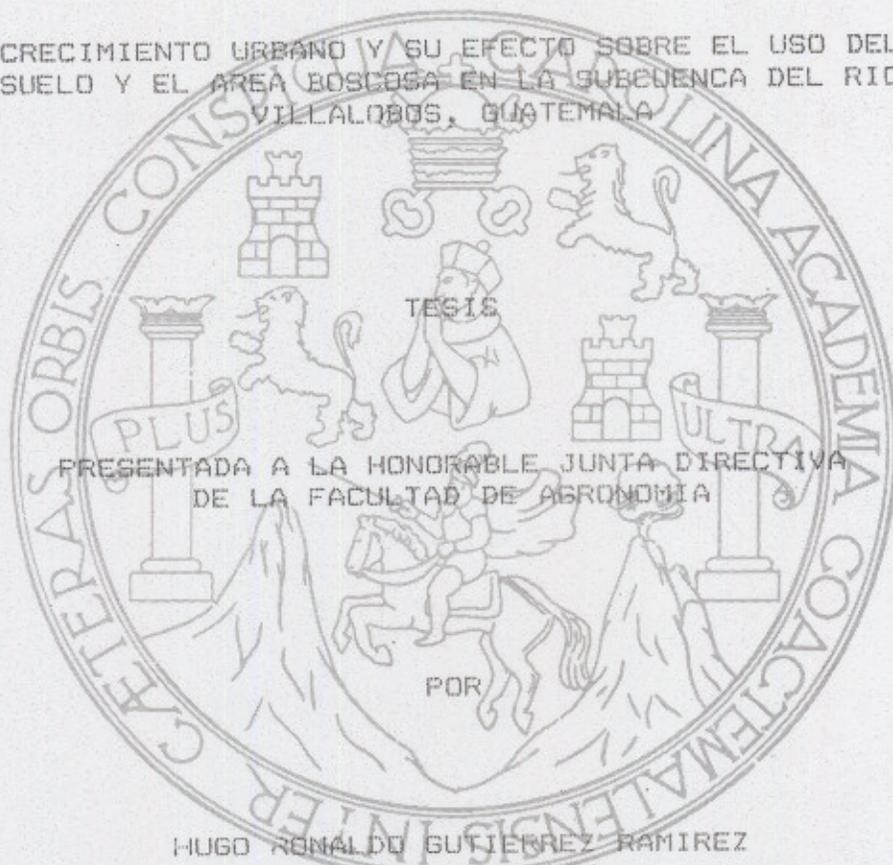


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

CRECIMIENTO URBANO Y SU EFECTO SOBRE EL USO DEL
SUELO Y EL AREA BOSCOSA EN LA SUBCUENCA DEL RIO
VILLALOBOS, GUATEMALA



HUGO RONALDO GUTIERREZ RAMIREZ
En el acto de Investidura como:

Ingeniero Agrónomo

En Recursos Naturales Renovables
en el Grado Académico de Licenciado

Guatemala, Noviembre de 1,994

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DC
01
T(1496)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR MAGNIFICO

DOCTOR JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO : Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
VOCAL PRIMERO : Ing. Agr. Maynor Estrada
VOCAL SEGUNDO : Ing. Agr. Waldemar Nufio
VOCAL TERCERO : Ing. Agr. Carlos R. Motta
VOCAL CUARTO : Prof. Gabriel Amado Rosales V.
VOCAL QUINTO : Br. Augusto Saúl Guerra G.
SECRETARIO : Ing. Agr. Marco Romilio Estrada

Guatemala, Noviembre de 1,994.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente.

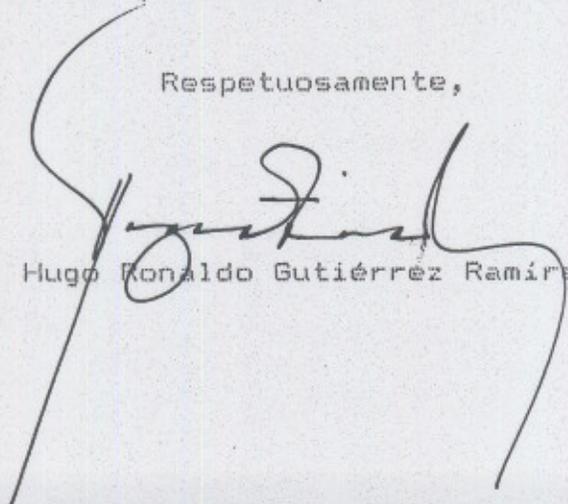
Respetables Señores:

En cumplimiento de las Normas es-
tablecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de
San Carlos de Guatemala, como requisito para optar al
titulo de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales
Renovables, en el grado académico de Licenciado, me
permiso someter a vuestra consideración, el trabajo
de Tesis, titulado:

CRECIMIENTO URBANO Y SU EFECTO SOBRE EL USO DEL
SUELO Y EL AREA BOSCOsa EN LA SUBCUENCA DEL RIO
VILLALOBOS, GUATEMALA

En espera que el presente trabajo de investigación
merezca vuestra aprobación, me suscribo de ustedes,

Respetuosamente,



Hugo Ronaldo Gutiérrez Ramírez

TESIS QUE DEDICO

- A DIOS : Todopoderoso, de quién depende nuestra vida, y hace posible - todas las cosas.
- A MI ESPOSA : María Ofelia Casasola de Gutiérrez
- A MIS HIJOS : Hugo Francisco Jair, Ronald Mauricio y María Fernanda.
- A MIS PADRES : Vitalino Gutiérrez Jiménez y Adelaida Ramírez de Gutiérrez.
- A MIS HERMANOS : Juan Antonio, Bertha Alicia, Carlos Arturo y Cenia Elizabeth.
- A MIS SOBRINOS : Con especial cariño.
- A MI ABUELITA : Marcos Elvira Vda. de Ramírez.
- A MI SUEGRA : Josefa A. Guevara de Casasola.
- A MIS CUÑADOS : Alfredo, Elsa, Reyna, Francisco Javier, Marina y Georgina.
- A MIS CONCUROS : Gloria, Hilario y Oscar.
- A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO : Irma Lily, Erick Estuardo, Axcel Amilcar y Amós de Jesús.
- A MIS AMIGOS : Con amistad sincera.
- A : La conservación de los recursos naturales de Guatemala.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Agr. MsC. Luis Fernando Ortiz, por la asesoría y revisión de este trabajo de tesis.

Al Señor Elmer Rodríguez Avila, por su ayuda en algunos trámites que requirió el presente trabajo de investigación.

CONTENIDO

	PAG.
RESUMEN.....	vii
1. INTRODUCCION.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
3. MARCO TEORICO.....	3
3.1 Marco Conceptual.....	3
3.1.1 Cuenca Hidrográfica.....	3
3.1.2 Manejo de Cuencas.....	3
3.1.3 Crecimiento Urbano.....	3
3.1.4 Impacto Ambiental.....	3
3.1.5 Areas Críticas.....	4
3.1.6 Ecosistemas humanos.....	4
3.1.6.1 Ecosistemas Naturales Maduros.....	5
3.1.6.2 Ecosistemas Naturales Controlados.....	5
3.1.6.3 Ecosistemas Productivos.....	5
3.1.6.4 Ecosistemas Urbanos.....	5
3.1.7 Acción del hombre sobre los recursos naturales.....	6
3.1.8 El crecimiento urbano de la ciudad de Guatemala y su efecto sobre el medio ambiente.....	8
3.2 Marco Referencial.....	12
3.2.1 Nombre y descripción del área estudio.....	12
3.2.2 Vías de acceso, población, y régimen de propiedad.....	12

	PAG.
3.2.3	Fisiografía..... 16
3.2.4	Geología..... 17
3.2.5	Suelos..... 17
3.2.6	Clima y zonas de vida..... 18
3.2.7	Elevaciones..... 18
3.2.8	Pendientes..... 20
3.2.9	Susceptibilidad a la erosión..... 23
3.2.10	Drenaje..... 23
3.2.11	Capacidad de uso..... 27
3.3	Antecedentes..... 29
4.	METODOLOGIA..... 33
4.1	Gabinete Inicial..... 33
4.2	Fase de Campo..... 33
4.3	Gabinete Final..... 34
5.	RESULTADOS Y DISCUSION..... 36
5.1	Determinación del uso actual del suelo por microcuencas, estratificado en los usos: urbano, bosque, agrícola, y pastos..... 36
5.2	Determinación del avance del crecimiento urbano en la Subcuenca y la disminución del recurso bosque analizado en cuatro años distintos: 1954, 1966, 1981 y 1991..... 38
5.3	Identificación de áreas críticas en la Subcuenca, en función de: deforestación, cambio de uso del suelo y ubicación de descargas de aguas servidas, producto del crecimiento urbano..... 42
5.3.1	Áreas críticas en función de la deforestación..... 49

