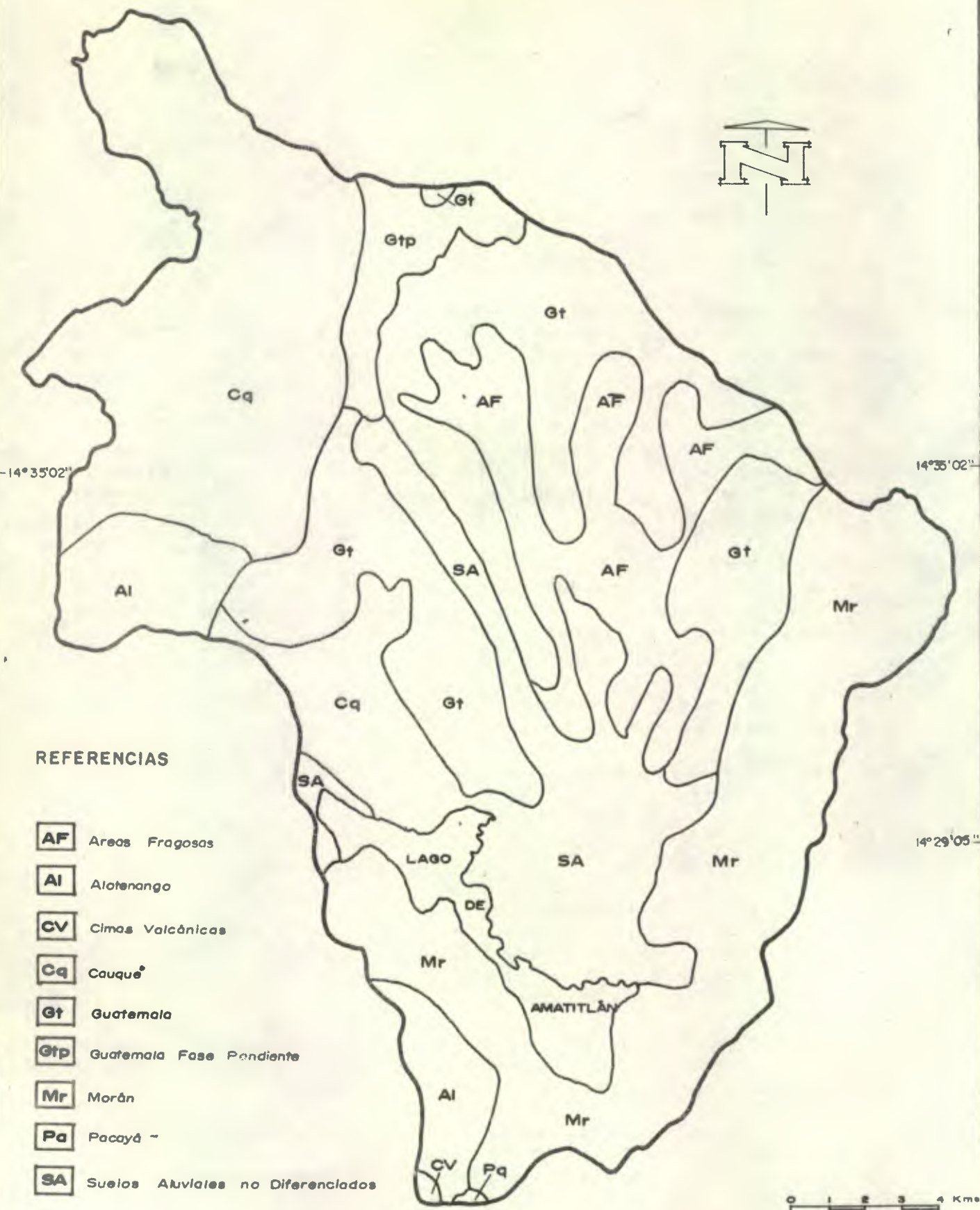
**h) Suelos aluviales no diferenciados:**

Dentro de ellos se encuentran agrupados suelos aluviales jóvenes de diferentes características.

Areas de magnitudes variables, discontinuas, se encuentran a lo largo de arroyos. En muchos lugares están bien drenados con arenas de reacción neutra a alcalina moderadamente oscuras. En otras están pobremente drenados, pesados y oscuros.

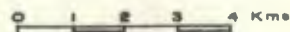
90°36'32"

90°31'55"



REFERENCIAS

- AF** Areas Frágiles
- AI** Alotenango
- CV** Cimas Volcánicas
- Cq** Cauque
- Gt** Guatemala
- Gtp** Guatemala Fase Pendiente
- Mr** Morán
- Pa** Pacayá
- SA** Suelos Aluviales no Diferenciados



90°36'32"

90°31'55"

Fuente: Simmons et al.

Figura 4. Series de suelos Simmons et al de la subcuenca del lago de Amatitlán.



### 3.1.6. Régimen Hidrológico de las corrientes

Las corrientes superficiales en la subcuenca (figura 5), acusan un régimen Hidrológico muy variable. Esto se debe por un lado, al régimen natural de alimentación pluviométrica y por otro lado es consecuencia del uso intensivo del agua, por los diferentes sectores que participan en la economía regional (Industria, Agricultura, así como los servicios privados y municipales de agua potable), existiendo casi una dependencia absoluta, por lo menos en época seca, de los caudales escurridos con las explotaciones de agua. (2).

En esta época los caudales son muy bajos, del orden de 50 Lts/seg. y en algunos casos se nota ausencia total del flujo base. (47).

Durante la época húmeda del año las condiciones Hidrológicas de las corrientes están influenciadas por las características naturales y artificiales del medio físico (Vegetación, Geología, Topografía, Urbanización, etc.). (2)

Los rasgos característicos de las corrientes pueden resumirse como sigue:

**Río Villalobos:** Es la corriente principal aguas arriba del lago de Amatitlán, se encuentra modificado, tanto en su régimen natural de caudal, como por tomas y derivaciones que existen sobre los principales afluentes, a tal extremo que en algunos casos lo hacen desaparecer de su curso natural en longitudes apreciables.

A la altura del puente del mismo nombre se observa en época seca ausencia de escurrimiento superficial.

**Río Pinula:** En época seca este río presenta un caudal relativamente alto, comparado con lo que se observa en los demás ríos de la zona, el cual sostenido con aportes subterráneos que alcanzan valores en promedio del orden de los 80 Lts/seg., a pesar de las múltiples derivaciones que se hacen desde su cabecera.

**Río Las Minas:** Los afluentes principales de este río son los denominados: Río El Molino y Río Los Encuentros, los cuales tienen conjuntamente un caudal medio anual de más o menos 120 lts/seg.

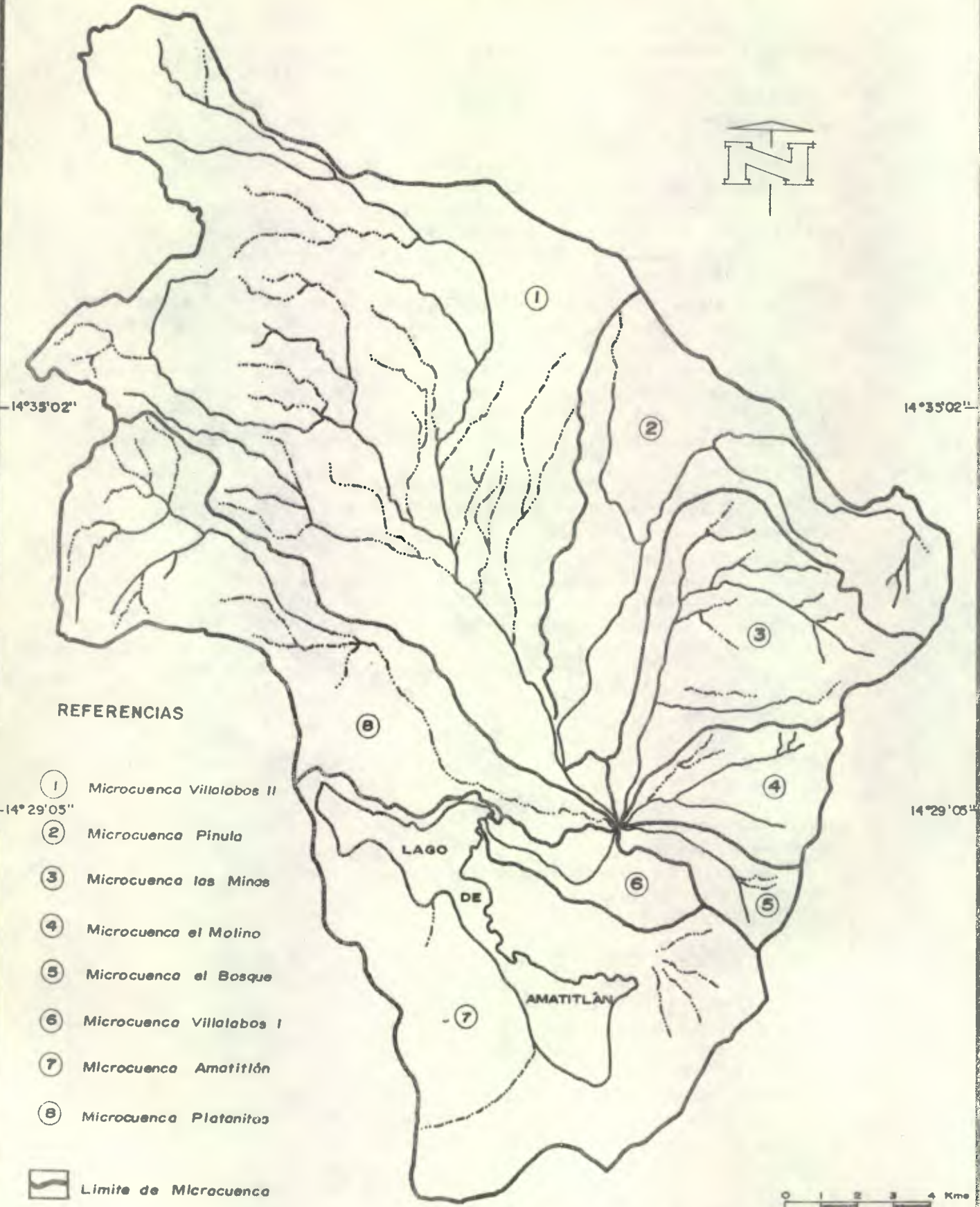
**Río El Bosque:** Durante el verano, es usado conjuntamente con el Tulujá, en su totalidad para el procesamiento de azúcar en el ingenio de Villa Canales. El caudal medio anual de éste río es de más o menos 20 lts/seg.

**Río Platanitos:** A 8 Km desde la desembocadura en el río Villalobos, no se manifiesta ningún escurrimiento



90°36'32"

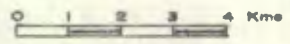
90°31'55"



REFERENCIAS

- ① Microcuenca Villalobos II
- ② Microcuenca Pínula
- ③ Microcuenca las Minas
- ④ Microcuenca el Molino
- ⑤ Microcuenca el Bosque
- ⑥ Microcuenca Villalobos I
- ⑦ Microcuenca Amatitlán
- ⑧ Microcuenca Platanitos

- Limite de Microcuenca
- Corriente Continua
- Corriente Intermitente



90°36'32"

90°31'55"

Fuente: 27, 28, 29, 30, 31

Figura 5. Mapa hidrográfico

en el Verano. A la altura de Villa Nueva conduce un total del orden de 10 lts/seg el cual se pierde aguas abajo dentro de su lecho en un tramo de más o menos 1 Km. (2, 42, 35).

### 3.1.7. Calidad de las aguas de los Ríos:

Los ríos de la subcuenca del lago de Amatitlán, acarrean materia sólida en suspensión, principalmente: Arena, Arcilla, Limo y Pomez. En el río Villalobos, los resultados de análisis muestran valores arriba de 10,000 mg/l y abajo de 1,000 mg/l; estos presentan durante el 15% del tiempo y durante el 50% del tiempo las concentraciones son iguales o mayores de 4,000 mg/l. (40).

Los demás ríos, muestran concentraciones comprendidas entre 400 y 500 mg/l durante el 80% del tiempo, siendo el río Pinula el que presenta valores más altos.

Los sólidos en suspensión, registran para el río Villalobos 400,000 toneladas por año, carga que es arrastrada para el lago de Amatitlán y casi totalmente retenida, pues la carga calculada en la salida del mismo, arroja una cantidad del orden de 10,000 toneladas por año.

Los valores de DBO5 en los ríos investigados, se mantuvieron entre 1 y 2 mg/l, salvo algunas excepciones; el proyecto de investigación de corrientes en su informe preliminar (40), registra valores de 1 y 5 mg/l de DBO5. Generalmente se observa un incremento de la concentración en época seca coincidiendo con los trabajos en los beneficios de café y azúcar.

Aunque los resultados obtenidos de DBO5 no son muy altos, esto no quiere decir que las introducciones de aguas negras domésticas a los ríos no existan o que la polución orgánica en general sea de poca importancia, sobre todo si se considera la capacidad autopurificadora de los ríos. (47).

Resultados de cloruros en mediciones efectuadas, están comprendidos entre 8 y 10 mg/l. Estos valores no nos indican ninguna contaminación considerable de este tipo.

Las concentraciones de fósforo total encontradas en los ríos, varían entre 0.3 y 0.8 mgr/l. y los fosfatos entre 0.2 y 0.3 mg/l. Estos valores corresponden, de acuerdo a valores experimentales a áreas que drenan extensiones agrícolas, siendo los ríos Tulujá y el bosque, los que presentan valores más elevados. El mayor aporte de fósforo será en el río Villalobos, el que constituye casi la mitad del total de la carga que



llega al lago como aporte directo, la retención de éste elemento es del orden de 60%.

Las concentraciones de Nitrógeno total varían entre 0.3 y menos de 0.1 mg/l. Se han determinado las concentraciones más altas en los ríos Villalobos, Pinula, y Tuluja. esta retención teórica de Nitrógeno en el lago, es del orden de 45% de la carga de entrada. (40,55).

### **3.2. Características del lago de Amatitlán:**

#### **3.2.1. Medio físico del lago de Amatitlán**

El lago de Amatitlán se encuentra localizado entre los paralelos 14° 25'10" y 14° 29'30" de latitud norte y los meridianos 90°31'40" y 90°36'40" de longitud oeste. La posición vertical de la superficie media de sus aguas está a 1183 msnm. Forma parte de la subcuenca del río Michatoya en la cuenca del río María Linda.

La importancia relativa del desarrollo económico y utilización de los recursos de agua deriva de su cercanía (23 Km.) con la ciudad de Guatemala; donde habita un alto porcentaje de habitantes y se localiza gran cantidad de industrias.

Además de las grandes perspectivas de desarrollo urbano que existe entre estos dos puntos y también por el uso intensivo de la tierra por la agricultura. (47.)

#### **3.2.2. Génesis y Morfología.**

El lago se originó por la gran actividad volcánica durante la época terciaria en la región, la cual desarrolló grandes subsidencias que con el concurso de los movimientos tectónicos, dió como resultado la formación de una gran fosa o depresión de aproximadamente 50 Km. en la cual se formó el lago de Amatitlán, con los aportes de agua atmosférica y de las cuencas tributarias de la zona. De acuerdo a la evidencias geológicas actuales parece ser que su magnitud era bastante superior a la actual; aproximadamente 50 m/nivel actual. Sin embargo su extensión, volumen y nivel descendieron, como consecuencia de movimientos tectónicos de la continua actividad volcánica y los mecanismos naturales de transformación del relieve (meteorización, erosión, etc.) ( Fig 6).

Actualmente el cuerpo del lago se presenta sobre una fosa alargada de orientación aproximada noroeste a sudeste, con una longitud máxima de 9.5 Km. lo cual conforma 2 depresiones con profundidades máximas de 33.0 y 24.4 mts. los cuales definen 2 cuencas, prácticamente



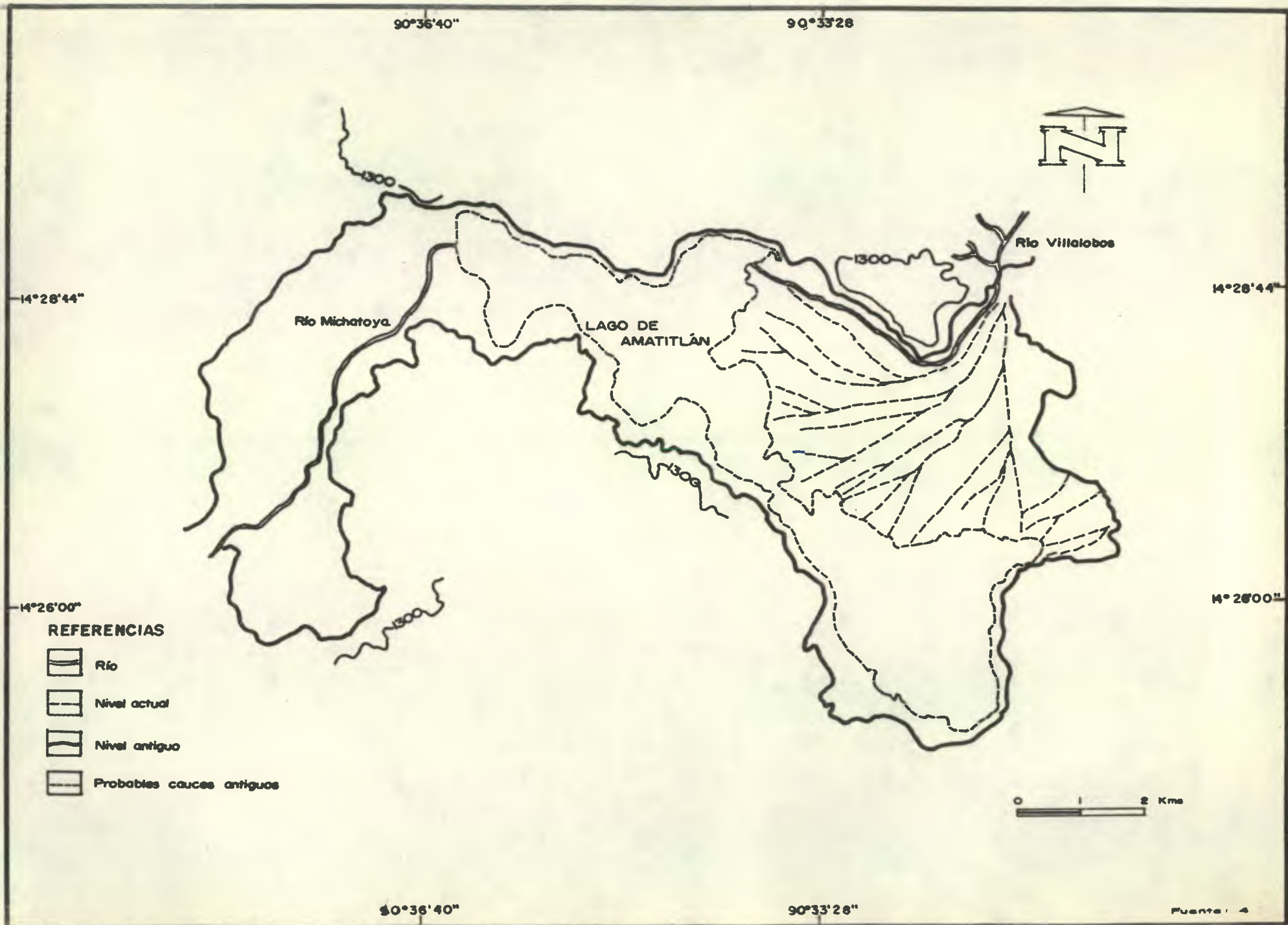


Figura 6. Cambio de niveles del lago de Amatitlán.

de poca dependencia entre ellas, situadas al oeste y este respectivamente, entre las cuales, las profundidades decrecen paulatinamente hasta alcanzar una profundidad mínima de 5 m.

### **3.2.3. Régimen de calidad del lago de Amatitlán**

Las corrientes de agua que dieron origen al lago, al encontrar un ancho y profundidad mayores, cambiaron su régimen hidráulico de escurrimiento; los sólidos que normalmente acarreaban las corrientes superficiales, encontraban el sitio ideal para su sedimentación y aluviamiento, por lo cual sus dimensiones fueron reducidas. El río Villalobos generó al delta aluvial de entrada; la invasión de sólidos, provocó la formación de dos cuencas dentro del lago y por estas circunstancias la circulación y desplazamiento horizontal de las aguas se han ido limitando gradualmente.

En condiciones ideales de circulación de las aguas, el volúmen actual del lago debería ser renovado cada 3.3 años lo cual no sucede, porque la circulación principal se ha establecido en la cuenca occidental donde actualmente están localizados el influente y afluente principales.

Otras características físico-químicas del lago, están influenciadas por el acarreo de elementos químicos, orgánicos e inorgánicos por las aguas de los tributarios, por la calidad físico-química de los materiales termominerales que emergen directamente sobre el lago: las concentraciones humanas, acentadas en condiciones precarias de saneamiento, introducen, vía superficial importantes cargas de desechos orgánicos; por su lado la industria también participa en igual forma.

En cuanto a la agricultura, con el empleo de pesticidas y sus técnicas de fertilización usadas y además por la inadecuada protección de cultivo en grandes pendientes que alimentan en nutrientes las aguas de los ríos. Por otro lado y especialmente la mala explotación de los recursos forestales han implicado, poca retención de aguas de lluvia, aumento de caudales de crecida, incremento de la erosión mecánica, aumento de acarreo de materia sólida orgánica e inorgánica y en consecuencia un alto aporte de nutrientes a los ríos y naturalmente al lago. La industria agrícola de transformación introduce a los ríos tributarios y al lago directamente importantes cargas de materia orgánica y compuestos químicos diversos. ( 47, 55 ).

### **3.2.4. Condiciones de lago de Amatitlán**

Hay una alta productividad de algas azul-verdes (microcystis) como consecuencia de la acción de los



factores antes mencionados, principalmente los efectos de estratificación térmica, mezcla de las aguas y de concentraciones de nutrientes ( fósforo y nitrógeno ) así como los déficits de oxígeno disuelto. Entre los factores que determinan las condiciones del lago están las siguientes:

**a) Temperatura:**

A finales de marzo y principios de abril se establece una región donde el gradiente de temperatura es bien definido, es precedido de inestabilidad entre los meses de noviembre a marzo.

Las temperaturas superficiales raramente exceden los 25-26° C.

**b) Oxígeno disuelto:**

Debido a las condiciones de circulación térmica vertical en el mes de febrero, la oxigenación se realiza de la superficie al fondo; tal situación se transforma rápidamente a una zona de déficit en mayo la que persiste hasta noviembre.

Los valores normalmente encontrados están comprendidos entre 7 y 9 mg/l y un valor mínimo de 4.9 mg/l.

Los valores de DBO5 están comprendidos entre 1 y 3 mg/l, hasta un máximo de 5 mg/l.

**c) Nutrientes: Fósforo y Nitrógeno:**

La distribución de Nitrógeno total muestra los valores más altos al final de la época de lluvias ( octubre ) y los valores bajos, comprendidos entre 0.1 y 0.2 mg/l, fueron encontrados en febrero.

Los nitratos sistemáticamente fueron bajos y las concentraciones raramente excedieron de 0.05 mg/l. (47).

Los ortofosfatos tienden a aumentar después del período de mezcla realizada en la época seca, incremento que continua con la profundidad. Las concentraciones observadas de PO4 total, son del orden de 0.5 mg/l (0.16mg/l de P total).

Según Weiss, las fluctuaciones cuantitativas de nitrógeno total fueron más evidentes que las de fósforo total.

La relación Nitrógeno total al fósforo total, es bajo y su valor es de 4:1. El número de coliformes totales, muestra variaciones muy amplias, observándose valores mínimos de 10 y máximos de 9,000 coliformes por 100 c.c.

**d) Cloruros:**

Los valores de las concentraciones encontradas son muy altos, del orden de 150 a 200 mg/l, mientras que los afluentes muestran valores de 10mg/l aproximadamente.

**e) Sólidos totales disueltos:**



Los sólidos totales varían muy poco y su concentración es del orden de 600 mg/l. El 85% está disuelto y aproximadamente 100 mg/l quedan en forma suspendida.

### **3.2.5. La calidad de los ríos y la eutroficación del lago de Amatitlán**

La autotroficación es un proceso natural que se acelera fuertemente por los nutrientes a través de aguas de desechos domésticos e industrial y escurrimientos que contienen estos nutrientes procedentes de zonas agrícolas. La experiencia indica que los principales causantes son el fósforo y el potasio. (2, 5, 57).

Es de esperar que ríos con cuencas grandes acarreen cargas más grandes, como los ríos Villalobos y Pinula. En el río El Bosque, a pesar de las altas concentraciones encontradas, debido a los caudales pequeños acarrea poca carga anual de fosfatos. El total de fosfatos calculados que entran en el lago con las aguas superficiales son de unas 25 toneladas al año de las cuales el lago retiene aproximadamente 60%.

Con 50,000 habitantes ingeridos por el sistema de alcantarillado, que descarga en estos ríos, la carga de fosfatos introducida a través de las aguas negras será de 50 a 75 toneladas por año (según valores de experiencia para agua negra cruda, es decir, sin tratamiento).

Estas explicaciones nos demuestran que además de ser costoso, es difícil de mejorar el lago con tratamiento o desviación de aguas negras; el estado presente puede empeorar debido al incremento a gran escala de aguas negras.

## **3.3 Usos característicos de la tierra en la subcuenca del lago de Amatitlán**

### **3.3.1. Uso Urbano:**

Las zonas urbanas son uno de los usos más importantes en la subcuenca del lago de Amatitlán, por las condiciones para el crecimiento de estas zonas han permitido se logre a un ritmo mayor que en otras regiones de la república. (45).

Las zonas urbanas son agregados de seres humanos que utilizan intensivamente los productos primarios y secundarios; los desechos acumulados son evacuados en vez de volver al suelo. Manantiales, tanto dentro como fuera del graden de Guatemala, están sujetos a la contaminación proveniente de las actividades superficiales, y de la escorrentía del agua de las cuencas para las reservas y presas y la infiltración de las agua contaminadas al acuífero del valle de la ciudad de Guatemala. (4).

En el área de influencia del lago de Amatitlán se asienta una población aproximada de un millón de habitantes que crece a un ritmo de 4% anual. (2).

La contaminación proveniente de los drenajes superficiales hacia los barrancos, es otra amenaza para el agua potable y la salud.

Patógenos y no Patógenos algunos compuestos químicos disueltos se infiltran en el agua; ésto provoca la contaminación de los pozos que proveen de agua potable a la ciudad. El tratamiento de estas aguas, así como las que están contaminadas en la superficie por actividades agrícola industriales, no eliminarán la mayoría de las substancias disueltas históricamente. Los sistemas de purificación del agua han sido diseñados sólo para destruir las bacterias.

El agua contaminada por excrementos humanos, otros materiales orgánicos decompuestos, organismos patógenos, es enorme y es la responsable de enfermedades como la tifoidea, enteritis, colera y hepatitis, sólo por mencionar algunas.

Las Lixiviaciones que se derivan de las acumulaciones de desechos sólidos, a menudo contienen materiales patológicos y si el desecho es de origen industrial, puede contener materiales tóxicos y metales pesados. Frecuentemente esta Lixiviación a través de la escorrentia o de la percolación contamina el área subterránea como otros abastecimientos de agua. Los basureros aportan agua contaminada que no sólo se percola en el suelo sino es enviada hacia los barrancos.

### **3.3.2. *Uso Industrial***

Aún cuando la ocupación del suelo por parte de la industria no es tan extenso como el encontrado en el uso urbano y agrícola, es una actividad sumamente importante por el impacto ambiental que provoca en los recursos naturales con los desechos servidos.

La situación es sumamente grave pues aproximadamente el 80% de la industria nacional se encuentra en la zona. El sistema municipal de alcantarillado acarrea no solamente contaminantes humanos y domésticos, sino también desechos industriales. La cantidad de estos contaminantes es enorme; no sólo en términos de desechos humanos y otros, los cuales son eventualmente biodegradables, sino un gran número de compuestos químicos. (4).

La contaminación del agua, debido a los compuestos orgánicos sintéticos y químicos descargados por las industrias, son amenaza para la salud y bienestar humanos. Ya se han reportado algunos efectos:



. El uso continuo del Ortofosfato de Sodio para la fabricación de detergentes son causantes de la presencia de fosfato en el lago.

. Algunos procesos industriales podrían representar otra fuente de contaminación con excesiva presencia de nitratos. (56).

La Industria de transformación agrícola, entre las que encontramos beneficios de café, ingenios azucareros, etc. También descargan sus desechos sin ningún tratamiento sobre los ríos o directamente sobre el lago; se reportan importantes cargas de materia Orgánica y compuestos diversos. Hay ríos con poluciones de materia orgánica muy fuertes, durante la época de trabajo de los beneficios. (40,55).

### 3.3.3. *Uso agrícola en la subcuenca del lago de Amatitlán.*

Se encuentran cultivos de maíz hortalizas, café, caña de azúcar, etc, ubicados en la variedad de formas que presenta el suelo por lo que muchas veces el uso que se da a éste no corresponde a que sus características recomienda.

El empleo de pesticidas y técnicas de fertilización utilizadas provocan problemas que se agravan cuando la capacitación que tienen las que se dedican a ésta actividad no es suficiente. (45).

Esto provoca problemas de contaminación ambiental tales como:

- Afluencia de nitratos y fosfatos procedentes de los suelos abonados.

- El fosfato que se encuentra en solución en el agua del lago de Amatitlán se debe en parte, a los fertilizantes fosfatados que se usan en la agricultura y los cuales llegan por agua de riego vertida hacia el lago.

- Los nitratos en el suelo son artificialmente aumentados por el hombre cuando emplea fertilizantes a base de nitratos. (56).

Los plaguicidas usados en los diferentes cultivos, son muy persistentes que inclusive tarda años en degradarse aunque su residualidad no corresponde a los mismos periodos de control.

La actividad agrícola presenta una de las más severas amenazas al abastecimiento de agua.

Cuando los productos químicos caen sobre fuentes de agua entran en dilución inmediata y la persistencia de los mismos dependerá de la residualidad y clase de productos que se aplicó. Esta contaminación se da también por el fenómeno de arrastre de residuos químicos en época de lluvia o



lixiviación de esos exedentes hacia las diferentes fuentes de agua. (46).

Algunos de los biocidas y fertilizantes usados en las operaciones agrícolas que existen en el área, también tienen gran probabilidad de encontrar en su camino a los abastecimientos municipales a través de la escorrentía superficial. Químicos tóxicos y los nitratos también constituyen una seria amenaza a la salud humana si son ingeridos por periodos largos de tiempo.

Las fincas o granjas que se dedican a la crianza de animales, también son problema pues producen cantidad de nitrógeno Inorgánica que puede mobilizarse hacia los cuerpos de agua de diferentes maneras.

El excremento animal, el cual es un contaminante más fuerte que el desecho humano, se encuentra a través de todas las cuencas para el abastecimiento de agua urbana. (56)

### **3.4 Legislación ambiental:**

Las normas jurídicas con relación con el saneamiento ambiental parten desde los principios generales del derecho constitucional hasta disposiciones administrativas de las diversas autoridades.

La legislación existente en Guatemala relativa al ambiente, la encontramos en los siguientes cuerpos legales: Constitución de la República (8), Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente (11), Código de sanidad (44), Código Municipal (9), Código de Minería (42), Código Civil (41), Código Penal (7), Ley Forestal, Decreto No. 1004, Decreto No. 1235, (41).

De los cuerpos jurídicos anteriores se extractó los aspectos que enmarcan las diferentes normas ambientales, así:

. El gobierno de la República a fin de evitar la contaminación ambiental por los alarmantes efectos que pueda llegar a provocar, emite leyes y ejecuta programas adecuados al mantenimiento equilibrado de los sistemas ecológicos.

a) Se establece como los bienes de la nación: Las aguas de la zonas marítimas, lagos, ríos, vertientes, arroyos, caídas y nacimientos de agua, no aprovechadas por particulares. La zona marítima terrestre, la plataforma continental, el espacio aéreo y la zona económica en el mar. Reservando en dominio extensiones de terreno alrededor de los diferentes cuerpos de agua. (8).

b) Se establece que la propiedad es el derecho de gozar y disponer de los bienes dentro de los límites, de observancia que las obligaciones que establecen la leyes. El propietario en ejercicio de su derecho, no puede realizar actos que perjudique a otras personas. (8, 9, 41, 59).

c) Las personas jurídicas son civilmente responsables de los actos de sus representantes en las funciones que perjudican a terceros, cuando viole la ley o no cumpla; quedan a salvo por daños causados por sus autores. Las compañías extranjeras que tienen negocios en la república están obligadas a someterse a las leyes tribunales. (7, 9, 41, 42).

d) Los pesticidas con substancias activas difíciles de degradar se les cancelará el registro. Se asignará cuotas de importación a determinados pesticidas. Se autoriza el registro y análisis de estos. (44, 59).

e) Considera a los árboles de utilidad pública e interés social por lo que coordinará y reglamentará las medidas necesarias para la debida protección forestal. (9,59).

f) El gobierno crea la autoridad para el rescate y resguardo del lago de Ammatitlán.

Todas las dependencias del estado, entidades autónomas, semiautónomas, descentralizadas y las municipalidades con jurisdicción sobre el lago de Ammatitlán, quedan obligadas a prestar la colaboración que la autoridad requiera para el cumplimiento de su cometido. Los propietarios de los inmuebles ubicados en las riveras de dicho lago, quedan también obligados a acatar las disposiciones necesarias y de otro orden que emita dicha comisión para el rescate y resguardo del lago de Ammatitlán. (10).

Las municipalidades de la república están obligadas a enfrentar los problemas que representa la contaminación ambiental, otorgándoseles potestades de iniciativa desición y ejecución en los asuntos municipales:

a) Las municipalidades de la república están obligadas a reforestar áreas urbanas y la formación de arboledas; esta actividad se considera de urgencia nacional y de interés social. (9, 41).

b) Delimitarán áreas de influencia urbana y las susceptibilidades de incorporarse al sector urbano; deben hacerse los estudios correspondientes para implementar servicios en ellas. (9, 44).



## 4. MATERIALES Y METODOS

### 4.1. Materiales

#### 4.1.1. De gabinete

El desarrollo de esta fase requirió los siguientes materiales:

fotografía pancromática convencional escala 1:30,000 e imágenes de satélite escala 1:250,000; además se utilizó mapas temático desarrollado a diferentes escalas: geología, hidrografía, etc. La información climatológica se obtuvo de boleta que registran los datos climáticos en estaciones meteorológicas ubicadas en el área. Para efectuar la cuantificación de áreas se utilizó plantillas apropiadas a la escala de trabajo de los diferentes mapas. La máquina ampliadora reductora Kail M45 se usó para trasladar la información a la escala conveniente.

#### 4.1.2. De campo

La fotografía pancromática convencional escala 1:30,000 se utilizó durante el recorrido de campo para efectuar las correcciones necesarias a la información obtenida en el transcurso de la fase de gabinete; para fotointerpretar se empleó stereo de bolsillo. La información obtenida en el transcurso de esta fase, se recabó en boletas elaboradas específicamente para esta actividad. (apéndice 9,1). Implementos como barreno, pala, piocha, etc, se utilizaron para obtener las muestras de suelo, el material cartográfico proporcionó la ubicación requerida en el transcurso en el recorrido de campo.

### 4.2. Métodos

#### 4.2.1. Suelos

El levantamiento edafológico semidetallado requiere la implementación de fases de trabajo sucesivas: en la fase preparatoria se recopila la información previamente desarrollada en el área; en la fase de fotointerpretación se analiza la fotografía aérea y se establecen las zonas de muestreo; en el transcurso de la fase de muestreo se efectúa el recorrido de campo y se obtienen las muestras de suelo representativas del área. Las características físico-químicas determinadas en laboratorios son parámetros utilizados en la clasificación la cual se desarrolló de acuerdo a la Taxonomía de suelos. (6).

#### 4.2.2. Urbano e Industrial

El proceso de trabajo se ejecutó en etapas sucesivas, con fotografía aérea se delimitó el área urbana de las diferentes comunidades ubicadas dentro del área de estudio; se realizaron entrevistas con las



autoridades de instituciones públicas y privadas en cada uno de los centros urbanos para determinar los servicios existentes, ocupación de los habitantes, problemática, etc; procesamiento de la información obtenida.

La agrupación de estos usos del suelo se efectuó en consideración a la desigual distribución de industrias en los municipios abarcados. Las poblaciones donde se concentran el mayor número de industrias son: Mixco, Villanueva y la ciudad Capital. Esto motivó la conveniencia de presentar el análisis urbano e industrial en forma conjunta con lo cual se evita restar importancia a los municipios en donde el uso industrial no es relevante.

#### **4.2.3. Uso agrícola**

El análisis partió del establecimiento de cobertura fotográfica del área, delimitación de la diversidad de cultivos recorrido en el área para constatar la información.

Para conocer la tecnología agrícola implementada en los cultivos identificados fué elaborada una boleta de encuesta (apéndice 9.2.). La información se obtuvo por entrevistas personales con los agricultores.

El número de entrevistas a realizar se determinó en función al procedimiento siguiente: por información catastral se obtuvo el número de propiedades agrícola existentes en el área; el dato obtenido fué substituído en la fórmula estadística correspondiente (\*):

$$n = \frac{N(t^2 \sigma^2 / 2) (pq)}{Nd^2 + (t^2 \sigma^2 / 2) (pq)}$$

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población

d = precisión

t = valor de la tabla de t de acuerdo a la confiabilidad deseada ( $\alpha = 0.1$ )

pq = varianza

(\*) Barrientos, M. 1986. Muestra poblacional. Guatemala. Facultad de Agronomía USAC (Comunicación personal).



De donde:

$$n = \frac{N (1.65)^2 (0.25)}{N (0.1)^2 + (1.65)^2 (0.25)}$$

$$n = \frac{0.681 N}{0.681 + 0.01 N}$$

$$n = \frac{1718.84}{25.92}$$

$$n = 66$$

Obtenida la información anterior se procedió a planificar el recorrido de campo para efectuar las entrevistas.

El análisis del área que comprende la subcuenca del Lago de Amatitlán permitió identificar tres regiones con características similares: Noroeste, Central y Suroeste; en cada una de ellas se manifiesta similitud en pendientes, zonas de vida, suelos, cultivos, climas y rasgos socioeconómicos y culturales.

Esta reorganización permite presentar ordenadamente la situación existente en el uso agrícola y su incidencia en los recursos naturales del área. Las características identificadas en las regiones establecidas son las siguientes:

**a) Región Noroeste:**

Altura: 1500 - 1300 msnm; series de suelos Simmons: Cauqué, Alotenango, Guatemala fase pendiente; clases de capacidad de uso: III, IV, V, VI, VII, VIII; grados de erosión: cárcavas fuertes, laminar moderado; temperatura: 17 - 19° C; zona de vida Holdridge: húmedo montano bajo; precipitación: 1000 - 1100 mm; pendientes: 8 - 16, 16, 32, mayores de 32 por ciento de pendiente.

La agricultura practicada dentro del área comprende hortalizas y cultivos de subsistencia; las primeras son cultivadas en un sistema cooperativo, lo cual les proporciona asistencia técnica e insumos a los agricultores asociados.



Los cultivos de subsistencia no están organizados como el anterior, los agricultores emplean terrenos marginales y la tecnología implementada es elemental.

**b) Region Central:**

Altura: 1300-1500 msnm; series de suelos Simmons: Guatemala, áreas fragosas, Cauqué; capacidad de uso: I, II, III, IV, VII, VIII; grado de erosión: Laminar moderado, Laminar ligero a moderado, cárcavas fuertes, temperatura: 20 - 21<sup>o</sup> zona de vida: bosque húmedo subtropical templado; precipitación: 1000 - 1100 mm; pendientes: 0 - 4, 4 - 8, más del 32% de pendiente.