	PAG.
5.3.2 Areas críticas por cambio de uso del suelo.....	51
5.3.3 Areas críticas por ubicación de descargas de aguas servidas, producto del crecimiento urbano.....	53
5.4 Propuesta de zonificación del área, para mejorar el uso del suelo de acuerdo a su capacidad de uso.....	55
6. CONCLUSIONES.....	59
7. RECOMENDACIONES.....	61
8. BIBLIOGRAFIA.....	63
9. APENDICE.....	66

INDICE DE CUADROS

CUADRO.	PAG.
1. Municipios asentados en la Subcuenca del Río Villalobos.....	14
2. Porcentajes de pendiente, Subcuenca del Río Villalobos.....	19
3. Susceptibilidad a la erosión de las microcuenclas que conforman la Subcuenca del Río Villalobos.....	20
4. Uso actual del suelo, Subcuenca del Río Villalobos.....	37
5. Uso del suelo, Subcuenca del Río Villalobos, analizado en cuatro años distintos.....	39
6. Area urbana estimada, subcuenca del Río Villalobos.....	40
7. Dinámica del crecimiento urbano y perdida del recurso bosque, subcuenca Río Villalobos.....	49

INDICE DE FIGURAS

No.		PAG.
1	Microcuencas de la Subcuenca del Río Villalobos.....	13
2	Vías de comunicación y municipios asentados en la Subcuenca.....	15
3	Mapa de Zonas de Vida.....	19
4	Mapa de Curvas a nivel.....	21
5	Mapa de Pendientes.....	22
6	Susceptibilidad a la erosión.....	24
7	Mapa de Drenaje.....	26
8	Capacidad de Uso.....	28
9	Crecimiento urbano y Disminución del bosque.	40
10	Relación entre el crecimiento urbano y disminución del bosque.....	42
11	Uso del suelo año 1954	43
12	Uso del suelo año 1966.....	44
13	Uso del suelo año 1981.....	45
14	Uso del suelo año 1991.....	46
15	Poblacion asentada en la subcuenca.....	47
16	Perdidas de recurso bosque.....	49
17	Area sobreutilizada	51
18	Descargas de aguas negras y pluviales.....	55
19	Zonificación para mejorar el uso del suelo..	59

EN EL APENDICE

No.		PAG.
20A	Diagrama de un ecosistema urbano típico.....	66
21A	Distribución de capas Geológicas.....	67
22A	Serie de suelos.....	68
23A	Mapa de Isoyetas.....	69
24A	Descargas de Aguas Negras y Pluviales.....	70

CRECIMIENTO URBANO Y SU EFECTO SOBRE EL USO DEL
SUELO Y EL AREA BOSCOSEA EN LA SUBCUENCA DEL
RIO VILLALOBOS, GUATEMALA

URBAN GROWTH AND ITS EFFECT ON THE SOIL USE AND
FOREST COVER IN THE VILLALOBOS RIVER WATERSHED,
GUATEMALA

RESUMEN

La subcuenca del Río Villalobos, ubicada al sur de la ciudad de Guatemala, está siendo afectada por el crecimiento urbano, mismo que ha sido rápido, desordenado, con poco o ningún control técnico, y con especificaciones de diseño prácticamente a la conveniencia de los planificadores y constructores.

Posee un área de 311.61 kilómetros cuadrados, está conformada por 9 microcuencas: Pinula (45.25 kms. cuadrados), Villalobos (49.57 kms. cuadrados), El Molino (55.33 Kms. cuadrados), San Lucas (36.57 kms. cuadrados) El Arenal (14.02 kms. cuadrados), Las Minas (41.30 kms. cuadrados), Tuluja (11.96 kms. cuadrados), Platanitos (51.40 kms. cuadrados) y el Bosque (6.20 kms. cuadrados)

Presenta condiciones ecológicas y fisiográficas muy frágiles; con alta susceptibilidad a la erosión y pendientes fuertes, cuyo deterioro está causando impactos ambientales en la superficie de la subcuenca.

Posee un valor escénico y turístico; con áreas apropiadas para la vida silvestre. Además, la ciudad de Guatemala y su área de influencia, aprovecha en caudal diario

superficial y subterráneo de 1.5 metros cúbicos/segundo de agua para consumo humano.

La explosión demográfica, los fenómenos migratorios y la concentración industrial, comercial y domiciliar, son los principales fenómenos que han presionado su exagerado crecimiento en las últimas décadas. Para 1954, la población en el área era de 372,700 habitantes; en 1966 de 710,450 habitantes; en 1981 de 1,317,100 habitantes y para 1991, una población de 1,918,420 habitantes.

Al determinarse el uso actual del suelo, año 1991, las microcuencas Villalobos, Molino y Pinula, presentan los mayores porcentajes de área urbana, con porcentajes de 39.16 (19.41 kms. cuadrados); 37.45 (20.72 kilómetros cuadrados), y 35.86 (16.3 kms. cuadrados), respectivamente, de modo que puede considerárseles como microcuencas urbanas, debido a que la mayor parte de su área, está siendo ocupada para este fin.

Las microcuencas Platanitos y Las Minas presentan elevados porcentajes de área urbana, sin embargo, el uso agrícola predomina en sus áreas. En las microcuencas El Arenal y San Lucas, el uso agrícola predomina en sus áreas. Las microcuencas Tulujá y el Bosque, presentan elevado porcentaje de uso agrícola en su zona, sin embargo, el café es el cultivo predominante, y la cobertura boscosa que poseen, que proporciona protección al suelo. El uso agrícola predomina sobre los demás usos, con un 34.19 por ciento; uso urbano, con un 30.40 por ciento;

Pastos, con un 20.19 por ciento y bosques con un 15.22 por ciento.

A pesar de que el 30.40 por ciento del área está ocupada por uso urbano, únicamente el 13.33 por ciento, tiene vocación para este fin, es decir que el uso urbano ya se excedió en un 44.28 por ciento con respecto a la capacidad de uso del suelo para este propósito.

Un 31.42 por ciento del suelo del área, se encuentra sobreutilizado, (79.91 ksm. cuadrados), es decir que el uso actual, ha sobrepasado su capacidad de uso. Al analizar la dinámica del crecimiento urbano y la reducción de la masa boscosa en 4 años distintos: 1954, 1966, 1981 y 1991, puede observarse un aumento considerable del crecimiento urbano así: De 1954 a 1991 aumentó 25.33 por ciento (78.93 kilómetros cuadrados. Contrariamente el bosque, de 1954 a 1991, se redujo en un 20.79 por ciento (64.78 kilómetros cuadrados). Se observó una estrecha relación entre el crecimiento urbano y la disminución del área boscosa. Cada año, el bosque en la subcuenca disminuye 1.86 kilómetros cuadrados. Para el año 2000, únicamente se tendrán en el área 32.04 kilómetros cuadrados de bosque.

El crecimiento urbano, aumenta anualmente 2.068997 kilómetros cuadrados. Para el mismo año, se tendrán en el área, 104.61 kilómetros cuadrados de área urbana.

1. INTRODUCCION

La interacción hombre-naturaleza en la historia, evidencia las modificaciones provocadas sobre las características de los recursos naturales, actividades que se relacionan con sistemas ecológicos en equilibrio que han sido alterados por la actividad antrópica.

Dicha actividad ha estado orientada a la instalación de asentamientos humanos, la construcción de obras de infraestructura, la ampliación de la frontera agrícola y la explotación del bosque sin la reposición del mismo.

Esto ha repercutido en la sustitución de ecosistemas naturales, por ecosistemas productivos y urbanos. Para el caso particular de la Ciudad de Guatemala y su área de influencia, la explosión demográfica, los fenómenos migratorios y la concentración domiciliar e industrial han presionado su exagerado crecimiento, mismo que ha sido rápido desordenado, con poco o ningún control técnico y con especificaciones de diseño constructivas, prácticamente a la conveniencia de los planificadores y constructores.