Es una área cuyo uso predominante es urbano. La agricultura comprende cultivos con comercialización al exterior y cultivos de subsistencia; las hortalizas están ubicadas en terrenos con las características más adecuadas para trabajos agrícolas, los cultivos de subsistencia en las áreas marginales principalmente.

Las vías de comunicación existentes están en condiciones más adecuadas que las existentes en otras regiones determinadas.

**c) Región Sureste:**

Altura: 1300 - 2500; series de suelos Simmons: Morán aluviales no diferenciales, Guatemala; capacidad de uso: I, II, IV, V, VI, VIII, grado de erosión: cárcavas fuertes, laminar moderado, laminar subtropical templado, bosque húmedo montano bajo; precipitación: 1000 - 1400 mm; pendiente: 0 - 4, 16-32, mayores de 32%.

Las extensiones de terreno restantes presentan variadas características, generalmente tienen pendientes pronunciadas por lo cual las labores agrícolas tienen limitaciones. En ellas existen cultivos limpios bosque y café.

**4.2.4. Intensidad de uso.**

Fue elaborado con la finalidad de elaborar la forma de utilización de los recursos en el área. Para obtener la información de las categorías de intensidad de uso, se comparó, analizó y discutió la capacidad de uso del suelo con el uso implementado por los habitantes del área.

La capacidad del uso de la tierra se divide en ocho clases (apéndice 9.3); establece la utilización de un área determinada sin deteriorar los recursos existentes.

El criterio determinante en la delimitación de las categorías uso adecuado, subuso y sobreuso, fue



identificar áreas críticas en aspecto del uso de los recursos y la generación de impactos ambientales.

#### **4.2.5. Acciones Correctivas.**

Las acciones correctivas se determinaron en función a la problemática de uso existente en las áreas críticas. Estas acciones se enmarcan en diversas características que presenta el área: la utilización de los recursos existentes, las necesidades de los habitantes en la diferentes comunidades, etc.

Recabada la información que permite conocer los problemas manifiestos en el área se procedió al análisis, discusión e integración de estos para deducir la problemática prevaleciente en cada uno de los usos del suelo. Se determinaron las causantes de esta problemática con lo cual se llegó a establecer las medidas a implementar, estas deben estar enmarcadas en el uso sostenido de los recursos naturales del área.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Suelos.

La evolución de los suelos está íntimamente relacionada a la diversidad de formas de la tierra, estas son debidas a complejos procesos desarrollados en condiciones diversas, de temperatura, precipitación, pendiente, geología, uso de la tierra y otros. Estos son elementos determinantes en los procesos que definen la fisiografía de un área determinada.

Se identifican diferentes unidades fisiográficas en la subcuenca del Lago de Amatitlán (figura 7, cuadro 3), en ellas se encuentran los suelos siguientes:

#### 5.1.1. Tierras Altas Cristalinas.

Delimitado por dos sistemas de fallas que han estado en evolución desde el Paleozoico; serpentinitas, gneisses y esquistos, dominan la región. Existen algunas pequeñas áreas de material plutónico, principalmente granito (19). Los paisajes delimitados son: Valle de la Ermita, Montaña y terrazas Lacustres.

##### a) Valle de la Ermita:

Este valle sirve de asiento a la población de la capital de la república de Guatemala.

Terraza Plana y Terraza ligeramente inclinada a plana son extensiones identificadas en este paisaje.

La presión ejercida por los habitantes de la región provoca una expansión urbana constante, constituyéndose en el uso predominante. Además se determinó cobertura por pastos naturales y cultivos de subsistencia; sin embargo, son áreas que manifiestan tendencia a incorporarse al uso urbano. Los suelos se han clasificado en el gran grupo EUTRANDEPTS. (12).

##### b) Montaña:

El área montañosa identificada presenta las siguientes divisiones características: Cañones, ligeramente escarpada, moderadamente escarpada, fuertemente escarpada, valles intercolinarios y pie de monte.

Procesos erosivos han provocado la formación de los cañones identificados en el área; la cobertura vegetal, pendiente, material parental, precipitación, etc, son factores que contribuyen con el proceso erosivo registrado. Los usos establecidos en la extensión ligeramente escarpada son: Usos urbano, pastos y cultivos; en la extensión moderadamente escarpada, se identifica bosque y área urbana. Los bosques y cultivos peregrinos se han establecido en áreas fuertemente escarpadas; cultivos limpios ubicados en esta extensión provocan pérdida gradual del suelo.







Cuadro 3. Leyenda fisiográfica edafológica de la subcuenca del lago de Amatitlán

Provincia Fisiográfica	Grandes Paisajes	Paisajes	Sub-paisajes	Clasificación Taxonomica USDA	Capacidad de uso de la tierra
A. Tierras altas cristalinas	A <sub>1</sub> Subcuenca del lago de Amatitlán	A <sub>11</sub> Valle de la Ermita	A <sub>111</sub> Terraza plana A <sub>112</sub> Terraza de ligera a moderadamente plana	Eutrandepts	I - II
		A <sub>12</sub> Montaña	A <sub>121</sub> Cañones A <sub>122</sub> Ligeramente escarpada A <sub>123</sub> Moderadamente escarpada A <sub>124</sub> Fuertemente escarpada A <sub>125</sub> Valles intercolinares A <sub>126</sub> Pie de monte	Haplumbrepts Dystropepts Ustropepts	III - IV - V  VI - VII - VIII
		A <sub>13</sub> Terrazas	A <sub>131</sub> Terraza reciente A <sub>132</sub> Terraza subreciente A <sub>133</sub> Terraza antigua	Ustifluvents Dystropepts	I - II III - IV
B. Cadena volcanica	B <sub>1</sub> Macizo del volcan de Pacaya	B <sub>11</sub> Falda volcanica		Quartzipsamment	V - VI - VII - VIII

En los valles intercolinares y pie de monte, se ha establecido uso urbano y agrícola, debido a que la Topografía del terreno tiende a ser plana. Los suelos identificados en este paisaje pertenecen a los grandes grupos: HAPLUMBREPTS, DYSTROPEPTS y USTROPEPTS.

Las descripciones físicas y químicas de los suelos de cada unidad de mapeo de las tierras altas cristalinas con sus respectivas observaciones de campo se presentan en los cuadros 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9.



Observación: 1  
Localización: Entronque de los caminos que conducen hacia Mixco, Santiago Sacatepéquez Y San Pedro Sacatepéquez.

Posición Fisiográfica: Terraza alta.  
Forma de terreno circundante: Ondulado  
Pendiente: 4 - 8%  
Clima:  
Temperatura (°C): 20  
Precipitación (mm): 1100  
Cultivo: Hortalizas  
Material Parental: Coluvial  
Drenaje: Bien  
Erosión: Ligera - moderada  
Horizonte diagnóstico: Umbrico, cambico  
Clasificación taxonómica: HAPLUMBREPTS

Descripción del perfil:

Ap 0 - 20 Pardo amarillento obscuro (10 YR 3/4) en húmedo, pardo oliva suave (2.5 Y 5/4) en seco; franco; bloques medianos débiles; ligeramente adhesivo y plástico; límite gradual.

A<sub>12</sub> 20 - 40

Pardo obscuro (10 YR 3/3) en húmedo, pardo oliva suave (2.3 Y 5/4) en seco; franco arcillo arenoso tendiente a franco; estructura en bloques medianos débiles; ligeramente firme en seco; friable en húmedo; ligeramente adhesivo y plástico; límite gradual.

A<sub>13</sub> 40 - más

Pardo amarillento obscuro (10 YR 3/4) en húmedo, pardo oliva suave (2.5 Y 5/4) en seco, franco arcillo arenoso con tendencia franco arenoso; estructura en bloques pequeños débiles; firme en seco; friable en húmedo; ligeramente adhesivo y plástico.

	Profundidad	0-20	20-40	40 más
	Horizonte	A <sub>p</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>13</sub>
Clase por tamaño de part. 2mm	Arena	48.94	48.97	50.31
	limo	33.87	27.75	29.52
	Arcilla	17.19	23.28	20.17
	1/3	35.83	32.95	34.22
Humedad (%)	15	20.51	20.21	20.07
Densidad aparente (gr/cc)		1.1076	1.1195	1.1261
Materia Orgánica (%)		4.46	3.50	2.71
Bases cambiables meg/100 gr	Ca	5.46	3.58	3.61
	Mg	2.02	1.33	1.13
	Na	0.15	0.15	0.15
	K	1.51	0.53	0.70
	CTI	26.40	26.91	23.51
	SB (%)	34.62	20.77	23.78
	pH	6.27	5.64	5.82
	p (micfogr/ml)	50.00	5.83	5.83

#### Quadro 4. Análisis físico-químico del perfil No 1

Los valores reportados indican que estos suelos tienen tendencia de ligera y medianamente ácidos; el contenido de materia orgánica es bajo, por lo cual debe efectuarse incorporación para favorecer características físico-químicas. El contenido de los elementos Ca, Mg y K es bajo, el fósforo en los 20 cms superficiales está en cantidades adecuadas, pero a mayor profundidad el contenido disminuye hasta niveles bajos. El contenido de sodio es bajo.

La saturación de bases reportada es baja y se establece una capacidad total de intercambio alta.



Observación:  
Localización:

2  
A 2 Km de la carretera que  
de San Lucas Sacatepéquez  
conduce hacia Antigua  
Guatemala.

Posición Fisiográfica:  
Forma del terreno circundante:  
Pendiente:  
Clima:  
Temperatura (°C):  
Precipitación (mm):  
Cultivo:  
Material Parental:  
Drenaje:  
Erosión:  
Horizonte diagnóstico:  
Clasificación Taxonómica:

Terraza  
Ondulado  
8 - 16%  
18 - 19°  
1000 - 1100  
Hortalizas  
Coluvial  
Bien  
Laminar moderado  
Umbrico, Cábico  
HAPLUMBREPTS

Descripción del perfil:  
Ap 0 - 25

Pardo amarillento oscuro  
(10 YR 3/4) en húmedo,  
pardo amarillento (10YR  
5/6) en seco; franco;  
bloques medianos débiles;  
ligero y firme en seco;  
friable en húmedo;  
ligeramente adhesivo y  
plástico; límite claro y  
plano.

B<sub>21</sub> 25 - más

Pardo amarillento oscuro  
(10 YR 7/8) en seco;  
arcilloso; bloques medianos  
con tendencia a prismas  
débiles; firme en seco;  
ligeramente friable en  
húmedo; ligeramente  
adhesivo y plástico.



	Profundidad	0.25	25 - más
	Horizonte	Ap	B <sub>21</sub>
	Arena	51.42	29.57
Clase por tamaño	Limo	29.78	28.41
de part. 2 mm	Arcilla	18.80	42.02
Humedad	1/3	35.57	56.72
	15	22.98	40.80
	Densidad aparente (gr/cc)	1.0062	0.9185
	Materia Orgánica (%)	5.81	0.93
	Ca	3.53	3.63
Bases Cambiables	Mg	1.56	1.95
meg/100gr	Na	0.11	0.80
	K	1.00	4.23
	CTI	34.51	48.23
	SB (%)	17.97	21.99
	pH	5.21	5.25
	p (microgr/ml)	3.33	1.67

**Quadro 5. Análisis físico-químico del perfil No.2**

Suelos medianamente ácidos con alto contenido de materia orgánica. El contenido de Ca, Mg, K y P es bajo; el Na también es bajo con lo cual favorece la capacidad total de intercambio.

La saturación de bases es bajo y la capacidad total de intercambio es alta.

Observación:	3
Localización:	Finca "Los Diamantes"
Posición Fisiográfica:	Terrazas intermontanas
Forma del terreno circundante:	Ondulado
Pendiente:	8 - 16%
Clima:	
Temperatura (°C):	20g
Precipitación (mm):	1200
Cultivo:	Pasto, bosque disperso
Material Parental:	Coluvial
Drenaje:	Moderadamente Bien
Erosión:	Laminar moderado
Horizonte diagnóstico:	Ocrico, Cámbico
Clasificación Taxonómica:	DYSTROPEPTS

Descripción del perfil:

Ap	0 - 25	Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en húmedo, pardo amarillento (10YR 5/6) en seco; franco arcilloso; granular pequeño débil; ligeramente firme en húmedo; adhesivo y plástico; límite gradual.
As1	25 - 40	Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/6) en húmedo, pardo amarillento (10 YR 5/4) en seco; arcilloso; bloques subangulares pequeños débiles; duro en seco; ligeramente duro en húmedo; adhesivo y plástico; límite gradual.
B	40 - más	Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en húmedo, pardo amarillento (10 YR 5/4) en seco; arcilloso; bloques angulares con tendencia a prismas pequeños débiles; muy duro en seco; ligeramente duro en húmedo.



	Profundidad	0.25	25 - 40	40 - más
	Horizonte	Ap	A <sub>21</sub>	B <sub>22</sub>
	Arena	40.69	31.78	31.43
Clase por tamaño	Limo	24.49	16.72	13.15
de part. 2 mm	Arcilla	34.82	51.50	55.42
Humedad (%)	1/3	29.88	31.29	32.46
	15	21.06	24.38	25.47
Densidad aparente (gr/cc)		1.3009	1.2354	1.2292
Materia Orgánica (%)		4.96	2.01	1.29
	Ca	2.67	2.71	2.96
Bases Cambiables	Mg	1.69	1.82	1.62
meg/100gr	Na	0.09	0.13	0.18
	K	1.11	0.67	0.39
	CTI	27.27	26.56	27.52
	SB (%)	20.38	20.06	18.71
	pH	5.04	5.08	5.30
	p (microgr/ml)	3.33	1.67	1.67

**Quadro 6. Análisis físico-químico del perfil No 3.**

Hasta los 40 cm superficiales los valores reportados establecen suelos medianamente ácidos, a mayor profundidad existen tendencia a medianamente ácidos; el contenido de materia orgánica en los 20 cms superficiales es alta, al aumentar la profundidad el contenido decrece. Los niveles establecido de Ca, Mg, K, P y Na es bajo. El Ca y P disminuyen al incrementar la profundidad; al contrario el Mg, Na y P experimentan leves incrementos.

Los valores reportados para la saturación de bases indica niveles bajos y la capacidad de intercambio catiónico es alto.

Observación:	4
Localización:	San Agustín (Las manzanillas)
Posición Fisiográfica:	Terrazas colinares
Forma del terreno circundante:	Colinado
Pendiente:	8 - 16%
Clima:	
Temperatura (°C):	21°
Precipitación (mm):	1300
Cultivo:	Pasto, bosque natural mixto
Material Parental:	Coluvial
Drenaje:	Imperfectamente
Erosión:	Laminar moderado
Horizonte diagnóstico:	Umbrico, Cámbico
Clasificación Taxonómica:	HAPLUMBREPTS

Descripción del perfil:

A <sub>11</sub>	0 - 18	Pardo grisaseo oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, pardo amarillento (10 YR 5/6) en seco; franco arcilloso; bloques pequeños débiles; firme en seco; ligeramente firme en húmedo; adhesivo y plástico; límite gradual.
A <sub>12</sub>	18 - 30	Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo, pardo amarillento (10 YR 5/4) en seco; arcilloso; prismas pequeños fuertes; duro en seco; ligeramente firme en húmedo; adhesivo y plástico; límite gradual.
B <sub>21</sub>	30 - más	Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo, pardo amarillento (10 YR 5/6) en seco; arcilloso; prismas medianamente fuertes; débiles; muy duros en seco; firme en húmedo; adhesivo y plástico.

	Profundidad	0.18	18 - 30	30 - más
	Horizonte	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	B <sub>21</sub>
	Arena	36.52	23.32	21.60
Clase por tamaño	Limo	31.46	21.24	21.43
de part. 2 mm	Arcilla	32.02	55.44	56.97
Humedad (%)	1/3	34.73	40.27	43.14
	15	23.14	31.82	34.41
Densidad aparente (gr/cc)		1.2017	1.1531	1.1347
Materia Orgánica (%)		6.51	2.50	2.03
	Ca	5.26	5.46	5.94
Bases Cambiables	Mg	1.36	1.74	1.94
meg/100gr	Na	0.22	0.38	0.33
	K	1.54	2.94	3.76
	CTI	34.99	43.91	47.11
	SB (%)	23.94	23.95	25.40
	pH	5.21	5.46	5.50
	p. (microgr/ml)	2.50	2.50	1.67

Quadro 7. Análisis físico-químico del perfil No 4.

Suelos medianamente ácidos; en los 18 cms superficiales se determina un alto contenido de materia orgánica, pero al aumentar la profundidad disminuye a niveles bajos, los elementos Ca, Mg, K, P y Na están en bajo contenido. La saturación de bases es alta y la capacidad total de intercambio alta.



Observación:	5
Localización:	Parque nacional Naciones Unidas, a 300 metros del centro vacacional "Arana Osorio"
Posición Fisiográfica:	Terrazas colinares
Forma del terreno circundante:	Colinado
Pendiente:	16 - 25%
Clima:	
Temperatura (°C):	21°
Precipitación (mm):	1100
Cultivo:	Bosque cultivado.
Material Parental:	Sedimentos volcánicos
Drenaje:	Imperfectamente
Erosión:	Laminar moderado
Horizonte diagnóstico:	Ocrico, Cámbico
Clasificación Taxonómica:	DYSTROPEPTS
Descripción del perfil:	
A <sub>1</sub> 0 - 25	Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo, pardo amarillento (10 YR 5/3) en seco; franco arcilloso; bloques subangulares medianamente débiles; duro en seco; ligeramente duro en húmedo; adhesivo y plástico; límite gradual.
B <sub>21</sub> 25 - más	Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo, pardo amarillento (10 YR 5/4) en seco; franco arcilloso; bloques subangulares con tendencia a prismas pequeños; muy duro en seco; duro en húmedo; adhesivo y plástico.

	Profundidad	0.25	25 - más
	Horizonte	A <sub>1</sub>	B <sub>21</sub>
	Arena	40.04	32.86
Clase por tamaño	Limo	26.28	27.97
de part. 2 mm	Arcilla	33.68	39.17
Humedad (%)	1/3	30.19	20.24
	15	20.24	24.23
Densidad aparente (gr/cc)		1.2713	1.2113
Materia Orgánica (%)		4.61	2.79
Bases Cambiables meg/100gr	Ca	3.34	4.35
	Mg	1.81	2.91
	Na	0.17	0.30
	K	0.79	1.57
	CTI	26.71	32.45
	SB (%)	22.87	28.13
	pH	5.61	5.92
	p (microgr/ml)	3.33	4.17

**Quadro 8. Análisis físico-químico del perfil No 5.**

Estos suelos son medianamente ácidos, con un moderado contenido de materia orgánica hasta los 24 cm, al incrementar la profundidad desciende a niveles bajos. Los niveles establecidos para K, Ca, Mg, P y Na son bajos; el Mg en profundidades mayores de 25 cms incrementa a un nivel medio.

Tiene un porcentaje de saturación de bases baja y la capacidad de intercambio catiónico es alto.

Observación: 6  
Localización: A siete Km. de la carretera que comunica a Villa Nueva con Santa Lucía Milpas Altas

Posición Fisiográfica: Terrazas  
Forma del terreno circundante: Ondulado  
Pendiente: 4 - 8%  
Clima: 19°  
Temperatura (°C): 1000  
Precipitación (mm): Hortalizas, pasto, maíz  
Cultivo: Coluvial  
Material Parental: Moderadamente bien  
Drenaje: Laminar  
Erosión: Umbrico, Cámbico  
Horizonte diagnóstico: HAFLUMBREPTS  
Clasificación Taxonómica:

Descripción del perfil:

Ap 0 - 20 Pardo amarillento obscuro (10 YR 3/4) en húmedo, pardo amarillento (10 YR 5/4) en seco; franco desarrollados moderadamente; ligero y firme en seco; friable en húmedo; ligeramente adhesivo y ligeramente plástico; límite gradual.

Aa1 20 - 40 Pardo amarillento obscuro (10 YR 3/4) en húmedo, pardo amarillento (10 YR 5/6) franco arcillo arenoso; bloques medianos moderadamente desarrollados; ligero y firme en seco; friable en húmedo; ligeramente adhesivo y ligeramente plástico; límite claro y plano.