La Subcuenca del Río Villalobos, ubicada al Sur de la Ciudad de Guatemala, está siendo afectada por el crecimiento urbano, el cual ha ido incrementándose en las últimas décadas y que se ha traducido en el deterioro de bosque y suelo de la Subcuenca, con una tendencia a una degradación extrema.

2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

- 2.1.1 Evaluar el crecimiento urbano y su efecto sobre el uso del suelo y el área boscosa en la subcuenca del Río Villalobos, Guatemala.

2.2 ESPECIFICOS

- 2.2.1 Determinar el uso actual del suelo por microcuencas, estratificado en los usos: Urbano, Bosque, Agrícola y Pastos.
- 2.2.2 Determinar el avance del crecimiento urbano en la Subcuenca y la disminución del recurso bosque analizado en los años 1954, 1966, 1981 y 1991.
- 2.2.3 Identificación de áreas críticas en la Subcuenca, en función de: deforestación, cambio de uso del suelo y ubicación de descargas de aguas negras y pluviales, producto del crecimiento urbano.
- 2.2.4 Proponer una zonificación del área, con el fin de mejorar el uso del suelo, de acuerdo a su capacidad de uso.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 CUENCA HIDROGRAFICA

Area geográfica en donde interactúan componentes físicos, biológicos y socioeconómicos; está enmarcada dentro de una divisoria superficial de aguas que convergen hacia los puntos más bajos de la superficie y se unen en una corriente o río que las evacúa a otro río, un lago u océano (5, 27).

3.1.2 MANEJO DE CUENCAS

Es la gestión que el hombre realiza a nivel de cuencas para aprovechar y proteger los recursos naturales que le ofrece, con el fin de obtener una producción óptima y sostenida (5,21).

3.1.3 CRECIMIENTO URBANO

Aumento cualitativo y cuantitativo de un centro urbano, originado ya sea por expansión física, territorial del tejido urbano; por incremento de las densidades de población y de los elementos materiales que lo inscriben como producto de las funciones de ese centro urbano, o como generalmente sucede por ambo aspectos (25).

3.1.4 IMPACTO AMBIENTAL

Cuando una acción o actividad produce una alteración en el ambiente o en alguno de sus componentes, se dice que hay impacto ambiental (7).

3.1.5 AREAS CRITICAS

Desde el punto de vista del uso de la tierra, se consideran áreas críticas todas aquellas unidades que se encuentran bajo condición de sobreuso, o sea, las áreas que sobrepasan la capacidad de uso con respecto al uso actual (3).

Podrán tomarse como criterios para determinar las áreas críticas los aspectos siguientes: la densidad poblacional, las características generales de los recursos y las necesidades de la población (27).

Cabrera (3), definió las áreas críticas en el campo en base a causas antrópicas: deforestación, mal manejo forestal, prácticas silviculturales inadecuadas, prácticas inadecuadas de cultivo, sobrepastoreo, mal drenaje de caminos, deslizamientos en carreteras y erosión severa y muy severa. Las causas naturales, representadas por deslizamientos, avalanchas, inestabilidad de taludes naturales (laderas), dinámica geomorfológica y fallas geológicas activas.

3.1.6 ECOSISTEMAS HUMANOS Las necesidades y deseos de una población en expansión, han requerido un control ambiental intensivo; la intervención del hombre ha creado ambientes completamente nuevos, que pueden denominarse ecosistemas humanos. Estas

áreas, intensamente controladas, especialmente las ciudades, han tenido éxito en resguarda a los habitantes humanos de los rigores del mundo externo, que algunas personas olvidan que estas áreas dependen de propiedades de mantenimiento de la vida de los ecosistemas naturales de la tierra.

Los ecosistemas, se dividen desde el punto de vista humano, en cuatro clases generales:

6.1 Ecosistemas naturales maduros

Que aparecen mas o menos en sus estados naturales. Generalmenten no son empleados, ni habitados por el hombre, por ej. áreas silvestres, montañas, desiertos.

6.2 Ecosistemas naturales controlados

Ecosistemas que controla el hombre para uso recreativo, o bien para la producción de recursos naturales, por ejemplo, parques, bosques controlados, áreas de caza y algunas zonas del mar.

6.3 Ecosistemas productivos

Ecosistemas que emplea el hombre para la producción intensiva de alimentos, o de recursos naturales, por ejemplo, granjas, ranchos para ganado, minas, etc.

6.4 Ecosistemas urbanos

Ecosistemas en los que el hombre vive y trabaja, por ejemplo, ciudades y pueblos, áreas industriales. Un ecosistema urbano constituye el ambiente

donde el hombre ejerce un control más intensivo. Requiere de entradas constantes, produce salidas continuas y posee varios ciclos internos de retroalimentación.

Al igual que todos los ecosistemas, las ciudades, son sistemas abiertos. Para continuar existiendo deben recibir entradas tanto de materiales, como de energía procedente de ecosistemas externos, y deben contar también con salidas de productos, desperdicios y calor.

Dentro de una ciudad, existen numerosas vueltas de retroalimentación, o bien ciclos que mantienen diferentes subsistemas ciudadanos en equilibrio. Una población urbana interactúa con el ambiente externo para obtener entradas continuas de alimento, combustibles, materiales, aire y agua. Posteriormente, estas entradas, se concentran, se transforman, se almacenan y finalmente se expelen como una corriente en la que se incluyen productos de desperdicio, aire viciado, agua impura y los productos útiles de la tecnología, la educación y la cultura (23). Ver anexo 1.

3.1.7 ACCION DEL HOMBRE SOBRE LOS RECURSOS NATURALES

El grado de modificación de los recursos naturales, está estrechamente relacionado con el número de habitantes, la ocupación de tierras para la

agricultura establecimientos de poblados, vías de comunicación y obras de ingeniería y la tala del bosque, dando como resultado la pérdida del suelo y su fertilidad, así como los cambios consecuentes en el orden ecológico (17, 20, 27). La Agencia Internacional para el Desarrollo (AID),^{1/} señala que en Guatemala, el uso inadecuado de los recursos ha provocado su propia destrucción.

Así, la deforestación se convierte en el principal problema para el país. Estima que entre 1980 y 1981 se destruyeron más de 1,355 hectáreas de bosque. De una eliminación anual de cubierta boscosa entre 1,000 y 1,600 kilómetros cuadrados, únicamente se ha reforestado alrededor de 500 Kilómetros cuadrados.

El ritmo de extracción o aprovechamiento del bosque ha sido superior al de su reposición. De esa cuenta, se asocian varios procesos relacionados a su eliminación, especialmente en las cabeceras de las cuencas: desequilibrio en el ciclo hidrológico, aumento de la escorrentía superficial, disminución de la infiltración y almacenamiento de agua en el suelo, arrastre del suelo y otros sedimentos a partes más bajas de las cuencas (3,5, 20).

1/ Suplemento Agropecuario. Prensa Libre de fecha 7 de mayo de 1993. Año XLII. Guatemala.

El Instituto de Investigaciones Agronómicas (27), menciona cuatro factores asociados al uso inapropiado del suelo, siendo estos: establecimiento de cultivos en suelos susceptibles a erosión, avance de la frontera agrícola, sobrepastoreo y la construcción civil, sin considerar el impacto ambiental sobre las comunidades naturales.

3.1.8 EL CRECIMIENTO URBANO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA Y SU EFECTO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE.

El crecimiento urbano de la Ciudad de Guatemala, se caracteriza por una alta concentración de las actividades industriales, domiciliarias y un incremento poblacional acelerado (2).

Otra característica importante del patrón de asentamiento urbano, desde el punto de vista ecológico, es la localización de los asentamientos urbanos más populosos en las partes altas de las cuencas y vertientes, lo cual contribuye principalmente a dificultar el abastecimiento de agua, a contaminar los cauces y a causar impactos negativos en las partes bajas de las cuencas (2, 7, 21).

Los problemas ambientales causados por el crecimiento urbano son muy complejos, sin embargo para contar con una referencia, pueden enumerarse los siguientes:

- a) Escasez de agua, que afecta a otras cuencas vecinas^{2/}.
- b) Déficit habitacional con tendencia a la ocupación espontánea de áreas no aptas para vivienda, haciendo mientro, microparcelamientos urbanos y especulación.
- c) Deficiencia e inseguridad del transporte colectivo. La ineficiencia de este sistema obliga a elevar el consumo de energía para el uso de vehículos particulares, lo que provoca un tránsito congestionado, e incrementa la contaminación del aire.
- d) Contaminación de alimentos en su distribución y consumo.
- e) Contaminación por humo, polvo y ruido.
- f) Proliferación del comercio ambulante y ocupación de la vía pública para ventas.
- g) Inseguridad, desempleo y subempleo.
- h) Fomento de la agresividad individual y colectiva.