Ba2 40 - más Pardo amarillento obscuro (10 YR 4/6) en húmedo, amarillo cafésaceo (10 YR 6/8) en seco; franco arcilloso con tendencia a prismas débiles; firme en seco; ligeramente friable; adhesivo y plástico.



	Profundidad	0 - 20	20 - 40	40 - más
	Horizonte	A <sub>p</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>22</sub>
	Arena	54.47	51.14	37.62
Clase por tamaño	Limo	26.84	27.27	29.57
de part. 2 mm	Arcilla	18.69	21.59	32.81
Humedad (%)	1/3	37.33	31.81	48.57
	15	21.70	19.71	33.99
Densidad aparente (gr/cc)		1.0732	0.9804	0.9498
Materia Orgánica (%)		6.19	4.15	0.89
	Ca	5.95	5.23	4.72
Bases Cambiables	Mg	1.51	1.36	2.22
meq/100gr	Na	0.11	0.16	0.31
	K	1.51	1.73	4.04
	CTI	32.40	31.50	39.66
	SB (%)	28.02	26.92	28.46
	pH	5.65	5.82	6.08
	p (microgr/ml)	9.17	6.67	1.67

Cuadro 9. Análisis físico-químico del perfil No 6.

Hasta los 40 cms. superficiales los valores reportados establecen suelos medianamente ácidos, a mayor profundidad existen tendencia a medianamente ácidos, el contenido de materia orgánica en los 20 cms. superficiales es alta, al aumentar la profundidad el contenido decrece. Los niveles establecidos de: Ca, Mg, K, P, y Na es bajo. El Ca y P disminuyen al incrementar la profundidad; al contrario, el Mg, Na y P experimentan leves incrementos.

os valores reportados para la saturación de bases indica niveles bajos en la capacidad de intercambio catiónico es alto.

Observación:	7
Localización:	A un Km de Magdalena
Posicición Fisiográfica:	Milpas altas
Forma del terreno circundante:	Terraza (valles intercolinares)
Pendiente:	Ondulado
Clima:	8 - 16%
Temperatura (°C):	19 a 20°
Precipitación (mm):	1000
Cultivo:	Hortalizas
Material Parental:	Aluvial
Drenaje:	Moderadamente bien
Erosión:	Laminar moderado
Horizonte diagnóstico:	Ocrico, Cámbico
Clasificación Taxonómica:	DYSTROPEPTS

Descripción del perfil:

<p>Ap            0 - 20</p>	<p>Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo, pardo amarillento (10 YR 5/6) en seco; franco arenosos; bloques pequeños debilmente desarrollados ligero y firme en seco; friable en húmedo; ligeramente adhesivo y ligeramente plástico; límite gradual.</p>
<p>A<sub>21</sub>            20 - más</p>	<p>Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en húmedo, pardo amarillento (10 YR 5/4) en seco; franco arenoso; bloques pequeños débiles; ligeramente firme en seco; friable en húmedo; ligeramente adhesivo y ligeramente plástico.</p>



	Profundidad	0.20	20 - más
	Horizonte	Ap	A <sub>21</sub>
	Arena	61.15	59.46
Clase por tamaño	Limo	23.30	24.07
de part. 2 mm	Arcilla	15.55	16.47
Humedad (%)	1/3	28.97	29.61
	15	15.67	19.45
Densidad aparente (gr/cc)		1.2966	1.1047
Materia Orgánica (%)		3.15	2.66
	Ca	2.22	4.33
Bases Cambiables	Mg	0.97	3.19
meg/100gr	Na	0.21	0.27
	K	1.39	0.99
	CTI	20.05	24.63
	SB (%)	23.89	35.64
	pH	4.55	6.01
	p (microgr/ml)	47.92	5.83

Quadro 10. Analisis físico-químico del perfil No 7.

A 20 cm de profundidad los suelos son fuertemente ácidos, a mayor profundidad los valores indican suelos ligeramente ácidos; el contenido de materia orgánica es bajo.

El Mg en los primeros 20 cms. registran niveles bajos, a mayor profundidad el contenido de este elemento aumenta y alcanza un nivel alto. El Ca, K y Na están en niveles bajos. El porcentaje de saturación de bases es bajo y la capacidad total de intercambio es adecuada.

Observación: B  
Localización: En la parte posterior de la fabrica Supratex situada a 5 Km de San José Villa Nueva.

Posición Fisiográfica: Terrazas Coluviales  
Forma del terreno circundante: Plano  
Pendiente: 0 - 4%  
Clima:  
Temperatura (°C): 21°  
Precipitación (mm): 1000

Material Parental: Coluvial  
Drenaje: Moderadamente bien  
Erosión: Laminar moderado  
Horizonte diagnóstico: Ocrico, Cámbico  
Clasificación Taxonómica: USTROPEPTS

Descripción del perfil:

Ap 0 - 18 Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo, pardo amarillento (10 YR 5/4) en seco; arcilloso; estructura granular, pequeños y débiles; firme en seco; ligeramente firme en húmedo; adhesivo y plástico; límite gradual.

A<sub>21</sub> 18 - más Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo, pardo amarillento (10 YR 5/4) en seco; franco arcilloso; bloques pequeños débiles; duro en seco; ligeramente duro en húmedo adhesivo y plástico.

	Profundidad	0.18	18 - más
	Horizonte	Ap	A <sub>21</sub>
	Arena	25.87	26.59
Clase por tamaño	Limo	32.97	31.63
de part. 2 mm	Arcilla	41.16	41.78
Humedad (%)	1/3	36.04	35.85
	15	22.89	23.30
Densidad aparente (gr/cc)		1.1306	1.1699
	Materia Orgánica (%)	3.62	3.38
	Ca	3.56	4.69
Bases Cambiables	Mg	1.72	2.20
meg/100gr	Na	0.69	1.51
	K	1.01	1.00
	CTI	27.29	30.61
	SB (%)	25.57	30.70
	pH	5.70	5.90
	p (microgr/ml)	más 50	más 50

Cuadro 11. Analisis físico-químico del perfil No 8.

Suelos medianamente ácidos con bajo contenido de materia orgánica. El contenido de Ca, Mg, K y Na es bajo.

La saturación de bases es baja y la capacidad total de intercambio es alta.



c) **Valles lacustres:**

La actividad volcánica, meteorización y azolvamiento, son algunos de los factores que han incidido en los cambios de nivel, extensión y volumen de las aguas del lago de Amatitlán.

Las variaciones experimentadas por el lago en el transcurso del tiempo ha provocado la formación de extensiones de terreno con características definidas. Estas se clasifican en: Terraza reciente, terraza sobrecreciente y terraza antigua.

La terraza reciente es ocupada como área de recreación y comercio, existen además construcciones habitacionales.

Caña de azúcar, café, hortalizas, son cultivos identificados en la terraza subcreciente; además en el área ubicada en la orilla del lago han sido establecidos diferentes construcciones habitacionales.

La terraza antigua se ha utilizado para establecer diferentes construcciones, empleadas para habitación y recreo; se han identificado también, cultivos de subsistencia y hortalizas. La necesidad de centros habitacionales ha dado como resultado la manifiesta tendencia de utilizar esta extensión para tal uso.

Los suelos identificados en esta área pertenecen a los grandes grupos USTIFLUVENTS (12) Y DYSTROPEPTS.

Observación:	9
Localización:	Finca Orantes, a 800 m. de la carretera que conduce al relleno
Posición Fisiográfica:	Terraza Reciente
Forma del terreno circundante:	Plano
Pendiente:	2 - 6%
Clima:	
Temperatura (°C):	21°
Precipitación (mm):	1100
Cultivo:	Caña de azúcar, frijol, maíz, café.
Material Parental:	Aluvial Volcánico
Drenaje:	Bien
Erosión:	Laminar moderada
Horizonte diagnóstico:	Ocrico, Cámbico
Clasificación Taxonómica:	DYSTROPEPTS

Descripción del perfil:

Ap	0 - 8	Pardo muy oscuro (10YR2/2) en húmedo, pardo grisáceo (10 YR 5/2) en seco; franco arenoso granular; granular y bloques subangulares finos; friable en húmedo; límite gradual.
A <sub>12</sub>	8 - 38	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, pardo grisáceo (10 YR 5/2) en seco; franco arenoso granular y bloques subangulares finos; friable en húmedo; límite gradual; concreciones de piedra pómez.
B <sub>21</sub>	38 - más	Pardo muy oscuro (10 YR 2/2) en húmedo, pardo (10 YR 6/8) en seco; franco arenoso; granular y bloques subangulares finos; friable en húmedo; límite gradual; concreciones de piedra pómez.

	Profundidad	0 - 8	8 - 38	38 - más
	Horizonte	Ap	A12	B21
	Arena	59.46	61.21	58.47
Clase por tamaño	Limo	25.51	24.30	26.45
de part. 2 mm	Arcilla	15.03	14.49	15.08
Humedad (%)	1/3	26.01	26.79	20.85
	15	13.37	11.91	12.89
Densidad aparente (gr/cc)		1.1024	1.1047	1.0250
Materia Orgánica (%)		2.59	2.48	1.89
	Ca	8.20	7.90	7.28
Bases Cambiables	Mg	2.72	2.44	2.64
meg/100gr	Na	0.63	0.64	0.83
	K	0.63	0.49	0.36
	CTI	8.80	8.68	8.21
	SB (%)	100.00	100.00	100.00
	pH	6.22	6.36	6.64
	p (microgr/ml)	mas 50	28.75	19.42

**Quadro 12. Análisis físico-químico del perfil No 9.**

Los valores determinados establecen suelos ligeramente ácidos con un bajo contenido de materia orgánica. El contenido de K y Ca es bajo; sin embargo en los 20 cm superficiales el Ca registra valores moderados. El contenido de Mg en los 8 cm superficiales y a más de 38 cm, es moderado; de 8 a 38 cm el contenido es bajo. El fósforo en los primeros 38cm es alto, a mayor profundidad el contenido decrece en niveles medios. Los valores reportados para el Na son altos.



La saturación de bases es alta y la capacidad total de intercambio es baja.

#### 5.1.1.1. *Discusión general de los análisis físico-químicos:*

La tendencia en el uso de los recursos en esta región, han estado influenciadas por los factores demográficos, socioculturales y económicos de los habitantes. El crecimiento poblacional de cerca del 4% implica nuevas necesidades que se ven reflejadas en el uso de los recursos naturales, principalmente en áreas para cultivos, que en general no son aptas para ellos, además de los usos urbano e industrial que han tenido un crecimiento vertiginoso.

En términos generales los suelos identificados en la subcuenca del Lago de Amatitlán, experimentan un progresivo deterioro de sus características físico-químicas. Al ser analizados los componentes organo-minerales por ellos contenidos con respecto a los parámetros de referencia, se establece el desbalance y deficiencia de algunos elementos nutricionales. Las características manifestadas por éstos son:

- . Los PH se encuentran en el rango de ligera a medianamente ácidos.

- . La materia orgánica está en bajos porcentajes, esto indica reducida estabilidad estructural del suelo.

- . La capacidad de incremento catiónico, es alta, lo cual es indicativo de suelos químicamente activos. Sin embargo el nivel de saturación de bases es bajo, lo que los hace suelos poco fértiles. Únicamente en los terrenos cultivados con caña de azúcar en las cercanías del Lago se reportan niveles altos.

- . El contenido de Ca, Mg, Na, K y P es bajo en las diferentes muestras analizadas. En algunos casos los análisis de laboratorio reportan moderados a altos contenidos de estos elementos, a diferentes profundidades radiculares.

Las condiciones establecidas provocan disminución en el nivel productivo de los diferentes cultivos identificados.

Aún cuando es necesario determinar los niveles de los diferentes componentes productivos para cada uso específico, el diagnóstico preliminar indica que deben ser implementadas prácticas agrícolas requeridas por los cultivos y las características topográficas de los terrenos habitados para este uso. Un manejo adecuado de los suelos contribuirá a conservar y mejorar sus características físico-químicas, con lo cual se promoverá el incremento en la producción de los diferentes cultivos establecidos.

### **5.1.2. Cadena Volcánica:**

Esta provincia incluye los volcanes de más reciente formación en Guatemala. En el gran paisaje macizo del volcán de Pacaya correspondiente a esta provincia se determinó el paisaje falda volcánica, en la cual incluyen rocas que varían, desde obsidiana riolítica hasta basalto ovilítico: los tipos abundantes litológicos son: andesitas piroxénicas y pómez dacítico.

En general el material original es de rocas volcánicas del terciario, incluye coladas de lava, material lahárico, tobas y sedimentos volcánicos. (20. 42).

Los suelos de las cimas volcánicas están constituidos por escoria máfica típica sin modificar y suelta, ocupan pendientes con una inclinación aproximada de 65%. Estas extensiones están delimitadas por barrancos profundos con laderas inclinadas. La vegetación existente es escasa o no existe; no tiene uso agrícola.

Estos suelos tienen gran variabilidad en espacios reducidos debido a que la corriente de lava original contenía material diverso..

De acuerdo a la descripción de estos suelos (54) se clasifican dentro del gran grupo QUARTZIPSAMMENT.

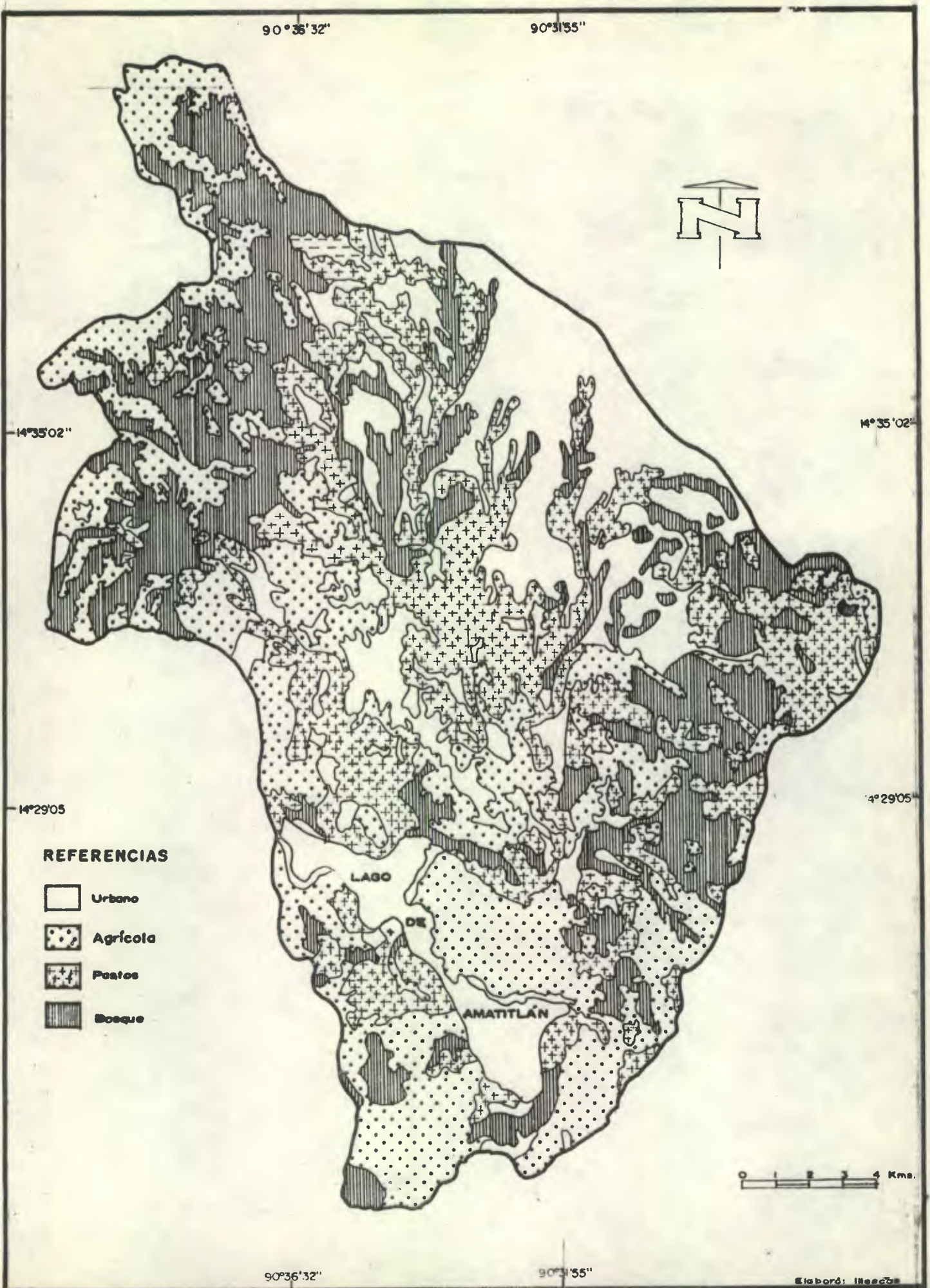
### **5.2. Uso de la tierra:**

Es el resultado de la ocupación especial de la tierra promovido por los habitantes de diferentes comunidades.

Los usos relevantes en la subcuenca del lago de Amatitlán son: Urbano, Agrícola e Industrial (figura 8).

Además se han identificado extensiones de terreno de bosque y de pasto.





**REFERENCIAS**

-  Urbano
-  Agrícola
-  Pastos
-  Bosque

**Figura 8 Mapa de uso de la tierra**

Elaboró: *Ilacós*

Categoría	Area km <sup>2</sup>	Area total %
Urbano	74.37	19.87
Hortalizas	13.73	3.67
Maíz	58.21	15.55
Café	36.65	9.79
Caña de Azúcar	8.49	2.27
Pastos cultivados	9.37	2.50
Pastos naturales	30.49	8.14
Pastos y/o matorrales	34.57	9.23
Pastos y/o matorrales y pastos naturales	2.33	0.62
Bosque denso de Coníferas	11.65	3.11
Bosque denso de Latifoleadas	45.17	12.06
Bosque denso mixto	10.21	2.73
Bosque disperso Coníferas	2.57	0.69
Bosque disperso Latifoleadas	8.37	2.24
Bosque disperso Coníferas y Bosque disperso Latifoleadas	2.33	0.62
Bosque disperso Latifoleadas	2.93	0.78
Bosque bajo	22.93	6.12

FUENTE: Propia.

Quadro 13. Categorías de uso de la tierra en la subcuenca del Lago de Amatitlán.



### **5.2.1. Uso Urbano e Industrial**

Dentro de la subcuenca se identifica el Área urbana de los municipios siguientes: Guatemala, Magdalena Milpas Altas, Mixco, San Miguel Petapa, San Lucas Sacatepequez, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Villa Nueva. Además se identifican las aldeas Pacul y Santo Tomás Milpas Altas, los cuales están comprendidos en jurisdicción de Santiago Sacatepequez y Santa Lucia Milpas Altas respectivamente.

Parte del territorio municipal de Fraijanes, San Pedro Sacatepequez y San Bartolomé Milpas Altas está comprendido dentro de la subcuenca; el área urbana de estos municipios está ubicada en cuenca aledañas a la del Lago de Amatitlán. (figura 9).

El municipio de Amatitlán, está situada inmediatamente después del punto de desfoque; esta ubicación permite a algunos de los habitantes obtener un medio de vida en las diversas actividades desarrolladas en el lago. Por tal razón, aún cuando el área urbana de este municipio esté situada fuera del área tributaria de la subcuenca, es necesario su inclusión en este estudio pues la degradación que experimenta el lago afecta especialmente a este municipio, pues parte de la economía gira al rededor de el.