2/ Un considerable porcentaje de agua potable para la ciudad capital, es por medio de pozos perforados en diferentes partes de la Cuenca del Valle de Guatemala, que proporcionan un caudal aproximado de 1.5 mts./cub/segundo. Se obtiene también agua potable, por trasvase de la cuenca Xayá Pixcayá. (MORALES, R., 1992)

- i) Disposición inadecuada de aguas negras, contaminando los cauces y partes bajas de las cuencas . 3/
- j) Excesiva producción de basura y desperdicios sin una adecuada deposición y reciclaje. 4/
- k) Pérdida del bosque, áreas verdes y erosión de los suelos. 5/

El crecimiento urbano que se da sin controles adecuados, también ha afectado sitios arqueológicos ubicados dentro de la Subcuenca, como Kaminal Juyú y Tzulem Tzú, en la zona 7, donde la población ha solicitado protección para estos sitios

- 3/ En el año 1985, se identificaron 47 descargas de aguas negras y pluviales que desembocaban en el Río Villalobos y afluentes. Para 1993 esta cifra sobrepasaba las 80 descargas.
- 4/ El principal problema relacionado con la basura es su deposición final. Se estima que en el área metropolitana existen unos 500 basureros clandestinos. El total de desechos sólidos recolectados anualmente es de 580,000 toneladas, distribuidas así: tierra y otros materiales (23%) vidrio y lata (6%) plástico (7%) papel y cartón (12%) y materia orgánica (52%). FUENTE: ASIES, 1978.
- 5/ Flohr en 1981, de estudio realizado sobre la deforestación de la ciudad de Guatemala y su área de influencia, período 1954-1981, determinó que hubo una reducción de 106.68 kilómetros cuadrados de bosque, equivalente a un 52.03 por ciento. El Río Villalobos, cada año transporta aproximadamente 372,000 toneladas de suelo al Lago de Amatitlán, producto de suelo erosionado.

que se encuentran amenazados por las construcciones 6/.

Casos evidentes de eutroficación por el crecimiento urbano, lo constituyen los lagos: Amatitlán en Guatemala; Petén Itzá en Petén, Izabal en Izabal, Chicoj en Alta Verapaz, en donde desembocan las aguas servidas de los centros urbanos. Es menos evidente el deterioro, pero en todo caso existe, en el Lago de Atitlán en Sololá, Guija en Jutiapa, Laguna de Calderas, al pie del volcán de Pacaya y del Pino en Santa Rosa. Otras están en proceso de reducción de su volumen por uso intensivo para agua potable y riego agrícola, como la de Ipala en Chiquimula, Atescatempa en Jutiapa y del Hoyo en Jalapa. Es indudable que las lagunas guatemaltecas representaron una base material importante en el desarrollo de las culturas precolombinas. La laguna El Naranjo, ubicada en la zona 7 de la Ciudad de Guatemala, cerca del sitio arqueológico Kaminal Juyú, abasteció de agua y otros elementos naturales a los Mayas que aquí habitaron. Esta laguna ha desaparecido como muchas otras, y ha sido utilizada como relleno (botadero de ripio), para ganar espacio urbanizable (26).

6/ Prensa Libre de fecha 20 de mayo de 1991. Año XL, Número 12,671, Página 2, Guatemala.

3.2 MARCO REFERENCIAL

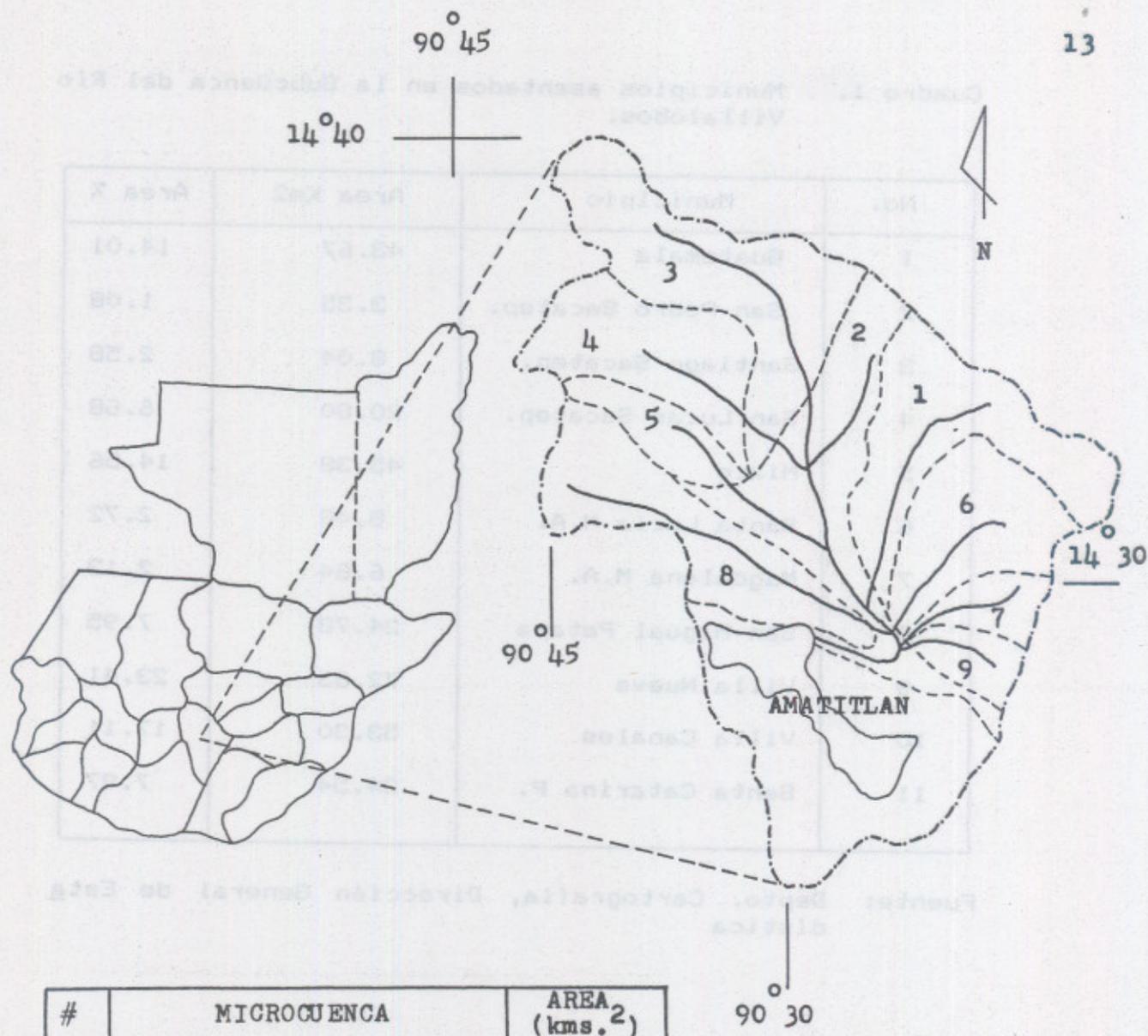
3.2.1 NOMBRE Y DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La Subcuenca del Río Villalobos, forma parte de la Cuenca del Lago de Amatitlán. Está conformada por las microcuencas: Pinula, Villalobos, Molino, San Lucas, Arenal, Las Minas, Tuluja, Plantanitos y El Bosque. Ver figura 1. Varios municipios se encuentran asentados dentro de la subcuenca, aunque no todos tienen su área urbana dentro de ella. En el cuadro 1, se describen los municipios inmersos en la Subcuenca, así como su extensión. La subcuenca, presenta una superficie de 311.61 kilómetros cuadrados. Geográficamente se encuentra en los Meridianos $90^{\circ} 25'$ y $90^{\circ} 45'$ longitud oeste y los Páralelos $14^{\circ} 25'$ y $14^{\circ} 40'$ latitud norte.