90°36'32" 90°31'55"

SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ

SANTIAGO SACATEPÉQUEZ

MIXCO

SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ

14°35'02"

14°35'02"

SANTA LUCIA MILPAS ALTAS

VILLA NUEVA

SANTA CATERINA FINULA

MAGDALENA MILPAS ALTAS

FRAIJANES

14°29'05"

14°29'05"

PETAPA



LAGO DE

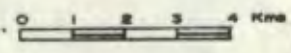
VILLA CANALES

AMATILÁN

AMATILÁN

REFERENCIAS

-  Urbano
-  Limite municipal



90°36'32" 90°31'55"

Fuente: IGM

Figura 9 Mapa de area urbana

Municipio	Ocupación
Amatitlán	Industria, Agricultura, Servicios
Guatemala	Comercio, Industria, Servicios
Magdalena Milpas Altas	Agricultura
Mixco	Comercio, Industria, Servicios
Pacul	Agricultura
San Miguel Petapa	Agricultura, Industria, Servicios
San Lucas Sacatepequez	Agricultura
Sto. Tomás Milpas Altas	Agricultura
Sta Catarina Pinula	Agricultura, Industria
Villa Canales	Agricultura
Villa Nueva	Industria, Comercio, Agricultura

**Quadro 14. Principales áreas ocupacionales de las poblaciones en la subcuenca del lago de Amatitlán.**

**FUENTE: Instituto Nacional de Estadística.**

El crecimiento experimentado por los centros poblados ha sido condicionado por actividades agrícolas, industriales, comerciales, mercantiles y otras.

En Amatitlán y Villa Nueva, la actividad industrial es relevante como fuente de actividad económica para los habitantes. En Guatemala, Mixco, San Miguel Petapa y Sta Catarina Pinula, esta actividad se ubica en segundo plano; sin embargo en la Ciudad capital y Mixco las características de desarrollo urbano han permitido el establecimiento de diversidad de industrias en una proporción mayor que en cualquier otra región de la república.

Las Industrias se constituyen como fuente de trabajo para una parte de los habitantes en las diferentes poblaciones, estas a su vez incrementan sus ingresos producto de tributaciones industriales.

En Guatemala y Mixco la actividad comercial es la más importante. La diversidad de factores que intervienen en esta actividad provocan que el comercio experimente diferentes niveles de desarrollo, esta situación permite encontrar la ubicación en esta actividad económica, incluso a personas de recursos limitados. El comercio en el municipio de Villa Nueva es el segundo en importancia detrás de la actividad industrial.

La Agricultura es la actividad más desarrollada en los municipios restantes; Entre los cultivos se identifican los siguientes: Maiz, Frijol, Hortalizas, Café y Caña de Azúcar. En cada uno de ellos intervienen diversos factores que inciden en el proceso y en el nivel de ingresos de los agricultores.



Los diferentes servicios urbanos establecidos en las comunidades también representan a las personas fuentes de empleo, aún cuando no es tan significativo como la agricultura, industria y comercio.

Servicio	Agua		Limpieza	Transporte	Vías de Comunicación
	Potable	Drenaje			
Amatitlán	2	2	3	2	1
Guatemala	2	2	2	2	1
Magdalena					
Milpas Altas	2	2	2	2	2
Mixco	2	2	2	2	1
Pacul	2	3	3	2	2
San Miguel					
Petapa	2	2	2	2	1
San Lucas					
Sacatepequez	2	2	2	2	1
Sto Tomás					
Milpas Altas	2	3	3	2	2
Sta Catarina					
Pinula	2	2	2	2	1
Villa Canales	2	2	2	2	1
Villa Nueva	2	2	2	2	1

Quadro 15. Servicios básicos de las poblaciones en la subcuenca del lago de Amatitlán  
Referencia: 1 = eficiente, 2 = deficiente, 3 = inexistente.

FUENTE: Propia.

La expansión registrada por los centros poblados conlleva la necesidad de incrementar los servicios urbanos; sin embargo el incremento de éstos no es acorde a las necesidades de las diferentes comunidades. Los habitantes experimentan dificultades en los servicios de agua potable, transporte, deposición de basuras domiciliarias, drenaje, etc.

En los municipios estudiados, el agua potable y el drenaje de las aguas servidas manifiestan deficiencia en su funcionamiento; tal situación se agudiza en Santo Tomás Milpas Altas en donde los habitantes carecen de drenaje.

El servicio de limpieza en los municipios es proporcionado por las autoridades municipales o personas autorizadas; también es un servicio deficiente. En Amatitlán y Santo Tomás Milpas Altas, la situación es más conflictiva pues no se ha implementado este servicio.

El servicio de transporte en los diferentes municipios es deficiente. Las vías de comunicación en Magdalena Milpas Altas, Pacul y Santo Tomás Milpas Altas, manifiestan condiciones inadecuadas; en estas vías la comunicación se dificulta en el



periodo de lluvias. En el resto de los municipios las vías de comunicación son suficientes en toda época. (figura 10)

Problemática	I	II	III	IV	V	VI
Municipio						
Amatitlán	x	x		x	x	x
Guatemala	x	x	x	x	x	x
Magdalena Milpas Altas	x	x		x		x
Mixco	x	x	x	x	x	x
Pacul	x	x		x	x	
San Miguel Petapa	x	x		x	x	
Sn Lucas Sacatépequez	x	x		x		x
Sto Tomás Milpas Altas	x	x		x		
Sta Catarina Pinula	x	x		x		x
Villa Canales	x	x		x	x	x
Villa Nueva	x	x	x	x	x	x

Quadro 16. Problemática ambiental relevante en las áreas municipales de la subcuenca del Lago de Amatitlán.

FUENTE: Propia.

Referencia: I= Alcantarillado y agua potable insuficiente, II= ausencia ó infuncionalidad de plantas de tratamiento de aguas servidas, III= Deterioro ambiental asociado a la densidad de población, IV= Basureros con ubicación inadecuada, V= deforestación y su impacto en el cuerpo de agua, VI= Tratamiento inadecuado a residuos industriales.

Los servicios existentes que generalmente son inadecuados, que provocan que los habitantes de los diferentes centros poblados satisfagan sus necesidades como los recursos a su alcance les permiten.

En todos los municipios existe insuficiencia de agua potable y alcantarillado, ausencia ó infuncionalidad de plantas de tratamientos de aguas servidas y basureros con ubicación inadecuada. Ante ésto, las personas hacen uso de diversas fuentes para abastecimiento del líquido y depositan sus aguas residuales a flor de tierra. La ausencia de plantas de tratamiento permite que el agua residual sea conducida hacia corrientes superficiales, sin previo proceso purificador. Los basureros ubicados inadecuadamente se constituyen en focos de proliferación de enfermedades.

El deterioro ambiental asociado a la densidad de población es mayor en los municipios de Guatemala, Mixco y Villa Nueva. El

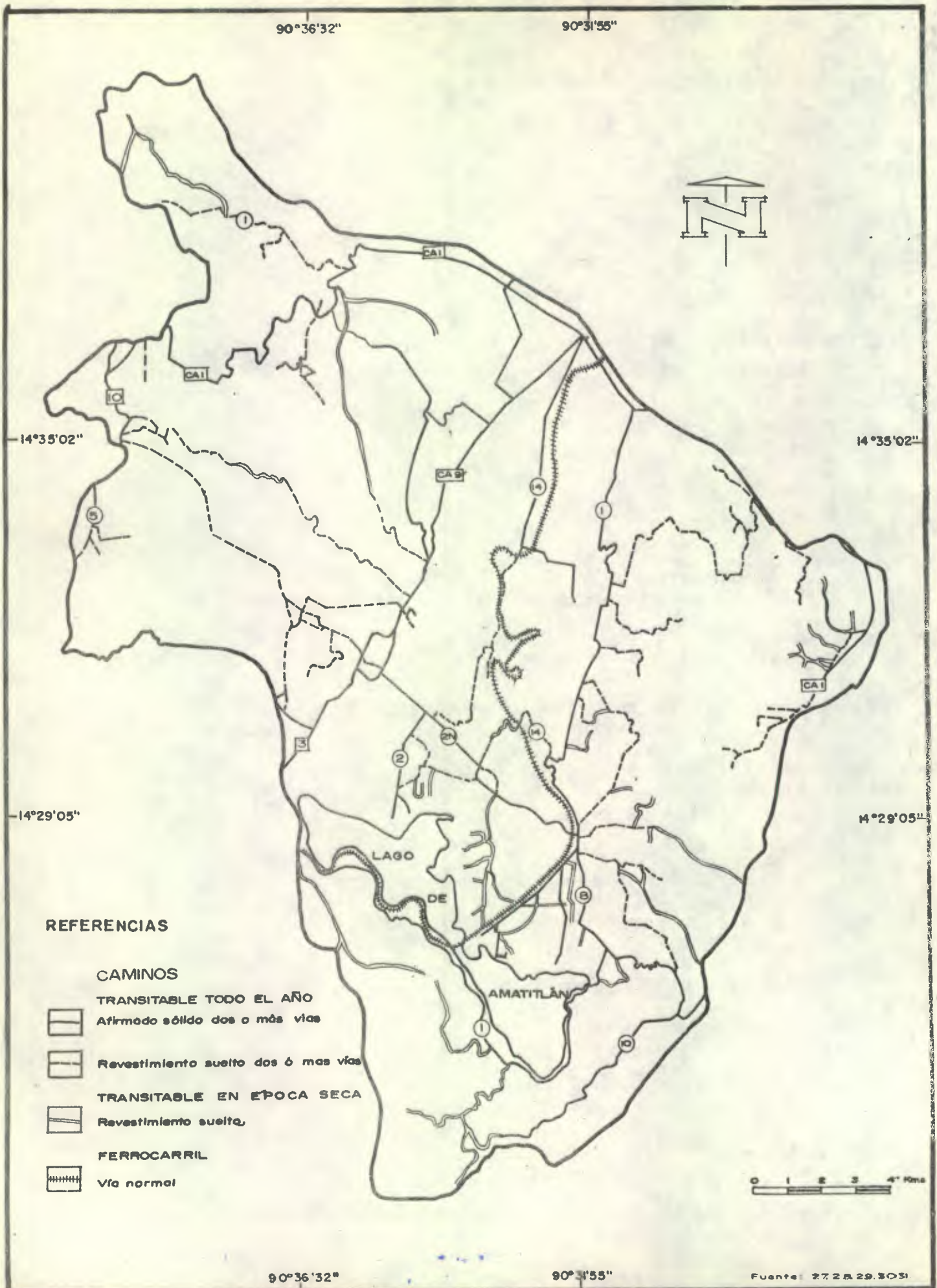


Figura 10. Vías de comunicación en la subcuenca del lago de Amatitlán.



crecimiento registrado en estas poblaciones y la insuficiencia de servicios provoca cantidades en constante incremento de residuos sin manejo adecuado.

En Amatitlán, Guatemala, Mixco, Pacul, San Miguel Petapa, Villa Canales y Villa Nueva, la deforestación es significativa. La habilitación de terrenos para otros usos, la utilización de leña para combustible e incendios forestales, entre otros son los causantes de la disminución de la cubierta boscosa. Lo grave de esta situación es de mayor impacto en áreas donde el relieve del terreno requiere de esta cobertura. Al eliminarla se desencadena una serie de trastornos correlacionados que conducen a una degradación paulatina de los recursos. Así encontramos: pérdida del suelo, asolvamiento de cuerpos de agua, incremento de nutrientes en las corrientes, disminución de la capacidad productiva del suelo, disminución de la infiltración, alteración de la escorrentía, inundaciones, arrastre de cultivos, etc.

### **5.2.1. Uso Agrícola**

La actividad agrícola asentada en el área está determinada por diversos factores: capacidad económica de los agricultores, topografía, clima, asistencia técnica y crediticia, etc. La similitud de condiciones identificada permite delimitar tres zonas de uso agrícola: Noroeste, Central y Sureste. (figura 11), cuya descripción se presenta en la metodología del uso agrícola.

Las condiciones prevalecientes en cada una de ellas es la siguiente:

Noreste: Esta zona es dedicada principalmente al cultivo intensivo de hortalizas; estos productos son exportados por diversas compañías asentadas en el área. Con estas compañías los agricultores logran obtener un precio adecuado por sus productos; además reciben otro tipo de ventajas como: Asistencia Técnica e Insumos. Algunos productos agrícolas son obtenidos por los agricultores en empaques que no adjuntan especificaciones.

Los mercados también representan ventajas por las cercanías a los centros de producción; esto representa menos inversión, ahorro de tiempo y facilidad de movilización.

En el área también se encuentran cultivos de subsistencia. Se emplea en las labores agrícolas, tecnología variada; se hace uso de diversos productos químicos para fertilización y control de plagas y enfermedades; en contraposición se dan casos en los cuales las labores agrícolas son elementales.



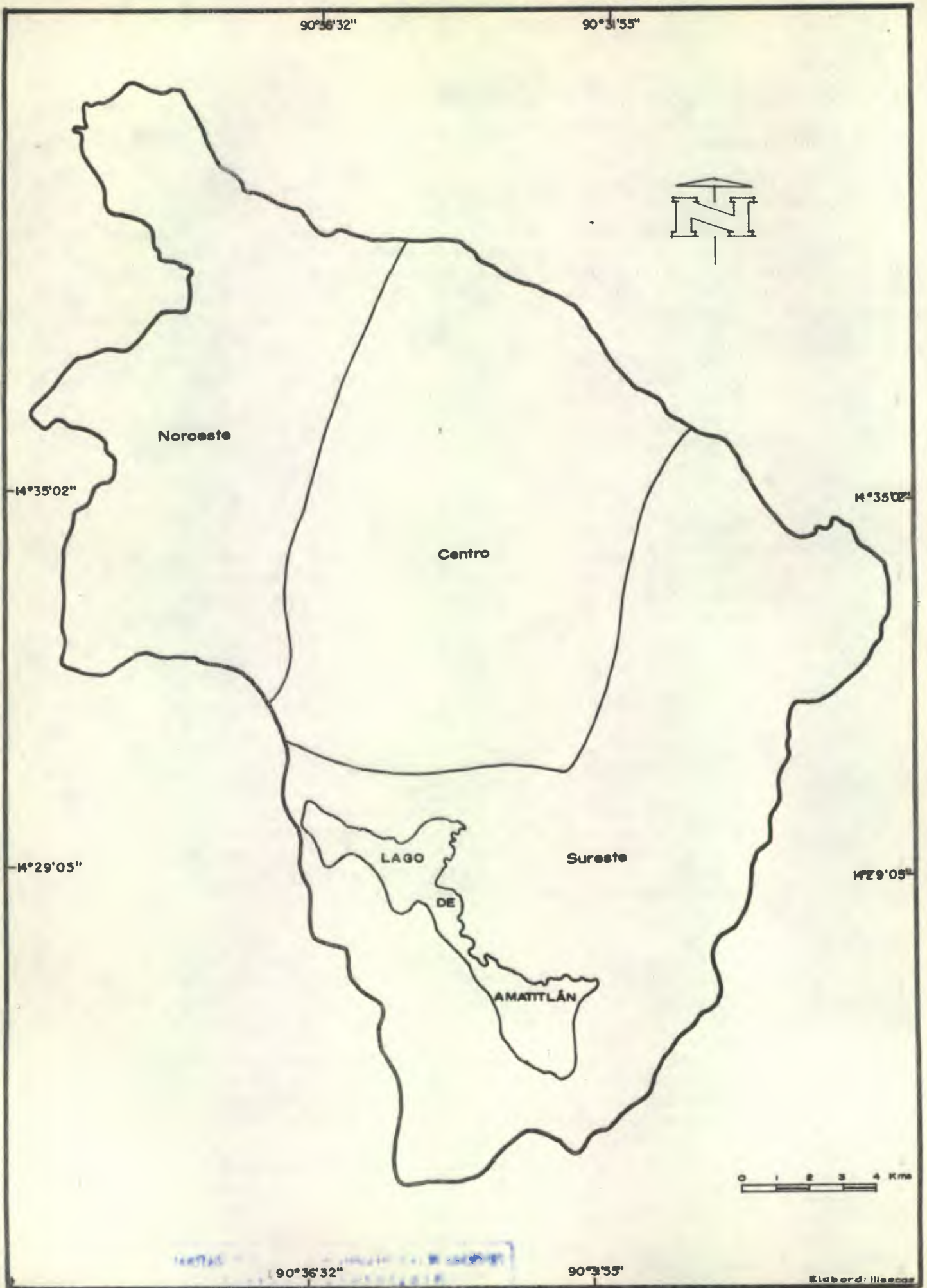


Figura II. Regionalización agrícola establecida para el presente estudio.

La tendencia de la tierra en el lugar se dá en diferentes formas: en propiedad, arrendamiento, préstamo, etc.

El transporte utilizado por los agricultores para llegar a su lugar de trabajo es principalmente a caballo ó a pie; sus productos agrícolas son movilizadas por vehículo ó a caballo.

Los agricultores por lo regular han asistido a la escuela de nivel primario y en algunos casos a nivel secundario. Los hijos de los agricultores asisten en la mayoría de casos a la escuela primaria y los que no lo hacen es debido a que no tienen la edad mínima para su ingreso.

Los problemas en los cultivos que se dan en esta zona son los siguientes: plagas, enfermedades, mala hierba, viento, precios de los productos, etc. Además de éso, los caminos son de terracería y el tránsito se dificulta con el régimen de lluvias que experimenta el área. (figura 12). Esto se agrava debido a que por estos caminos circulan vehículos que transportan carga pesada, con lo cual se contribuye al deterioro de los mismos.

Observaciones personales en el área dan cuenta de la habilitación de tierras para cultivo, tal habilitación hace necesario la eliminación de bosque. Esto para la mayoría de los agricultores no representa ningún problema, por lo que no hacen nada para evitarlo. Además, los árboles botados los utilizan para obtener leña la cual comercializan o usan personalmente.

Los terrenos son usados para la agricultura desde tiempos remotos; el cambio de uso del suelo motivó la tala de bosque existente. En muchos casos, los cultivos se han establecido en áreas inadecuadas, más aún si no utilizan prácticas agronómicas que puedan hacerlo factible.

Sin embargo, existen en el área proyectos que desarrollan diferentes instituciones que pretenden conservar los recursos naturales; entre ellos tenemos: conservación de suelos, reforestación, etc.

Centro: En la zona central de la subcuenca, se han establecido principalmente cultivos de subsistencia, hortalizas que generalmente se comercializan al exterior, café, etc.

Los cultivos de subsistencia se ubican en áreas no recomendables para labores agrícolas, así también en lugares donde las características topográficas permitan estas labores.

La tecnología empleada es variada, pero generalmente los agricultores emplean prácticas elementales debido a sus precarias condiciones



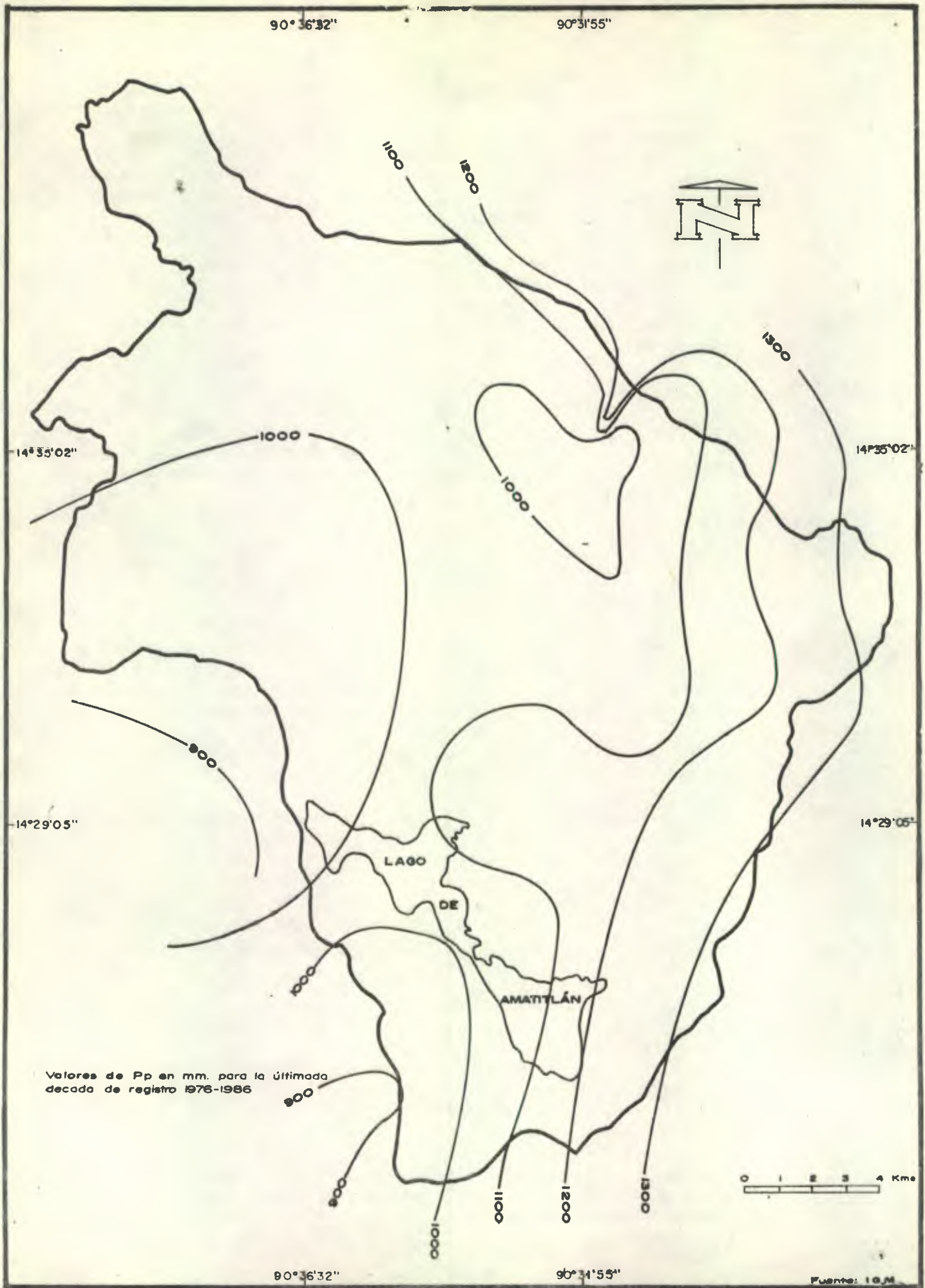


Figura 12. Mapa de Isoyetas medias anuales



económicas, situación que en los últimos años les ha imposibilitado la obtención de implementos e insumos necesarios para las labores agrícolas.