3.2.2 VIAS DE ACCESO, POBLACION Y REGIMEN DE PROPIEDAD

La Subcuenca, presenta muy buena accesibilidad. De Sur a Norte, es atravesada por la Carretera que conduce al Pacífico. De igual manera de Este a Oeste es atravesada por la carretera que conduce a Antigua Guatemala. Internamente hay comunicación entre los municipios de Mixco, Santa Catarina Pinula, Villa Canales, San Miguel Petapa, Villa Nueva, San Lucas Sacatepéquez.

Figura 2.



#	MICROCUECNA	AREA (kms. 2)
1	Microcuenca Pinula	45.26
2	Microcuenca Villalobos	49.57
3	Microcuenca El Molino	55.33
4	Microcuenca San Lucas	36.57
5	Microcuenca El Arenal	14.02
6	Microcuenca Las Minas	41.30
7	Microcuenca Tuluja	11.96
8	Microcuenca Platanitos	51.40
9	Microcuenca El Bosque	6.20
	Total	311.61

* Extensión Cuenca del lago de Amatitlán: 380.0 Kms.²

FIGURA 1	LOCALIZACION DE LA SUBCUENCA DEL RIO	ESC. INDET.
R. GUTIERREZ	VILLALOBOS EN LA CUENCA DEL LAGO AMATITLAN	AGRONOMIA USAC.

Cuadro 1. Municipios asentados en la Subcuenca del Río Villalobos.

No.	Municipio	Area Km2	Area %
1	Guatemala	43.67	14.01
2	San Pedro Sacatep.	3.35	1.08
3	Santiago Sacatep.	8.04	2.58
4	San Lucas Sacatep.	20.80	6.68
5	Mixco	45.38	14.56
6	Santa Lucía M.A.	8.48	2.72
7	Magdalena M.A.	6.64	2.13
8	San Miguel Petapa	24.78	7.95
9	Villa Nueva	72.63	23.41
10	Villa Canales	53.30	17.11
11	Santa Catarina P.	24.54	7.87

Fuente: Depto. Cartografía, Dirección General de Estadística

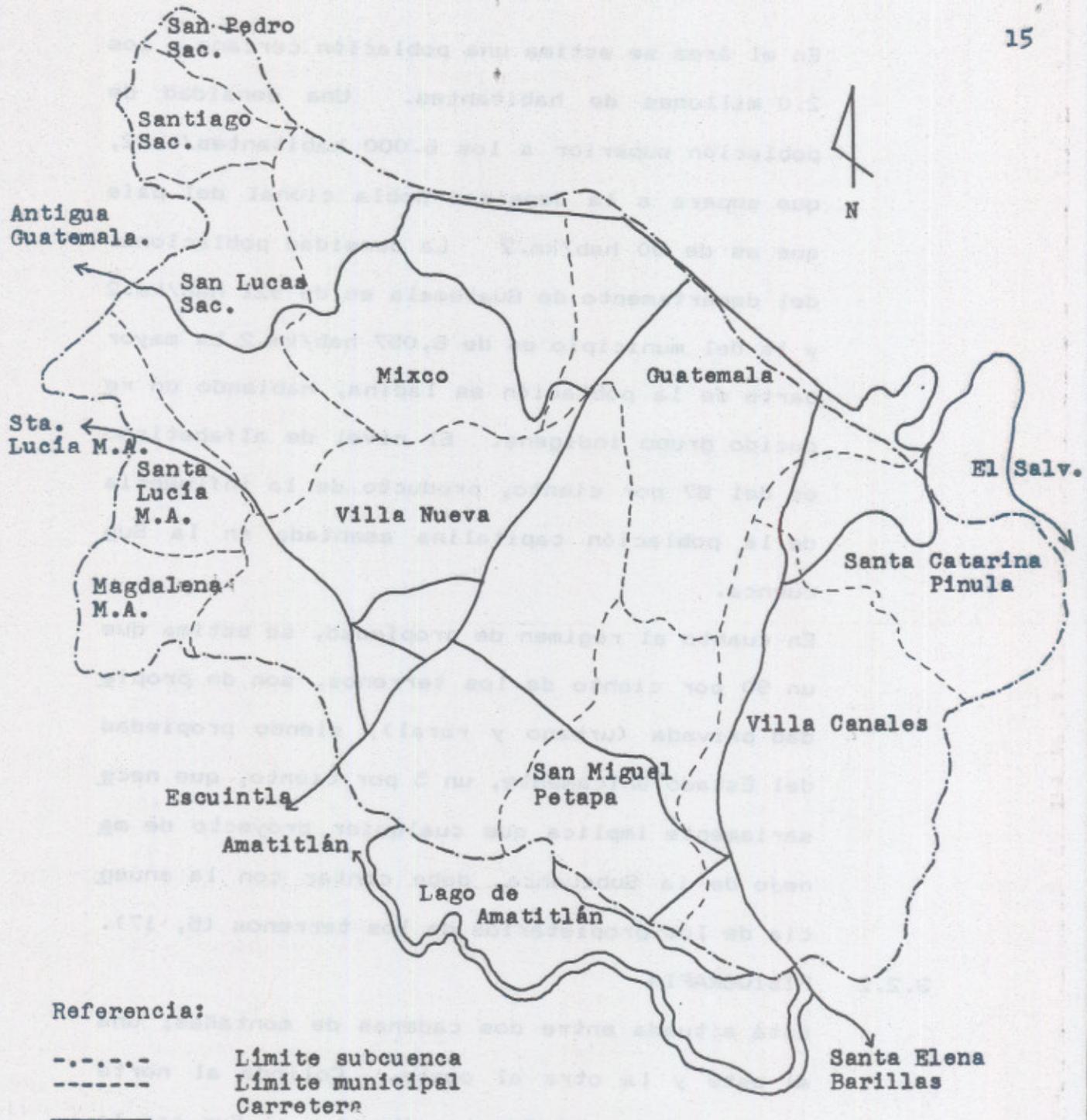


FIGURA 2	SUBCUENCA DEL RIO VILLALOBOS	ESC. 1:150,000
R. GUTIERREZ	MUNICIPIOS Y VIAS DE COMUNICACION	AGRONOMIA USAC.

En el área se estima una población cercana a los 2.0 millones de habitantes. Una densidad de población superior a los 6.000 habitantes/km.2, que supera a la densidad poblacional del país que es de 90 hab/km.2 La densidad poblacional del departamento de Guatemala es de 921 hab/km.2 y la del municipio es de 6,057 hab/km.2. La mayor parte de la población es ladina, habiendo un reducido grupo indígena. El nivel de alfabetismo es del 87 por ciento, producto de la influencia de la población capitalina asentada en la Subcuenca.

En cuanto al régimen de propiedad, se estima que un 90 por ciento de los terrenos, son de propiedad privada (urbano y rural), siendo propiedad del Estado únicamente, un 5 por ciento, que necesariamente implica que cualquier proyecto de manejo de la Subcuenca, debe contar con la anuencia de los propietarios de los terrenos (5, 17).

3.2.2 FISIOGRAFIA

Está situada entre dos cadenas de montañas; una al este y la otra al oeste. Colinda al norte con la Cuenca del Río Las Vacas y al Sur con la Cuenca del Lago de Amatitlán.

Separa las Cuencas Las Vacas y Villalobos, la divisoria continental de aguas, de modo que el drenaje del sector norte se dirige al Océano Atlán

tico y el sector sur, hacia el Océano Pacífico. La parte sur de la Subcuenca, no presenta obstáculos orográficos, de tal manera que la topografía descende hacia esa misma dirección y sus aguas drenan hacia el lago de Amatitlán.

Las corrientes han formado a través del tiempo profundos barrancos, que han sido considerados desde un principio como los accidentes naturales hacia donde deben orientarse los drenajes de la Ciudad de Guatemala y su área de influencia (5, 16).

3.2.4 GEOLOGIA

El área se encuentra sobre materiales de la época terciaria y cuaternaria. En el anexo 2, se ilustra la distribución de las capas geológicas dentro de la Subcuenca.

3.2.5 SUELOS

Presentan buena fertilidad natural, sin embargo en su mayoría, presentan elevada susceptibilidad a la erosión (22). De acuerdo a Simmons, Tárano y Pinto, en la Subcuenca, se encuentran las series de suelos; Areas Fragosas, Alotenango, Cay qué, Guatemala, Guatemala Fase Pendiente, Morán y Suelos Aluviales no diferenciados (22). Ver anexo 3.

3.2.6 CLIMA Y ZONAS DE VIDA

El clima es templado con invierno benigno, húmedo con invierno seco; semicálido con invierno benigno, húmedo con invierno seco, de acuerdo a la clasificación de Thornwhite (10).

Se cuenta con una precipitación pluvial predominante de tipo convectivo y orográfico distribuida de mayo a octubre. La precipitación media anual va desde los 900 a 1,300 milímetros. Ver anexo 4. Se registran temperaturas de 21 grados centígrados en la parte baja y 18 grados centígrados en la parte alta de la Subcuenca. Los vientos predominantes en la zona son los del noroeste, durante 280 días aproximadamente (1, 10). Dentro de la Subcuenca, se localizan dos zona de vida: Bosque Húmedo Subtropical Templado (Bh-St), que abarca aproximadamente un 63 por ciento del área total y está situada en la parte central.

Bosque Húmedo Bajo Subtropical (bh-MB), que se localiza en las dos partes altas, oriental y occidental. Cubre aproximadamente un 32 por ciento del área total (6). Ver figura 3.

3.2.7 ELEVACIONES

Su altura máxima se encuentra a 2,200 msnm. El punto de aforo a 1,300 msnm. y su elevación media es de 1,740 m. La diferencia de altura en

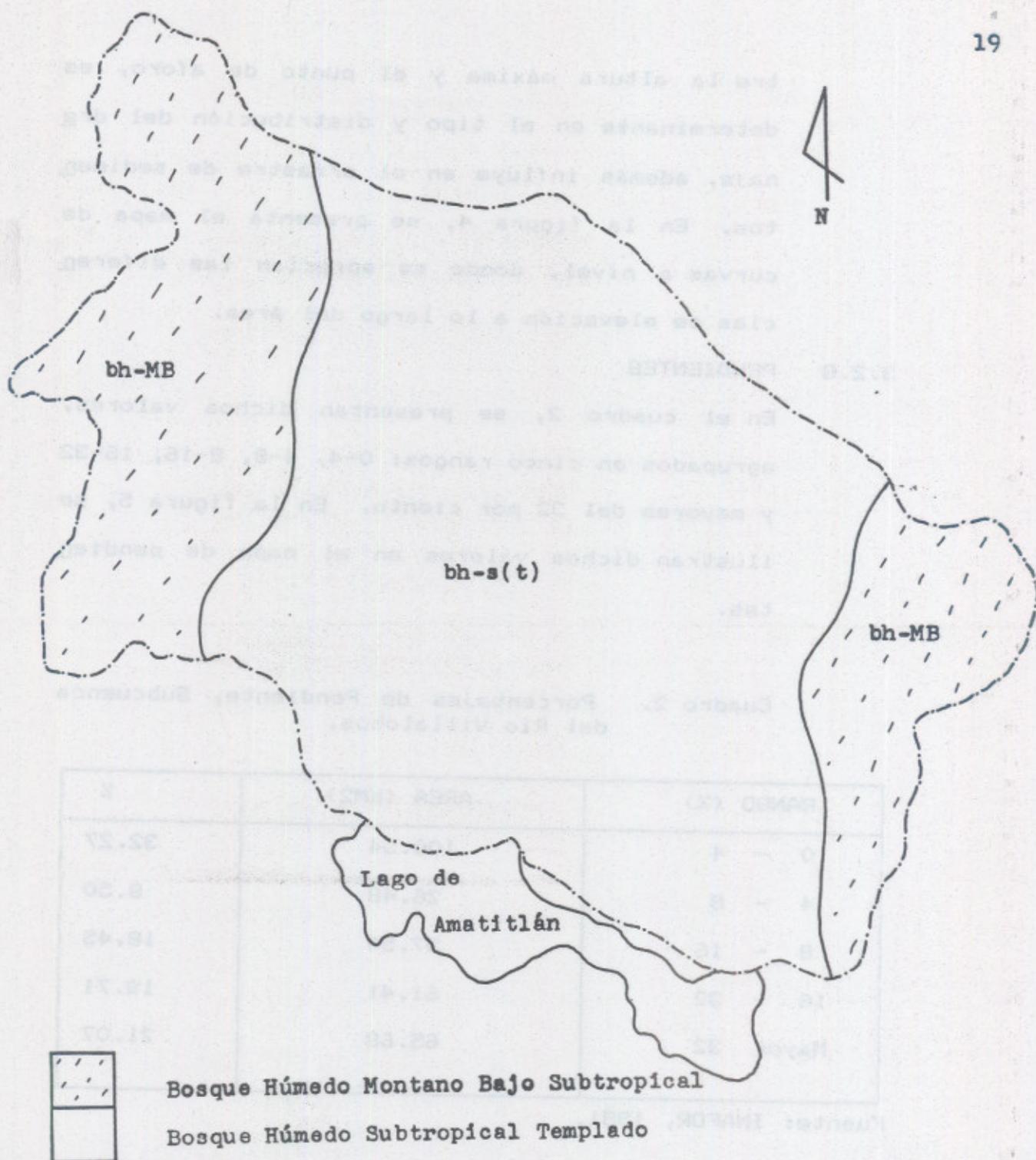


FIGURA 3

SUBCUENCA DEL RIO VILIALOBOS

ESC. 1:150,000

R. GUTIERREZ

MAPA DE ZONAS DE VIDA

AGRONOMIA USAC.

tre la altura máxima y el punto de aforo, es determinante en el tipo y distribución del drenaje, además influye en el arrastre de sedimentos. En la figura 4, se presenta el mapa de curvas a nivel, donde se aprecian las diferencias de elevación a lo largo del área.

3.2.8 PENDIENTES

En el cuadro 2, se presentan dichos valores, agrupados en cinco rangos: 0-4, 4-8, 8-16, 16-32 y mayores del 32 por ciento. En la figura 5, se ilustran dichos valores en el mapa de pendientes.

Cuadro 2. Porcentajes de Pendiente, Subcuenca del Río Villalobos.

RANGO (%)	AREA (KM2)	%
0 - 4	100.54	32.27
4 - 8	26.48	8.50
8 - 16	57.50	18.45
16 - 32	61.41	19.71
Mayor 32	65.68	21.07

Fuente: INAFOR, 1981.