Existen programas de trabajo desarrollados por instituciones del estado, éstos proporcionan asistencia técnica y crediticia.

Los problemas agrícolas en la zona son plagas y enfermedades, para controlarlos se hace uso de prácticas culturales de acuerdo al cultivo en el cual se presente el problema. Se dá también dentro de la problemática: viento, escasez de agua, mayor oferta que demanda, ladroncio, etc; estos problemas causan disminución en la rentabilidad de los cultivos. Existen también producción de aves de corral y ganado, en su generalidad para consumo familiar; la alimentación proporcionada no es balanceada. El confinamiento se hace en corrales y potreros.

Al comparar la infraestructura del centro dedicada a la agricultura con la existente en otras áreas, son notorias las condiciones más adecuadas de esta área; los caminos de terracería son transitables en toda época, aún cuando en la época de lluvia sus características son afectadas.

Observaciones personales en el área dan cuenta de la pérdida gradual del suelo en lugares donde se establecen cultivos sin hacer uso de técnicas de conservación de suelos.

El área sirve de asiento a una carga poblacional que se constituye como el uso más relevante. Las necesidades de combustible llevan a los habitantes del área a hacer uso de la cubierta vegetal del lugar para emplearlo como leña. Una manifiesta negligencia de los moradores de esta zona permite el constante problema de los incendios forestales, lo que impide se mantenga por períodos largos la cobertura forestal de la zona.

Se observan deslizamientos de los suelos en muchos lugares dentro del área, en cortes de caminos, remoción de tierra para construcción, obtención de materiales de construcción, en partes altas de colinas, en terrenos con pendientes pronunciadas donde la cubierta vegetal es escasa, etc. (figura 13)

Se presentan en algunas áreas, agrietamientos profundos a orillas de barrancos, que pueden provocar el derrumbe de estas extensiones de terreno; en algunos casos esto puede provocar desgracias personales; pues algunos habitantes de estas áreas desarrollan actividades en los puntos mencionados; en algunos casos, llegan a ser zonas de uso urbano.

Existen algunos bosque y áreas donde se hace uso de prácticas de conservación de suelos, aún cuando no son representativos para el área.



Figura 13 Mapa de susceptibilidad a la erosión



Sureste: Es usada para cultivo de café, caña de azúcar, pastos y cultivos de subsistencia.

Los cultivos de exportación emplean en las prácticas agrícolas, diversos productos existentes en el mercado; éstos son en fertilización, control de plagas y enfermedades, etc. A pesar de ello, es necesario resembrar las plantas que mueren reemplazándolas por otras seleccionadas en el cultivo establecido u obteniéndolas en otra finca.

En el cultivo de café, sin embargo, pequeños agricultores no tienen los medios económicos para la compra de insumos agrícolas; por lo tanto, solo hacen uso de los escasos productos que pueden obtener e implementan prácticas culturales como: chapeo, poda, raspa, etc. Generalmente se hace uso de árboles para sombra, los cuales son de diferentes especies; estos proporcionan productos secundarios como: fruta, leña, etc, que se emplean para autoconsumo principalmente.

Hay también en el lugar plantaciones de hortalizas, así como cultivos de subsistencia, para los cuales, la tecnología empleada es inferior que la empleada en los cultivos de exportación. Generalmente son cultivados en áreas marginales y se aplican prácticas culturales mínimas en el período del cultivo. Se utilizan productos químicos para el control de plagas y enfermedades; así también, se emplean basuras, rastros, desechos animales, etc.

Los pastos cultivados en el área son principalmente para ganado lechero; existe poco número de cabezas para destace. Mantener los pastos con insumos agrícolas, está fuera de las posibilidades económicas de las personas que se dedican a esta actividad; esto ha provocado la mínima utilización de estos medios para producir el pasto.

El cultivo de esta área se remonta a mucho tiempo. En algunos casos se consideran hasta setenta y cinco años de utilización en actividades agrícolas.

La habilitación de tierras para agricultura representó la eliminación de arboledas y matorrales, lo que persiste en la actualidad.



Los agricultores del lugar varían en su nivel educativo, desde no haber asistido a la escuela hasta asistir a educación de nivel medio; sin embargo, los hijos de estas personas asisten a la escuela por existir éstas en los poblados cercanos.

La movilización hacia los lugares de trabajo la realizan por vehículo, a caballo o a pie.

Los terrenos trabajados en esta zona, son en gran parte extensiones que pertenecen a grandes fincas, las que absorben mano de obra en las diversas labores agrícolas. Hay también propiedades con extensiones de terreno más pequeñas que las anteriores; son propiedad de los agricultores o arrendadas.

En cuanto a la asistencia técnica, son las fincas quienes se encargan de proporcionar la capacitación debida o bien los agricultores las han obtenido de generaciones anteriores. La asistencia crediticia, son las fincas quienes se encargan del financiamiento de las labores agrícolas. Cuando los terrenos son arrendados cada agricultor trabajó como sus condiciones económicas le permitan. Por parte de instituciones estatales se da asistencia técnica pero no frecuentemente, aún cuando hay programas establecidos para el lugar.

En algunas partes se ha manifestado pérdida del recurso suelo, por lo que en la actualidad son áreas que no se utilizan para cultivos, únicamente para pasto. También se dan problemas de lavado de cultivos, correntadas, derrumbes, anegamientos, en lugares con pendientes pronunciadas. ( Figura 14 ).

Para evitar esto, se ha tratado por diferentes medios, pero el problema persiste; en el caso de fincas cercanas al lago las corrientes llegan a él. En algunos casos se conocen las labores agrícolas que deben realizarse para solucionar los problemas, pero esto representa descuidar las labores a realizar en los cultivos.

La falta de fertilidad en algunas extensiones ha provocado que los agricultores dejen de utilizarlos por cierto tiempo; transcurrido el cual, vuelven a hacer uso de él.

La producción es transportada por vehículo a los anexos de las fincas o hacia otros mercados. Los pequeños productores comercializan sus productos en el lugar.

### 5.3. Intensidad de uso

Los habitantes de las poblaciones ubicadas en la subcuenca, han establecido diversos usos en el área.

La sobreposición de la capacidad de uso de la tierra (Figura 15); con el uso establecido, define las categorías de





Figura 14. Mapa de pendientes

Elaborado 1988



90°36'32"

90°3'55"








14°35'02"

14°35'02"

14°29'05"

14°29'05"

REFERENCIAS

-  Clase I - II
-  Clase III - IV
-  Clase V - VI
-  Clase VII - VIII
-  Urbano

LAGO

DE

AMATITLÁN

0 1 2 3 4 Kms.

90°36'32"

90°3'55"

Fuente: I G M

Figura 15 Mapa de capacidad de uso de la tierra

intensidad de uso de la tierra: uso correcto, subuso y sobreuso. ( Figura 16 ).

La extensión delimitada por cada categoría indica la situación prevalectante y sus implicaciones.

Categoría	Area Km <sup>2</sup>	Area total %
Subuso	31.92	8.53
Sobreuso	112.36	30.01
Uso correcto	155.72	41.60

Cuadro 17. Categorías de intensidad de uso de la tierra.

FUENTE: Propia

Las condiciones establecidas en cada categoría son:

### 5.3.1. *Uso correcto*

Como uso adecuado se considera el aprovechamiento de los recursos en función a las características del área. Esta categoría de intensidad de uso abarcó 155.72 km<sup>2</sup>.

Se identifica dentro de esta categoría extensiones de terreno con diferente cobertura: bosque, cultivos y pastos.

Los bosques están ubicados en extensiones con pendientes pronunciadas, principalmente. Entre otros beneficios, proporciona la adecuada protección al suelo: evita pérdida de erosión, aporta materia orgánica, etc.; contribuye a la regulación del ciclo hidrológico: favorece la infiltración, minimiza la evaporación, etc.; mejora la calidad del aire, etc.

Los cultivos identificados en la extensión correspondiente a ésta categoría de uso, son trabajados en función a las condiciones topográficas del área. El café, se extiende sobre terrenos con características propicias para labores agrícolas así como de topografía inapropiada para tal uso, en este caso proporciona cobertura permanente tanto con el cultivo como con los árboles cultivados para sombra.

En otros cultivos se aplican técnicas agrícolas para habilitar terrenos cuya topografía es inadecuada para este uso. Curvas de nivel, terrazas, etc.: son



90°36'32"

90°31'55"







14°35'02"

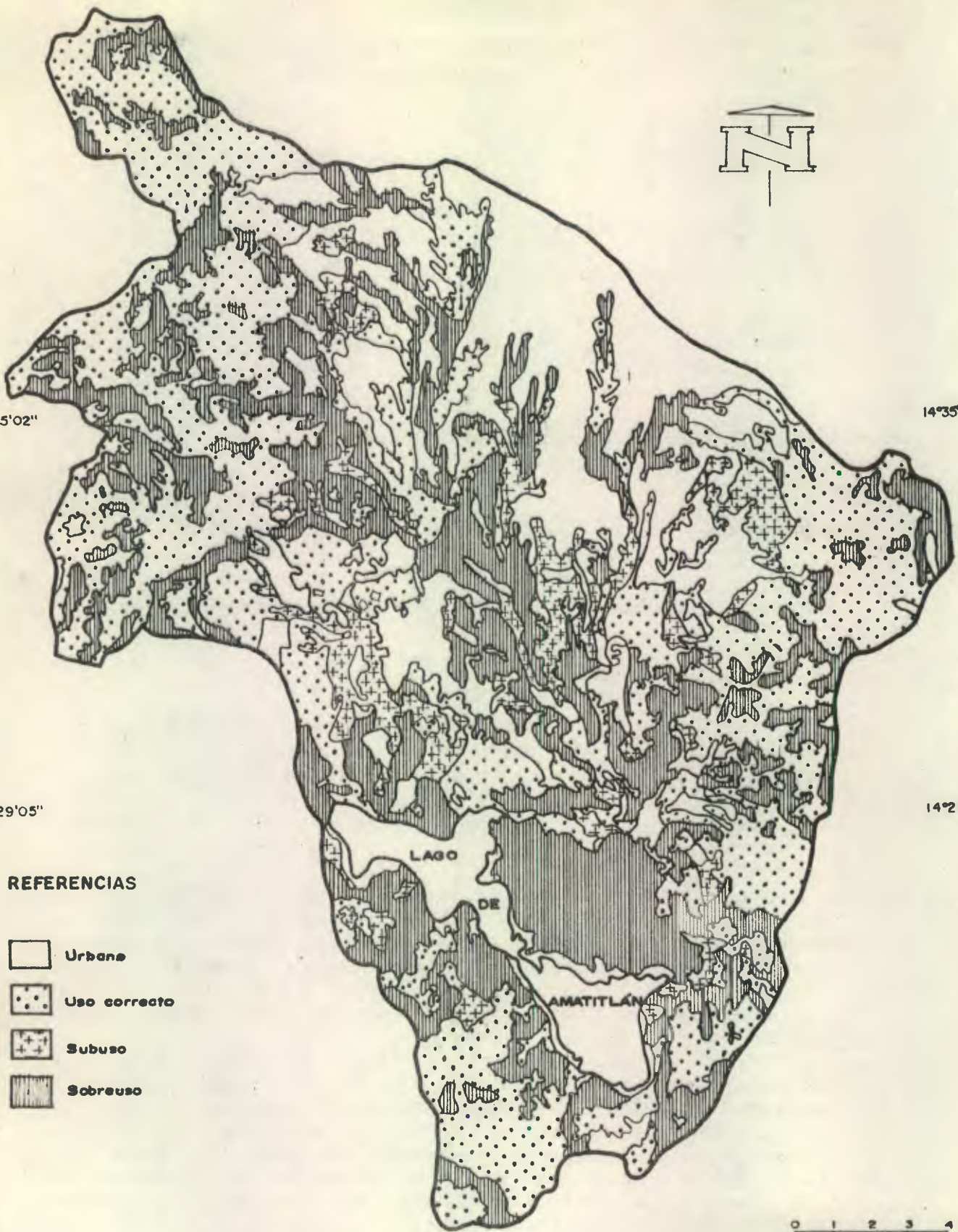
14°35'02"

14°29'05"

14°29'05"

**REFERENCIAS**

-  Urbana
-  Uso correcto
-  Subuso
-  Sobreuso



0 1 2 3 4 Kms

90°36'32"

90°31'55"

Elaboró: Mercedes

**Figura 16 Mapa de Intensidad de uso**



técnicas implementadas que han permitido habilitar tales extensiones para cultivos hortícolas, maíz, frijol, etc. Además hacen uso de terrenos propicios para la agricultura.

El pasto cultivado está establecido en extensiones que requieren ser explotados adecuadamente para evitar pérdida del suelo. Tal cobertura impide que se manifieste este deterioro.

### 5.3.2. *Subuso*

Al analizar los usos característicos del suelo en la subcuenca del lago de Amatitlán, la tendencia del área subutilizada es su incorporación a los usos urbano, agrícola o industrial. Así las situaciones que se presentan son:

. El establecimiento urbano en alguna extensión comprendida dentro de esta categoría, representa minimizar el problema de la vivienda. Sin embargo, deben analizarse las implicaciones de la expansión urbana: servicios urbanos a instalar: agua potable, drenaje, transporte, etc.; incorporación de los habitantes a diferentes actividades económicas; disminución del área boscosa; construcción de instalaciones para el tratamiento de las aguas servidas.

. Instalar industrias solventa la situación laboral de los habitantes de comunidades vecinas; además promueve el desarrollo económico de los mismos.

Es importante considerar el número de industrias que actualmente se encuentran en el área. Existe manifiesta tendencia a la centralización de esta actividad, con el agravante de producir un constante deterioro de los recursos naturales por la deposición de las aguas residuales. Por lo tanto el promover el uso industrial del área en subuso, debe ser acompañado de regulaciones que contribuyan a minimizar el deterioro que actualmente se registra.

. La habilitación para el uso agrícola, requiere establecer cultivos que promuevan la elevación del nivel de vida de los agricultores. Actualmente cultivos como hortalizas, café, maíz y frijol, son algunos de los existentes en el área con niveles de producción variable. Estos cultivos pueden ser incorporados a las extensiones en subuso; para ello es necesario estructurar el proceso productivo para obtener rentabilidad en los mismos.

. Otro uso que se pretende dar al área en subuso debe ser analizado en función al impacto que provoque en los recursos naturales de la subcuenca.



### 5.3.3. *Sobreuso*

Esta categoría de intensidad de uso, delimita áreas cuyas características son sometidas a actividades que sobrevaloran sus capacidades reales.

El manejo inadecuado conduce a un grado de deterioro tal que la pérdida de los recursos es irreversible.

La extensión cuantificada es de 112.36 km<sup>2</sup> y la situación prevaleciente es:

Se han habilitado para siembra áreas de terreno con características topográficas inadecuadas; ha esto debe sumarse la inexistencia de prácticas agronómicas que permiten el establecimiento de cultivos bajo estas condiciones. Los efectos que se manifiestan, principalmente durante el invierno son: pérdida de suelo, arrastre de las plantaciones, etc.

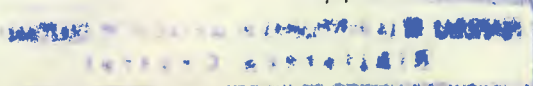
El suelo arrastrado por el agua de escorrentía, transporta los insumos incorporados en el transcurso del proceso productivo. Estas aguas drenan a través de la pendiente natural de los terrenos hacia las corrientes superficiales, las cuales en su recorrido incrementan la concentración de contaminantes en proporción directa a sus respectivas áreas de influencia.

La cantidad de insumos agrícolas contenidos en los suelos, está en función a: tipo de cultivo, condiciones económicas de los agricultores, tecnología aplicada, etc.

Las corrientes superficiales drenan hacia el lago, constituyéndose en receptor de los materiales contaminantes conducidos por sus afluentes. Tales contaminantes afectan la diversidad de procesos ecológicos que se registran en el cuerpo de agua: ciclo de elementos, interacción componentes bióticos-abióticos, cadena alimenticia, movimiento de las masas de agua, etc.

La habilitación del área a la orilla del lago para uso urbano, ha permitido establecer edificaciones de condiciones diferentes. Algunas han sido construidas considerando normas higiénicas; por lo tanto se han diseñado estructuras para tratamiento de aguas residuales. Otras edificaciones se han construido sin estas estructuras, lo que provoca contaminación por sus aguas residuales que son depositadas en el lago directamente.

Los habitantes de esta área, hacen uso del agua para satisfacer diversas necesidades: lavado de ropa, limpieza de utensilios, aseo personal, etc. Han construido pozos ciegos para satisfacer sus necesidades fisiológicas e incluso lo hacen a flor de tierra.



El establecimiento de viviendas en esta área privatiza las playas, imposibilitando actividades de turismo, recreación, etc.

#### 5.4. Legislación ambiental

Los diferentes cuerpos legales relativos al medio ambiente, emitidos por diferentes autoridades de la República de Guatemala, enmarcan las leyes de protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales; sin embargo la situación prevalesciente en la subcuenca del lago de Amatitlán está alejada de la realidad prevista en la legislación. Esta situación se debe a diversos factores, de los cuales, las reciente promulgación de la ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente y la estructuración de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, es relevante.

Al analizar la Legislación Ambiental en la subcuenca del lago de Amatitlán su aplicación se presenta de la siguiente manera:

- a) El gobierno de la República se reserva en dominio extensiones de terreno alrededor de los diferentes cuerpos de agua, salvo los bienes sobre los que existen derechos inscritos en el registro de la propiedad con anterioridad al 1 de marzo de 1956 y los inmuebles situados en zonas urbanas. (8).

En el área bajo estudio encontramos como cuerpos de agua; las corrientes que drenan hacia el lago de Amatitlán y este mismo. La situación en ellos es la siguiente:

Dentro de los 200 metros alrededor del lago de Amatitlán existe: uso urbano, uso industrial y uso agrícola.

El uso urbano se ubica en la ribera del lago. Existen construcciones variadas que van de aquellas de adecuadas condiciones arquitectónicas, hasta viviendas que no cuentan con mínimas condiciones para habitarse, obviándose en este último caso, la prohibición de usar letrinas que sin ningún dispositivo de depuración o de adecuada filtración de sus desagües, se encuentran en las márgenes de los ríos, riachuelos, manantiales y lagos.