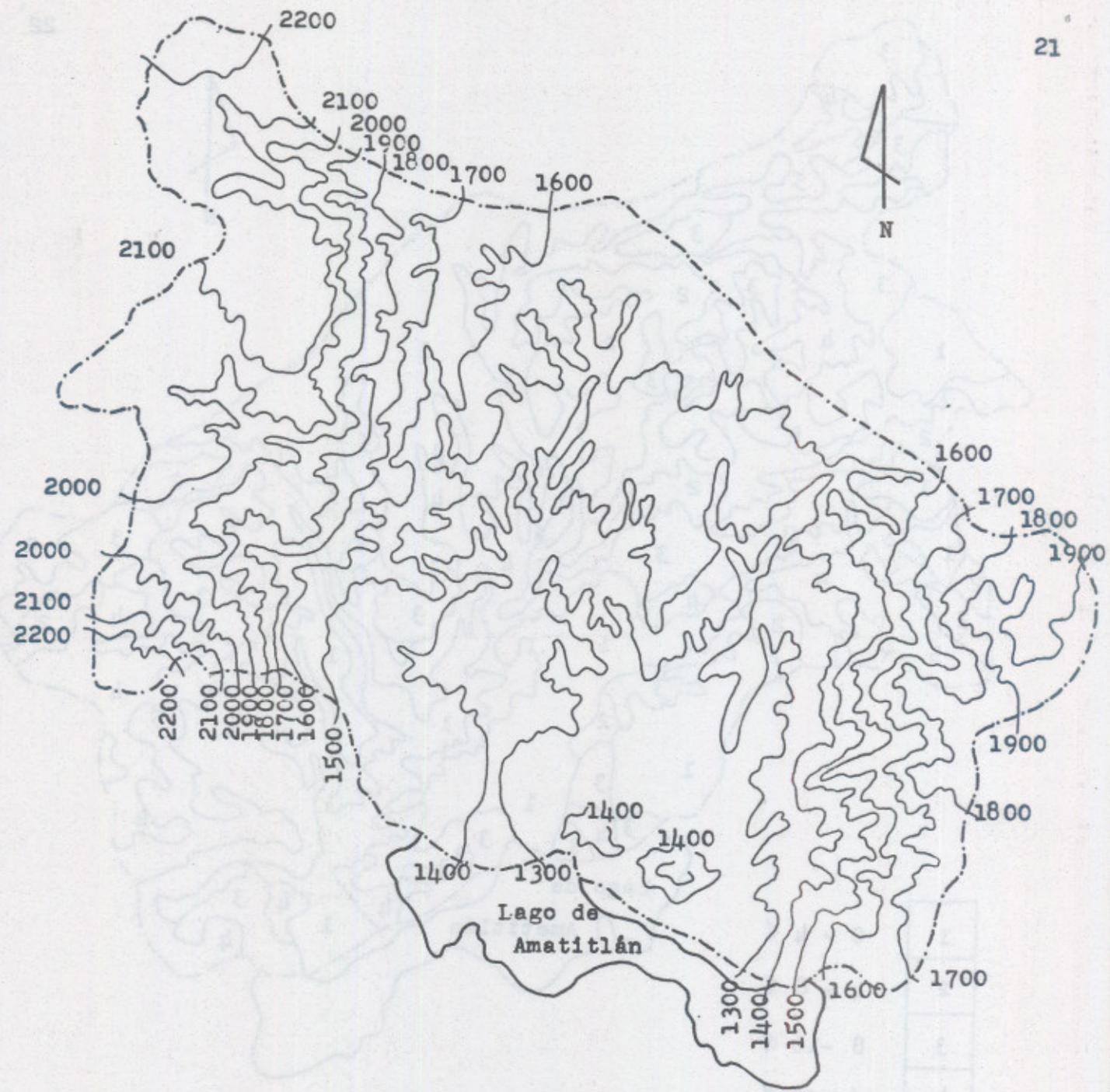


FIGURA 4	SUBCUENCA DEL RIO VILLALOBOS	ESC. 1:150,000
R. GUTIERREZ	MAPA DE CURVAS A NIVEL	AGRONOMIA USAC.

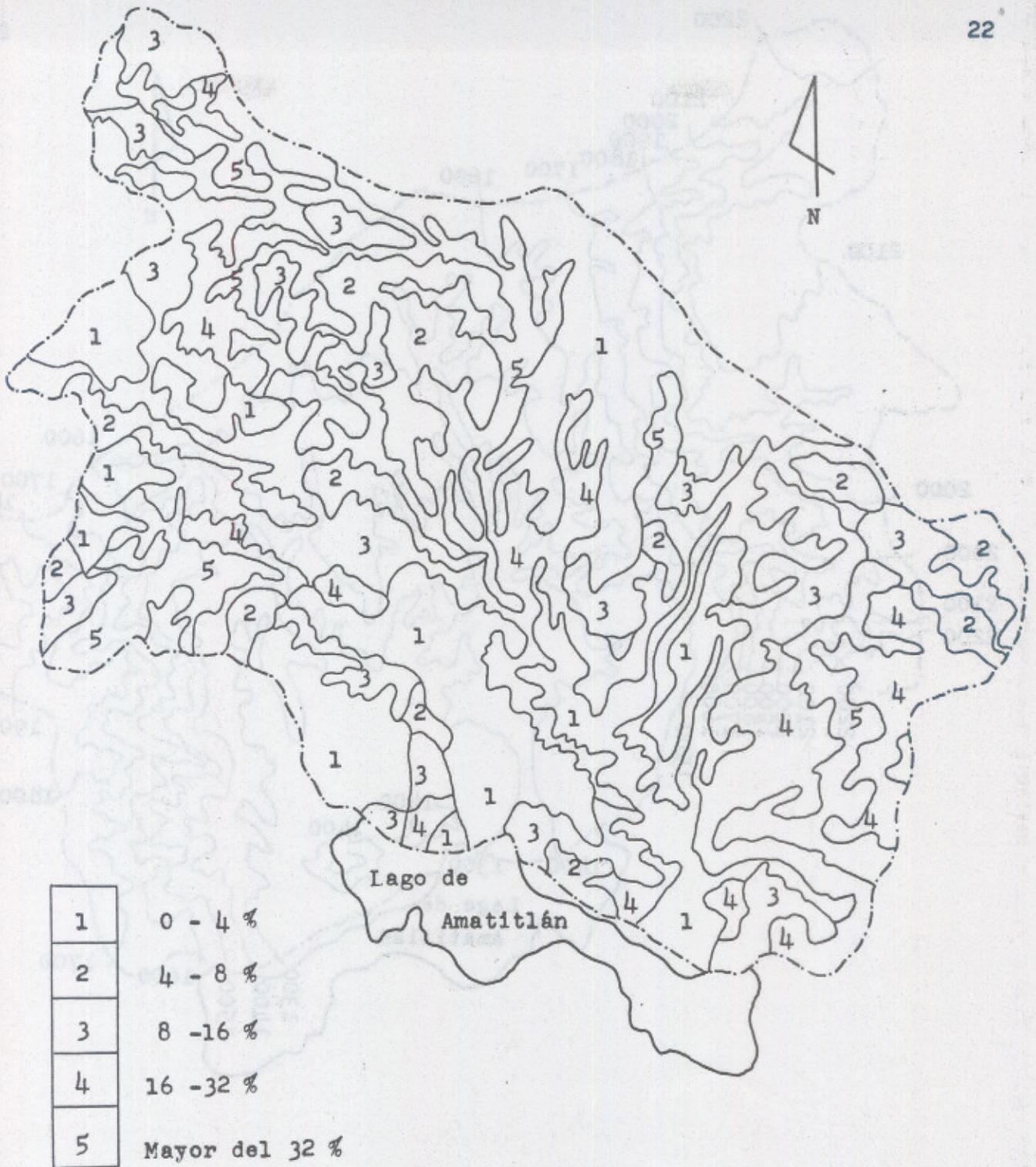


FIGURA 5

SUBCUENCA DEL RIO VILLALOBOS

ESC. 1:150,000

R. GUTIERREZ

MAPA DE PENDIENTES

AGRONOMIA USAC.

3.2.9 SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION

En el cuadro 3, se presentan los tres tipos de erosión reportados para el área: laminar, laminar-surcos y surcos-cárcavas. Ver figura 6.

Cuadro 3. Susceptibilidad a la erosión de las microcuencas que conforman la Subcuenca del Río Villalobos.

MICROCUENCA	LAMINAR (%)	LAMINAR SURCOS (%)	LAMINAR CARCAVAS (%)
Pinula	58.80	3.16	30.05
Villalobos	65.42	1.80	32.78
Molino	46.02	5.91	48.07
San Lucas	38.55	9.37	32.08
Arenal	11.55	33.92	54.43
Las Minas	52.88	12.68	34.44
Tuluja	6.19	25.84	67.97
Platanitos	44.11	13.19	42.70
El Bosque	21.95	37.80	40.25

Fuente: INAFOR, 1981.

3.2.10 DRENAJE

El tipo de drenaje es bien definido por la estructura geológica y la forma general del terreno. Presenta un drenaje de tipo dendrítico, que define a la subcuenca con una densa y bien distribuida red de drenajes, que permite sin pro