Dentro del área de reserva se ubica la termoeléctrica de la empresa eléctrica de Guatemala que hace uso de las aguas del lago en el proceso de generación de energía. Esta utilización del cuerpo de agua, obliga al gobierno de la República a proteger y favorecer su desarrollo y utilización.

Los cultivos en el área de reserva son principalmente cultivos de subsistencia; aún cuando, se cultiven también hortalizas, café, etc.



Las extensiones de terreno no cubiertas por los usos anteriores se identifican matorrales y pastos naturales; también existen extensiones de cubierta boscosa.

En las corrientes superficiales afluentes del lago de Amatitlán, la situación que prevalece en los 100 metros de reserva, no es diferente de la anterior:

La expansión de las poblaciones ha provocado que se habiliten para vivienda áreas de terreno en las cercanías de las corrientes.

Hay industrias ubicadas en la extensión de reserva de algunos ríos, particularmente en las cercanías de la ciudad capital.

El uso agrícola es el uso más importante que se encuentra. Los cultivos limpios abarcan mayor extensión de terreno.

- b) Se establece que la propiedad es el derecho de gozar y disponer de los bienes dentro de los límites de observancia de las obligaciones que establecen las leyes. En ejercicio de ese derecho no pueden realizarse actos que perjudiquen a otras personas y especialmente en sus trabajos de explotación industrial está obligado a abstenerse de todo exceso lesivo a la propiedad vecina. (7, 8, 9, 11, 41, 42, 44, 59 ). La situación que se presenta en la subcuenca es la siguiente:

Los desechos provenientes de las actividades son evacuados en vez de volver al suelo. Un sistema de evacuación lo constituyen los drenajes. Estos conducen cantidades siempre crecientes de aguas servidas lo que facilita la transmisión de enfermedades a los consumidores de aguas abajo de los puntos de deposición.

Las municipalidades de la República quedan obligadas a efectuar a la mayor brevedad posible, los estudios correspondientes para tratar los desechos de las poblaciones, prestando mayor atención a las de más de mil habitantes; sin embargo, la capacidad financiera de las comunidades imposibilita la ampliación de sus servicios al mismo ritmo que el crecimiento urbano. Además, la definición de prioridades por parte de las autoridades, en muchas ocasiones, provoca una inadecuada utilización de los escasos recursos.

La deposición de desechos sólidos en lugares inadecuados es normal en el área. Son utilizados para esa finalidad los barrancos ubicados en las cercanías de los centros poblados. Las lixiviaciones derivadas de la acumulación de desechos sólidos contiene a menudo materiales patológicos. La lixiviación a través de la escorrentía o de la percolación, contamina potencialmente el agua subterránea, así como otros abastecimientos de agua. Los basureros aportan agua contaminada que se percola en el suelo, así como otros abastecimientos de agua. Los basureros aportan agua

contaminada que se percola en el suelo, así como también, es enviada hacia los barrancos.

Desechos de origen industrial pueden contener materiales tóxicos y materiales pesados, estos pueden ser lixiviados hacia el agua subterránea, así como a otros abastecimientos de agua. Los materiales tóxicos y los metales pesados son dañinos a la salud.

La contaminación del agua debida a los compuestos orgánicos sintéticos y químicos descargados por las industrias, son amenaza para la salud y bienestar humano.

La industria de la transformación agrícola ( beneficios de café, ingenios azucareros ), descargan sus desechos sin ningún tratamiento sobre los ríos y el lago directamente.

En algunos ríos, que conforman el drenaje superficial de la subcuenca, se observa un fuerte incremento de sustancias orgánicas durante la época seca, este incremento de sustancias orgánicas se debe principalmente a la introducción de aguas residuas provenientes de los beneficios.

- c) Se reconoce y garantiza a los particulares el uso y el aprovechamiento de caudales de agua y prohíbe expresamente, la adquisición en propiedad de las aguas de la nación, salvo las destinadas al servicio urbano. (7,42,59 ).

En el caso de los ríos ubicados en el área, hay corrimiento de diversidad de sustancias. Así encontramos que las concentraciones humanas y las industrias introducen cargas de desechos. Las industrias, también aportan desechos sólidos conteniendo metales pesados y materiales tóxicos,, los cuales potencialmente están contaminando el agua subterránea así como otros abastecimientos de agua. Las industrias de transformación agrícolas, descargan sobre los ríos o al lago directamente, importantes cargas de materia orgánica y compuestos diversos. En algunos ríos, se manifiestan concentraciones de materia orgánica durante la época de trabajo de los beneficios.

- d) Se reconoce que las personas jurídicas son responsables de los actos de sus representantes en los de sus funciones que perjudiquen a terceros, cuando viole la ley o no cumplen; quedan a salvo por daños causados por los autores. También las compañías extranjeras que tengan negocios en la República están obligados a someterse a las leyes y tribunales para decisión de cuestiones judiciales a que dan lugar los negocios ( 7, 41, 42, 44, 59 ).

En estos artículos se fundamentan las acciones que pueden tomarse para corregir las diversas situaciones presentes en el área.



- e) Las municipalidades tienen amplias facultades para combatir la contaminación por medio de ordenanzas y reglamentos puesto que se otorgan potestades de iniciativa, decisión y ejecución en asuntos municipales ( 9, 44 ).

Existen algunos proyectos promovidos por los alcaldes municipales; sin embargo, estos no son relevantes para evitar el deterioro de los recursos naturales del área.

- f) Para efecto del desarrollo urbanístico de las ciudades, las municipalidades de las cabeceras departamentales y de las poblaciones de más de mil habitantes deben por sí mismo o por contrato realizar de conformidad con las recomendaciones del caso, los estudios para implementar en sus áreas de influencia urbana un plan regulador que contemple lo siguiente: sistema vial, servicios públicos, sistema de tránsito y transportación, sistema recreativo y de espacios abiertos, edificios públicos y servicios comunales, zonas residenciales, zonas comerciales, zonas industriales, zonas de servidumbre de reserva, otros. ( 9, 11, 44, 59 ).

La situación que se presenta en el área urbana no refleja que se está aplicando ninguna regulación. En muchas ocasiones las viviendas no tienen las condiciones mínimas para habitarlas; sin embargo, la presión de población ejercida por diversidad de factores, obliga al crecimiento de las ciudades a un ritmo acelerado, el ritmo de la expansión urbana provoca que los servicios no sean instalados a igual ritmo; abarcan únicamente parte de las áreas urbanas y existen en diversidad de condiciones, se encuentran áreas en las cuales los servicios no han sido instalados.

Las condiciones en las cuales los servicios proporcionados, se deben a diferentes factores, dentro de los cuales, la capacidad financiera que tienen las autoridades es relevante; sin embargo, existen situaciones en las cuales la priorización de proyectos ha establecido canalizar recursos a otras actividades.

- g) Las industria en cualquier localización deben ajustarse a reglamentos vigentes para deposición de desechos en las cloacas de la ciudad. Los sistemas de drenaje deben ser separativos y las aguas industriales deben vertirse químicamente inertes a la red general. Esta exigencia también debe cumplirse cuando viertan sus aguas a cuencas o barrancos naturales en forma directa. (9,11,44).

En la realidad es diferente. Como se ha descrito anteriormente la disposición industrial no llenan los requisitos mencionados, por lo que esos residuos son depositados sin seguirse a los requerimientos exigidos. Notoriamente la reglamentación no es cumplida.

Por otra parte esta reglamentación está establecida para la ciudad capital; aún cuando el número de industrias ubicadas en la ciudad es numerosa se debe considerar una reglamentación que regule las actividades industriales en otras poblaciones.

- h) Todos los árboles del municipio de Guatemala se declaran de utilidad pública e interés social, por ser importantes en la acumulación y distribución del agua y el desarrollo y mantenimiento de la vida; en consecuencia la municipalidad y los habitantes de la capital deben participar en su protección, conservación, mejoramiento y siembra. Toda persona individual o jurídica que en cualesquiera forma voluntaria o intencionalmente, destruya o dañe total o parcialmente un árbol sin autorización será sancionada.

Para promover el fomento de la forestación capitalina con la participación del vecindario, la municipalidad creará incentivos y estímulos especiales, económicos y sociales y programas educacionales para todos los niveles de edad de su población por cuanto medio fuera recomendable. (8,9).

La cobertura vegetal existente en jurisdicción de la ciudad capital, no comprende arbolelas en proporción a los esperados. De existir actividades como las mencionadas, el cubrimiento forestal abarcaría áreas más extensas o se ubicarían en las áreas, que por sus características topográficas, requieran de este tipo de cobertura.

En contraste con lo anterior el área tiene un cubrimiento vegetal mayoritario, el pasto natural y matorral, así también se encuentran cultivos limpios. los barrancos se utilizan para deposición de desechos sólidos.

- i) La ley forestal fué promulgada para dinamizar y planificar ordenadamente el desarrollo forestal del país, especialmente para evitar el deterioro de los recursos naturales renovables.

Se declaran zonas forestales de vida definitiva, la encontrada en los volcanes de toda la República, desde su cráter, hasta los niveles del 30% como límite; en consecuencia, no se podrá efectuar descombrados para fines agropecuarios, ni explotaciones forestales; se favorece la restauración de los bosques mediante regeneración natural.

Esta ley debe ser aplicada por los alcaldes municipales del país y los jueces de paz.

Se determina que todas las tierras de vocación forestal y los bosques propiedad del estado, quedan bajo control y manejo de INAFOR (Instituto Nacional Forestal). Esta institución coordina y reglamenta las medidas necesarias para la debida protección forestal.



Las municipalidades tienen obligación de forestar y reforestar las cuencas de los nacimientos de agua, pozos, riveras de los ríos, riachuelos, lagunas y lagos que surtan el agua. (7,59).

La cubierta boscosa de la subcuenca del lago de Amatitlán, no abarca las extensiones de terreno en las que es indispensable; en su lugar, estas áreas están cubiertas por pastos y matorrales. Existen algunas extensiones que han sido habilitadas para cultivos; las áreas con cultivos limpios manifiestan deterioro de sus características debido a que no han incrementado técnicas apropiadas.

Las áreas boscosas existentes son disminuidas por diversas causas como: Habilitación de terrenos para otro uso, utilización de leña para combustible, incendios forestales frecuentes, etc.

Las autoridades municipales y el INAFOR están facultados para establecer la cobertura forestal necesaria para protección y conservación de las cuencas tributarias de los diferentes cuerpos de agua; sin embargo, es notorio que en el presente caso, los esfuerzos realizados han permitido abarcar un área poco representativa para protección y conservación de las corrientes superficiales y el propio lago.

- j) El estado protege las industrias como la pezca que constituyen fuente de riqueza natural. Por lo tanto, se prohíbe mezclar, depositar, o lanzar a las aguas de los ríos, riachuelos, manantiales y lagos sustancias vegetales o químicas, desechos o residuos de la producción agrícola, o bien plantas o sustancias de cualquier especie, nocivos a la pezca a la ganadería o a la salud de los habitantes.

La reglamentación de la piscicultura y la pesca en la que se determina el derecho de pescar, regula su ejercicio y la conservación de toda especie que sea objeto de pesca. Señala prohibiciones a destruir las crias de peces, enturbiarles el agua y arrojar materiales que perjudiquen; además prohíbe alterar arbitrariamente la condición de las aguas con residuos industriales vertidos en ellas, materiales o sustancias perjudiciales o nocivos a la pezca; salvo derecho reconocido y reglamentado por la administración pública. (9,59)

El estado actual del lago de Amatitlán no se encuadra dentro de la reglamentación revisada anteriormente; esta situación reviste importancia, tomando en consideración que la industria pesquera tiene como último receptor a los moradores de los poblados cercanos.

### 5.5. Acciones correctivas

En base al acuerdo gubernativo número 489-85 (10), la autoridad para el rescate y resguardo del lago de Amatitlán

representado por el gobernador departamental de Guatemala, debe planificar, priorizar y ejecutar las acciones que permitan la rehabilitación del sistema ecológico del lago. Esta autoridad está facultada para coordinar las actividades de las diversas instituciones con jurisdicción en el área de influencia los que a su vez deben desarrollar acciones correctivas que contribuyan al uso sostenido de los recursos naturales. Dentro de estas es necesario implementar las siguientes:

- a) Debido a la crítica situación que experimentan los recursos naturales en la República y sus implicaciones futuras en la sociedad guatemalteca, el gobierno de la República a través de sus diversas instituciones, debe estructurar programas educativos que incorporen el conocimiento de los impactos ambientales en los recursos naturales a consecuencia de la diversidad de usos del suelo inapropiados que implementa el hombre.

En el caso del lago de Amatitlán es necesario concientizar a los habitantes de las diferentes comunidades respecto a su contribución al deterioro de los recursos naturales identificados en ella. Es sumamente importante enfocar las implicaciones derivadas del deterioro de este cuerpo de agua en actividades turísticas, artesanales, deportivas, recreativas, etc; el problema que representa para las comunidades que utilizan estas aguas para actividades domésticas, el decremento de condiciones para generación de vida silvestre; etc.

La concientización de los habitantes de los diferentes poblados es necesario para minimizar su aporte al deterioro de los recursos naturales en el área.

- b) Los cultivos encontrados en la subcuenca, se ubican en terreno con características topográficas variables.

Esta actividad productiva representa para las personas dedicadas a ella su forma de vida. Estas condiciones hacen imperativo implementar acciones que minimicen el deterioro de estas tierras que además de dar protección a los recursos, permitan a los agricultores conservar en condiciones adecuadas su medio de producción, así:

Debe ser estructurado un programa gubernamental que permita a los agricultores obtener en propiedad los terrenos que utilizan en las labores agrícolas. Paralelamente, es necesario proporcionarles información sobre la repercusión de las diversas prácticas agrícolas en los recursos naturales, así como de la importancia de tal aplicación para su propio beneficio. Esto concientizará a los agricultores respecto al efecto proveniente del deterioro de sus terrenos, así como la



influencia en sus niveles productivos y sus intereses particulares.

Debe ser establecida tecnología agrícola considerando las características del área. Las diversas tecnologías que puedan ser adoptadas deben evitar el deterioro de los recursos así como proporcionar una mejor calidad de vida a los agricultores.

Definidas las diferentes tecnologías que puedan establecer, debe ser estructurado todo el mecanismo que facilite a los agricultores adoptar la que corresponda a sus intereses. Este mecanismo debe comprender: Obtención de financiamiento, insumos y asesoría técnica en las diferentes etapas del proceso productivo.

En las áreas cultivadas que se encuentran cercadas al cuerpo de agua, es necesario establecer plantaciones que permitan su conservación y protección. Tal habilitación se dificulta por existir extensiones de propiedad privada en las que habilitar cobertura de protección sin beneficio económico no es significativo para los propietarios; sin embargo, esta posibilidad debe ser analizada. En último caso deben ser implementadas técnicas agrícolas que minimicen el deterioro del lago.

En la estructuración de los puntos anteriores; es imprescindible la participación de las diferentes instituciones del sector público: DIGESA, ICTA, DIRENARE, INTA, etc.

A cada una de las diferentes instituciones se le designarán las atribuciones de su competencia, desarrollando su labor a nivel de área que abarca la subcuenca.

Cuando las características topográficas y la cercanía de corrientes superficiales impiden la habilitación de terrenos para cultivo es necesario establecer cobertura vegetal de protección y conservación. La cobertura boscosa que se establezca, debe evitarse que se utilice para fines diferentes a la de protección y conservación. Tradicionalmente los pobladores de las diferentes comunidades, emplean leña para obtener combustible. Además, deben ser establecidas estrategias para evitar los incendios causantes de la eliminación de cobertura vegetal tan frecuente en el área.

c) Los problemas provocados por la industria, en el lago de Amatitlán, son debidos principalmente a los desechos servidos hacia los afluentes del lago.

Para evitar el aporte de lasguas industriales en condiciones inadecuadas, es conveniente:

- . Elaborar un inventario de las industrias cuyas aguas sean vertidas hacia la subcuenca.
- . Determinar las estructuras de tratamiento de aguas industriales existentes y su funcionamiento.
- . Establecer si las estructuras de tratamiento son acordes a las disposiciones industriales.
- . Detallar recomendaciones en base a los resultados anteriores.
- . El drenaje por el cual corren las aguas industriales debe ser específicamente para esta finalidad.
- . Establecer zonas industriales en lugares estratégicos. Esto permite planificar la infraestructura indispensable adecuada a los diversos tipos de industrias.

d) Los factores incidentes en el crecimiento urbano, manifiesto en la subcuenca del lago de Amatitlán, son numerosos y variados.

El deterioro causado en el área se puede minimizar; deben establecerse medidas como las enumeradas a continuación:

- . Delimitar el área urbana que vierte sus desechos hacia la subcuenca.
- . Determinar la cantidad de aguas residuales evacuadas.
- . Encontrar las posibles acciones para el tratamiento de esas aguas.
- . Debe ser analizada la posibilidad de que los pobladores a los cuales se les proporcione el servicio de tratamiento de sus aguas residuales, sean los responsables de retribuir tal servicio.
- . Es necesario ampliar la red de servicios públicos hacia las áreas urbanas que actualmente carecen de ellos.
- . Han sido establecidas áreas de terreno para establecer viviendas sin que estas llenen las características adecuadas para este uso. Estas áreas urbanas deben ser trasladadas a terrenos que presenten las condiciones necesarias para tal fin.
- . Debe ser elaborada una reglamentación que determine los requerimientos a cumplir por las construcciones habitacionales establecidas en las riberas de diferentes cuerpos de agua.

En el área urbana de las riberas del lago de Amatitlán existen viviendas que no llenan los requisitos mínimos para ser habitadas, esto provoca en inminente deterioro de las aguas del lago; a la vez, la ubicación de las viviendas en esta área no permite el libre acceso al mismo, pues privatiza las playas.



A los habitantes de esta área, deben proporcionarseles opciones de habitación en extensiones de terreno que permita mejorar sus condiciones de vida; además evitar los efectos negativos en el cuerpo de agua.

- . Analizar las opciones para deposición de desperdicios sólidos sin peligro de contaminación.
- e) En el cuerpo de agua propiamente, deben tomarse medidas que mejoren su calidad.  
Algunas medidas a implementar se presentan a continuación:
  - . Deben analizarse las diferentes opciones para lograr eliminar los nutrientes depositados en el agua.
  - . Lograr la comunicación de las aguas separadas por el relleno.
  - . Analizar los diferentes métodos que han de permitir la remoción de las algas.
  - . Controlar los usos que se dan al cuerpo de agua.
  - . Garantizar la aportación de aguas de calidad aceptable al lago.
- f) Para las corrientes superficiales que drenan hacia el lago es necesario establecer infraestructura que intercepte los sedimentos en solución y/o suspensión.
- g) Estudiar la posible infraestructura de protección vial en el área.
- h) Desarrollo de programas que difundan la importancia de prevenir y controlar la contaminación ambiental y la conservación y buen manejo de los recursos naturales.
- i) Establecer infraestructura que permita mantener el control sobre el agua.
- j) Es indispensable normar las actividades humanas para minimizar los efectos negativos de éstas en los recursos naturales; por lo tanto es importante:
  - . Reglamentar y normar las diversas formas de contaminación ambiental para prevenirla y controlarla.
  - . Reglamentar los usos del suelo.
  - . Reglamentar los usos y aprovechamiento del agua y demás recursos naturales.

- Exigir el cumplimiento de las reglamentaciones establecidas.
- k) Existe en el caso específico del lago de Amatitlán, una entidad gubernamental encargada de coordinar las diferentes acciones que permitan mejorar las condiciones actuales de este importante cuerpo de agua. Esta institución es la autoridad del Lago de Amatitlán precedida por el Gobernador Departamental de Guatemala. Esta entidad debe planificar, establecer y organizar las políticas de su manejo del recurso; Para la finalidad para la cual fué creada cumpla su cometido. Deben ser coordinadas por la autoridad del Lago, las diferentes instituciones gubernamentales que integran el sector público, así como las no gubernamentales, con jurisdicción en el área que comprende la subcuenca del Lago de Amatitlán.



## 6. CONCLUSIONES

1. Las actividades agrícolas, urbanas e industriales establecidas en la subcuenca del lago de Amatitlán manifiestan variedad de situaciones que conducen a deteriorar los recursos en el área. Se habilitan para cultivo áreas de terreno con características topográficas inapropiadas, existe deficiencia en los servicios urbanos establecidos en las diferentes comunidades y se identifican estructuras inadecuadas para el tratamiento de las aguas industriales. Como consecuencia se manifiesta erosión del suelo en áreas agrícolas, este al igual que los contaminantes urbanos e industriales es conducido por el drenaje superficial hacia el lago de Amatitlán provocando su paulatina degradación.
2. En la subcuenca del lago de Amatitlán existen 3 categorías de intensidad de uso, uso correcto, subuso y sobreuso. El uso correcto abarca una extensión aproximada de 155.72 Kls. equivalente al 41.60% del área, esta categoría identifica las extensiones de terreno utilizadas en función a su capacidad de uso; el área subutilizada abarca 31.92 Kls. lo que representa el 8.53% del área, en ella la utilización establecida es de menor intensidad que su capacidad de uso y la sobre utilizada se identifica en 112.36 Kls. equivalente al 30.01%, estas son áreas cuyas características son sometidas a actividades que sobre valoran sus capacidades reales provocando su degradación.
3. Las diferentes leyes ambientales que norman las actividades agrícolas, urbanas e industriales no son aplicadas o son aplicadas parcialmente; esto contribuye al deterioro paulatino de los recursos.

4. Las acciones correctivas identificadas pretenden minimizar los impactos ambientales negativos provocados por los usos de la tierra existentes. Evidentemente la insuficiencia de servicios urbanos, la inadecuada tecnología aplicada al tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria, así como la habilitación de áreas agrícolas inadecuadas conducen a un progresivo deterioro de los recursos naturales en el área. La implementación de actividades educativas, establecimiento de infraestructura, coordinación de los programas desarrollados por diversas instituciones, entre otras, son acciones a ser implementadas por la autoridad del lago de Amatitlán en cada uno de los usos de la tierra establecidos, para promover el uso sostenido de los recursos.



## 7. RECOMENDACIONES

1. La información científica generada por diversas instituciones debe ser integrada para conocer la influencia detallada de cada población tiene en la degradación ambiental de la subcuenca del lago de Amatitlán.
2. Es imprescindible la aplicación de las leyes que norman las actividades causantes de la problemática; ésto es el fundamento de las medidas a implementar.
3. Actualmente la cobertura boscosa es utilizada para obtener leña.. Por lo tanto, es necesario establecer áreas con bosques energeticos que permitan abastecer de leña a los habitantes de las poblaciones. Su utilización debe ser reglamentada y controlada para proporcionar combustible permanente.
4. Para los cultivos ubicados en las áreas no aptas para este uso, deben ser implementadas prácticas agrícolas que evitan la perdida de los suelos. Estas prácticas deben ser coordinadas por dependencias del estado ó instituciones particulares que conozcan de la repercusión ambiental inducida por prácticas agrícolas inadecuadas.
5. La obtención de materiales minerales y remociones de tierra en: rios y colinas dentro de la subcuenca deben ser reguladas.
6. Para instalar los servicios públicos necesarios en las diferentes poblaciones que se encuentran dentro del área, es necesario obtener financiamiento. La autoridad el lago de Amatitlán debe gestionar estos recursos económicos indispensables para resolver la problemática; es necesario considerar la capacidad de pago del gobierno y la de los habitantes de las comunidades.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. BOTERO, P. J.; BENAVIDES, S.T.; ELBERSEN, G.W. 1974. Metodología para levantamientos edafológicos (especificaciones y manual - de procedimientos). Colombia, Centro Interamericano de Fotointerpretación. p. 34-42.
2. CONRADIN, E.; MUÑOZ PALACIOS, C. 1975. Investigación de contaminación de corrientes en la cuenca sur del valle de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Escuela - Regional de Ingeniería Sanitaria. p. 3, 4, 13, 14, 16.
3. CRUZ QUINTANA, H. A. 1970. Recopilación de la constitución y códigos de la República de Guatemala. Guatemala, Lito Arte. p. 241-267, 315-385, 629-907.
4. DONLEY, M. 1973. Standards de calidad ambiental y revisión legislativa de la autoridad ambiental. Guatemala, Municipalidad - de Guatemala. p. 16, 21, 31, 32.
5. EFECTOS ECOLOGICOS de las actividades humanas sobre el valor y los recursos de los lagos, pantanos, ríos, deltas, estuarios y - zonas costeras. 1971. In Reunión Consejo Internacional de - Coordinación del Programa sobre el Hombre y la Biosfera (1., 1971, París). Informe final. París, UNESCO. p. 18, 19.
6. ESTADOS UNIDOS. AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE. 1975. Soil taxonomy, a basic system of soil classification for making and interpreting soil survey. Estados Unidos de América, USDA. Handbook No. 436. 754 p.
7. GUATEMALA. ASAMBLEA LEGISLATIVA DE LA REPUBLICA. 1933. Decreto - No. 2164: Código Penal. Guatemala, Lito Arte. 70 p.
8. \_\_\_\_\_. ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE. 1985. Constitución - política de la República. Guatemala, Piedra Santa. 118 p.
9. \_\_\_\_\_. CONGRESO DE LA REPUBLICA. 1957. Decreto número 1183; Código Municipal. Guatemala, Lito Arte. 34 p.
10. \_\_\_\_\_. 1985. Acuerdo Gubernativo número 489-85. Diario de - - Centro América, Guatemala (Gua.); Junio 19:3.
11. \_\_\_\_\_. 1986. Decreto No. 69-86: Ley de protección y mejora - - miento del medio ambiente. Diario de Centro América, Guate - - mala, (Gua.); Diciembre 19:1-3.
12. \_\_\_\_\_. DIRECCION TECNICA DE RIEGO Y AVENAMIENTO. 1983. Estu - - dio preliminar de los recursos naturales renovables en las - - cuencas de los ríos internacionales entre Guatemala y México. Guatemala. v. 4, t. 5. p. 540-544.



13. \_\_\_\_\_ . INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. 1983. Uso potencial de la tierra; hoja cartográfica Amatitlán, no. 2059 II UPT. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
14. \_\_\_\_\_ . 1983. Uso potencial de la tierra; hoja cartográfica - Nueva Santa Rosa, no. 2159 II UPT. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
15. \_\_\_\_\_ . 1983. Uso potencial de la tierra; hoja cartográfica San Juan Sacatepéquez. no. 2060 II UPT. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
16. \_\_\_\_\_ . INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1964. Uso potencial de la tierra de la República de Guatemala; hoja cartográfica San José Pinula, no. 2159 IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
17. \_\_\_\_\_ . 1969. Mapa topográfico de la República de Guatemala; - hoja cartográfica Ciudad de Guatemala, no. 2959 I. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
18. \_\_\_\_\_ . 1969. Uso potencial de la tierra de la República de Guatemala; hoja cartográfica Ciudad de Guatemala, no. 2059 I. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
19. \_\_\_\_\_ . 1972. Atlas nacional de Guatemala. Guatemala. p. 12-25.
20. \_\_\_\_\_ . 1973. Reconocimiento hidrogeológico del valle de Guatemala; cuencas hidrográficas de los ríos Michatoya y Las Vacas. Guatemala. p. 19, 20. 45.
21. \_\_\_\_\_ . 1975. Mapa topográfico de la República de Guatemala; hoja cartográfica Amatitlán, no. 2059 I. Guatemala. Esc. 1:50,000 Color.
22. \_\_\_\_\_ . 1975. Mapa topográfico de la República de Guatemala; hoja cartográfica Amatitlán, no. 2959 II. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
23. \_\_\_\_\_ . 1975. Mapa topográfico de la República de Guatemala; hoja cartográfica de San José Pinula, no. 2159 IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
24. \_\_\_\_\_ . 1977. Mapa geológico de la República de Guatemala; hoja - cartográfica Ciudad de Guatemala, no. 2059 I. Guatemala. Esc. - 1:50,000. Color.
25. \_\_\_\_\_ . 1978. Mapa topográfico de la República de Guatemala; hoja cartográfica Nueva Santa Rosa, no. 2059 III. Guatemala. Esc. -- 1:50,000. Color.

26. \_\_\_\_\_ . 1980. Mapa geológico de la República de Guatemala; hoja cartográfica Nueva Santa Rosa, no. 2159 II. Guatemala. Esc. - 2:50,000. Color.
27. \_\_\_\_\_ . 1980. Mapa geológico de la República de Guatemala; hoja cartográfica de San José Pinula, no. 2159 IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
28. \_\_\_\_\_ . 1981. Fotografías aéreas [fotografía]. Guatemala, GUA. rollo no. 99, línea 10, no. 10-27.
29. \_\_\_\_\_ . 1981. Fotografías aéreas [fotografía]. Guatemala, GUA. rollo no. 99, línea 11, no. 41-51.
30. \_\_\_\_\_ . 1981. Fotografías aéreas [fotografía]. Guatemala, GUA. rollo no. 99, línea 12, no. 77-85.
31. \_\_\_\_\_ . 1981. Fotografías aéreas [fotografía]. Guatemala, GUA. rollo no. 100, línea 13, no. 161-164.
32. \_\_\_\_\_ . 1981. Fotografías aéreas [fotografía]. Guatemala, GUA. rollo no. 101, línea 9, no. 70-88.
33. \_\_\_\_\_ . 1981. Fotografías aéreas [fotografía]. Guatemala, GUA. rollo no. 102, línea 10A no. 6-14.
34. \_\_\_\_\_ . 1981. Fotografías aéreas [fotografía]. Guatemala, GUA. rollo no. 102, línea 10B, no. 15-21.
35. \_\_\_\_\_ . 1981. Fotografías aéreas [fotografía]. Guatemala, GUA. rollo no. 102, línea 14, no. 20-23.
36. \_\_\_\_\_ . 1981. Mapa geológico de la República de Guatemala; hoja cartográfica San Juan Sacatepéquez, no. 2060 II. Guatemala, -- Esc. 1:50,000. Color.
37. \_\_\_\_\_ . 1983. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. - 4 v.
38. \_\_\_\_\_ . 1983. Mapa topográfico de la República de Guatemala; hoja cartográfica San Juan Sacatepéquez, no. 2060 II. Guatemala, Esc. 1:50,000. Color.
39. \_\_\_\_\_ . INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1983. Mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Geográfico - Militar. Esc. 1:50,000. Color.
40. \_\_\_\_\_ . INSTITUTO TECNICO DE CAPACITACION Y PRODUCTIVIDAD. 1975. Proyecto de investigación de corrientes; informe preliminar. -- Guatemala. p. 61-67, 70-75.



41. \_\_\_\_\_ . JEFATURA DE GOBIERNO DE LA REPUBLICA. 1963. Decreto-ley número 106; código Civil. Guatemala, Lito Arte. 116 p.
42. \_\_\_\_\_ . 1963. Decreto-ley número 342; código de minería. Guatemala, Lito Arte. 34 p.
43. \_\_\_\_\_ . MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA. 1972. Plan de desarrollo - metropolitano; esquema director de ordenamiento metropolitano - 1972-2000, organización del espacio geográfico. Guatemala. 398 p.
44. \_\_\_\_\_ . PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. 1936. Decreto número 1877; Código de sanidad. Guatemala, Lito Arte. 34 p.
45. KUPTERSCHMIED, B.F. 1984. El rol de la industria agroquímica en la agricultura. In Congreso Nacional de Manejo Integrado de Plagas (2., 1984, Guatemala, Gua.). Memorias. Guatemala, Asociación Guatemalteca de Manejo Integrado de Plagas. p. 83.
46. MICHEO, J. 1984. Cambio del uso de los suelos en el medio ecológico. In Congreso Nacional de Manejo Integrado de Plagas (2., 1984, -- Guatemala, Gua.). Memorias. Guatemala, Asociación Guatemalteca de Manejo Integrado de Plagas. p. 48, 51, 52.
47. MUÑOZ PALACIOS, C. 1973. La eutroficación del lago de Amatitlán. - Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria. p. 147.
48. OCHEITA RIVAS, M.R.. 1974. Estudio de la susceptibilidad a la erosión de la cuenca del río villalobos hasta la desembocadura en el lago de Amatitlán. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San - Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. p. 14, 16, 22, 75, - 76.
49. PAZOS., S.A. 1973. Programa de investigaciones y otras actividades;- planta piloto para el tratamiento de aguas negras. Guatemala, - Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria. p. 4.
50. POLANCO ESTRADA, G. 1973. Balance preliminar de aguas en la ciudad - de Guatemala. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San - Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 152 p.
51. PONS, G. 1970. Ecología humana en Centroamérica. El Salvador, San - Salvador, Secretaría General de la Organización de Estados Americanos. p. iii, 49, 50, 70.
52. RABE, B. 1983. Plan preliminar de ordenamiento urbano para Villa Nueva. Tesis Arq. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Arquitectura. 274 p.

53. SEMINARIO TALLER DE FUNDAMENTOS DEL MANEJO DE CUENCAS (1986. ANTIGUA GUATEMALA, GUA.). 1986. Ed. por M. Basterrechea. Guatemala - CATIE. 164 p.
54. SIMMONS, CH. ; TARANO, J.M. ; PINTO, J. H. 1959. Clasificación - de reconocimiento de suelos de la República de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra. p. 641, 642, 645, 650. 682-684, 775-777, 826, 827, 849.
55. SIMPOSIUM DE ESTUDIOS RECIENTES SOBRE LA CONTAMINACION DEL LAGO DE - AMATITLAN (1987, GUATEMALA). 1987. Ed. por M. Basterrechea. - Guatemala, CATIE. s.p.
56. TABARINI DE ABREU, A. 1975. Eutroficación del lago de Amatitlán; - informe preliminar. Guatemala, Universidad de San Carlos de -- Guatemala, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria. s. p.
57. \_\_\_\_\_. 1981. Eutroficación del lago de Amatitlán. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria. p. 36, 37, 51.
58. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. ESCUELA DE BIOLOGIA. DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA Y CIENCIAS AMBIENTALES. 1980. Ecología -- humana para la Facultad de Ingeniería. Guatemala, Facultad de Ingeniería. cap. 3, p. 12, 13.
59. UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR. INSTITUTO DE CIENCIAS AMBIENTALES Y - TECNOLOGIA AGRICOLA. 1984. Perfil ambiental de la República de Guatemala. Guatemala. v. 2, p. 154-163, 164-167.



Vo. Pro.  
Olga Ramirez



A P E N D I C E

9.1 Boleta de campo para toma de muestras de suelo

Observación No. \_\_\_\_\_  
 Mapa \_\_\_\_\_  
 Foto \_\_\_\_\_  
 Descripción \_\_\_\_\_  
 Clasificación \_\_\_\_\_

Localización \_\_\_\_\_  
 Fecha \_\_\_\_\_

---

Pendiente	0 - 4 % 4 - 8 % 8 - 16 %	16 - 25 % 25 - 55 % + 55 %	Erosión _____	Unidad fisiográfica del mapa _____
Nivel freático actual			Pedregosidad _____	Material parental _____
Salinidad			Fluctuación _____	Plano                      Ondulado                      Colinado
Vegetación o uso del suelo			Roccosidad _____	Fuertemente                      Montañoso
Estado de Humedad	Suelo _____ Subsuelo _____		Microtopografía _____	Fuertemente colinado
				Erosión (tipo) _____ (grado) _____ (movimiento en mas)
				Vegetación o uso del suelo _____
				Clima (últimas dos semanas) _____

CLASES DE DRENAJE Haga un pequeño esquema de la ubicación del pedón en el paisaje

- Muy escasamente
- Escasamente
- Imperfectamente
- Moderadamente bien
- Bien
- Aigo excesivamente
- Excesivamente

Otros datos (inundaciones por rios, fertilización, métodos de agricultura, encharcamiento por lluvias)



Horizonte Diagnóstico	Nomenclatura Horizonte	Profundidad	Limite	Color Munsell			Textura	Estructura	Consistencia			Concreciones, grietas, etc.
				Seco	Humedo	Mojado			Seco	Humedo	Mojado	

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





16. Como prepara la tierra (proceso)
17. Epoca de siembra:
18. Como obtiene la semilla (selección Fertilización  
usada (orgánica, química, ninguna, dosis)
19. Plagas:
20. Control:
21. Enfermedades:
22. Control:
23. Qué otros problemas hay en sus cultivos:
24. Causas y soluciones:
25. Productividad
26. Hay árboles cultivados ( ) ( ) aislados en grupo  
con cultivos con pasto
27. Para que los cultiva:

TRANSPORTE MERCADO Y ASISTENCIA:

28. Por qué medios trasporta sus productos: Pie:  
Caballo Carreta ( ) Vehículo ( )
29. Cuantas vías de acceso hay: Condiciones:  
son suficientes ( ) ( ) por qué:
30. El mercado está cerca del centro de producción:
31. Considera que importante lo anterior:
32. A quien vende sus productos:  
Cooperativa Intermediario Prestamista
33. Asistencia crediticia: Estatal Particular  
No recibe:
34. Asistencia técnica: Estatal Particular  
No recibe:

CONOCIMIENTO DE LA RELACION CAUSA/EFEECTO EN EL USO DE LOS RECURSOS

35. Cuáles son los fenómenos más importantes que se han  
presentado e la zona:

36. Cuáles son las causas:
37. Estos fenómenos produjeron daños o afectaron a:
38. Cuáles cree que podrían ser las soluciones a esos problemas:
39. Cuáles de éstas se han aplicado:
40. Si no se han aplicado todas las soluciones enumeradas, que se necesita para hacerlo.



### 9.3. Descripción de las clases de capacidad de uso de suelo

- I Suelos profundos, planos, fértiles y mecanizables. Buenas características de: textura, retención de humedad, permeabilidad y drenaje. Apta para todos los cultivos de la región.
- II Suelos planos o casi planos y profundidad moderada, textura mediana. Limitaciones con respecto a la mecanización. Drenaje imperfecto. Apta para cultivos de la región con prácticas culturales especiales.
- III Suelos poco profundos, presenta microrelieve o pendiente moderada. La textura provoca problemas. Tiene limitaciones para la mecanización y su drenaje es deficiente. Apta para cultivos de la región con prácticas intensivas de manejo de suelos.
- IV Suelos poco profundos o muy poco profundos. Textura inadecuada. Presenta una topografía ondulada o quebrada y su pendiente es inclinada. Evidencia problemas de erosión y drenaje. Apta para cultivos de la región, siendo necesarias prácticas intensivas de conservación y manejo de suelos. Mecanización con limitaciones.
- V Suelos profundos o poco profundos, no mecanizables. textura inadecuada. Su topografía es ondulada fuerte, con pendiente poco fuerte. Drenaje deficiente. Apta para pastos y bosques.
- VI Suelos muy poco profundos, no mecanizables. Textura deficiente. La topografía es ondulada fuerte o quebrada y fuerte pendiente. Drenaje deficiente y no apta para cultivos. Generalmente se usa para pastos y bosques, aunque pueden establecerse algunos tipos de cultivos perennes. Son necesarias prácticas de conservación de suelos.
- VII Suelos muy poco profundos. Textura deficiente. La topografía muy fuerte y quebrada, su pendiente muy inclinada. Serios problemas de erosión y drenaje. No apta para cultivos, no obstante puede considerarse algún tipo de cultivo perenne. Su vocación es forestal o destinada a pastos. La mecanización no es posible y es indispensable efectuar prácticas intensivas de conservación de suelos.
- VIII Suelos muy poco profundos de textura muy deficiente. La topografía muy quebrada, escarpada o playones inundables con erosión severa y drenaje destructivo. No apta para cultivos, generalmente se destina para uso recreativo. La mecanización es imposible.

Guatemala. Segeplan. (1980)

Fuente: Mapa de capacidad productiva de la tierra.  
Escala 1:50,000 memoria explicativa. 18 p.



FACULTAD DE AGRONOMIA  
GUATEMALA, C. A.

25 - V - 89

BIBLIOTECA CENTRAL  
DEPOSITO LEGAL  
PROHIBIDO EL...

"IMPRIMASE"



*Anibal B. Martinez M.*  
ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.  
DECANO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central