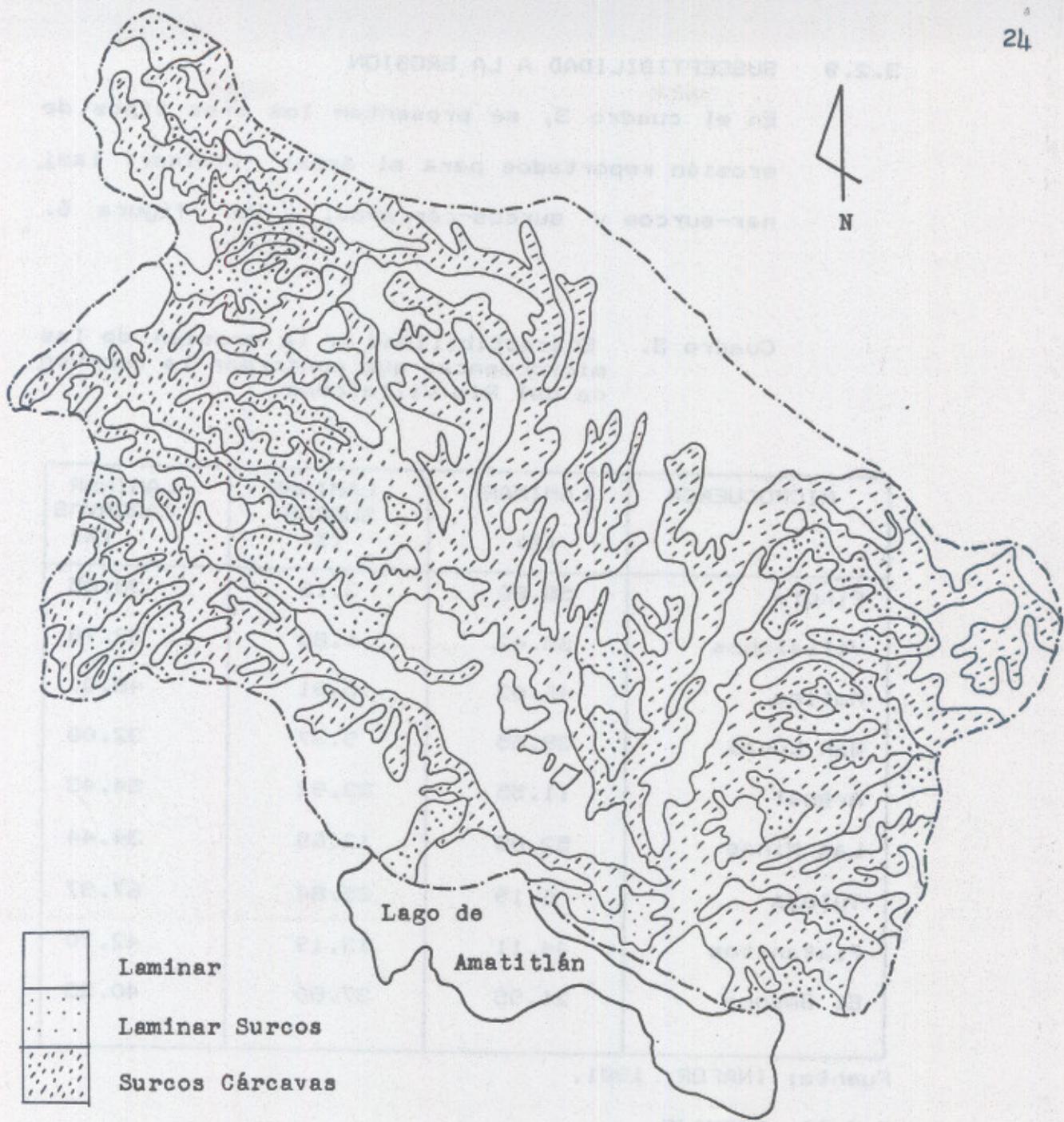


FIGURA 6	SUBCUENCA DEL RIO VILLALOBOS	ESC. 1:150,000
R. GUTIERREZ	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION	AGRONOMIA USAC.

blemas, la evacuación de las precipitaciones de su área, ver figura 7.

Los rasgos característicos de las corrientes que lo conforman pueden resumirse como sigue:

a) RIO 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.

b) RIO PINULA

En época seca, presenta un caudal relativamente alto, comparado con lo que se observa en los demás ríos de la zona.

c) RIO LAS MINAS

Las afluentes principales de este río son los llamados Río El Molino y Río Los Encuentros, los cuales conjuntamente presentan un caudal medio anual de 120 lts/seg., aproximadamente.

c) RIO EL BOSQUE

Durante el verano, es usado conjuntamente con el Río Tulujá en su totalidad para el procesamiento

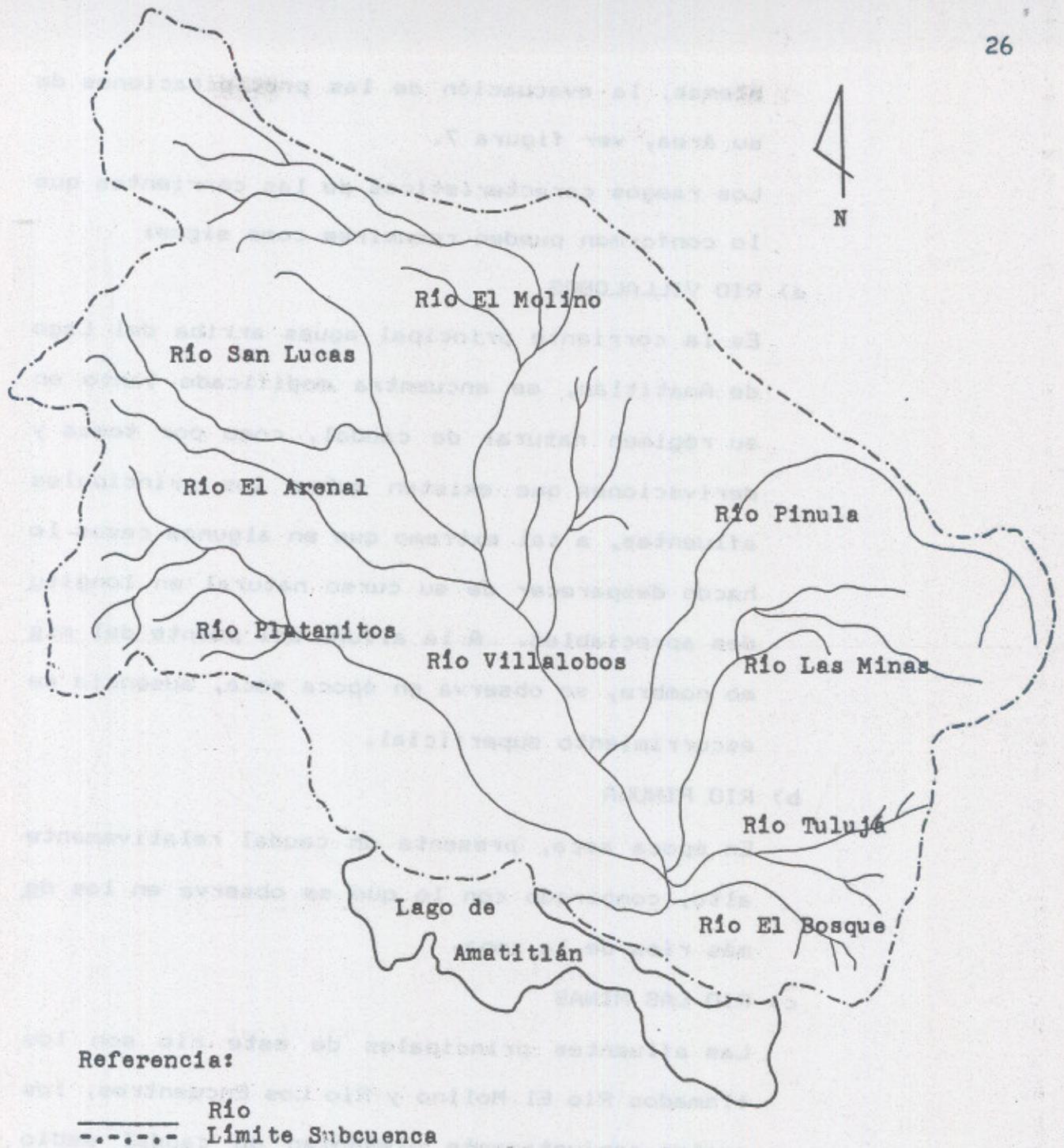


FIGURA 7

SUBCUENCA DEL RIO VILLALOBOS

ESC. 1:150,000

R. GUTIERREZ

MAPA DE DRENAJE

AGRONOMIA USAC.

de azúcar en los ingenios de Villa Canales.

e) RIO MOLINO

Inicia su curso en jurisdicción de San Pedro y Santiago Sacatepéquez. Presenta escaso escurrimiento superficial en época de verano. Uno de los afluentes principales es el Río Mariscal.

f) RIO PLATANITOS

A la altura de Villa Nueva, conduce un caudal del orden de los 10 lts/seg.

Los ríos San Lucas y El Arenal, no presentan escurrimiento natural en época seca; pero se observa periódicamente escurrimiento proveniente de drenajes e industrias textiles ubicadas cerca de sus márgenes y el agua presenta coloración variada.

3.2.11 CAPACIDAD DE USO DEL SUELO

En la figura 8, se presenta la distribución de las ocho clases agrupadas. Unicamente el 13.33 por ciento, tiene vocación para uso urbano (1,10,17,22).

REG. 1180.000	SECRETARIA DEL RIO VALLEJO	3 JUN 1974
COMUNIDAD URBANA	COMUNIDAD URBANA DEL RIO	SECRETARIA DEL RIO VALLEJO

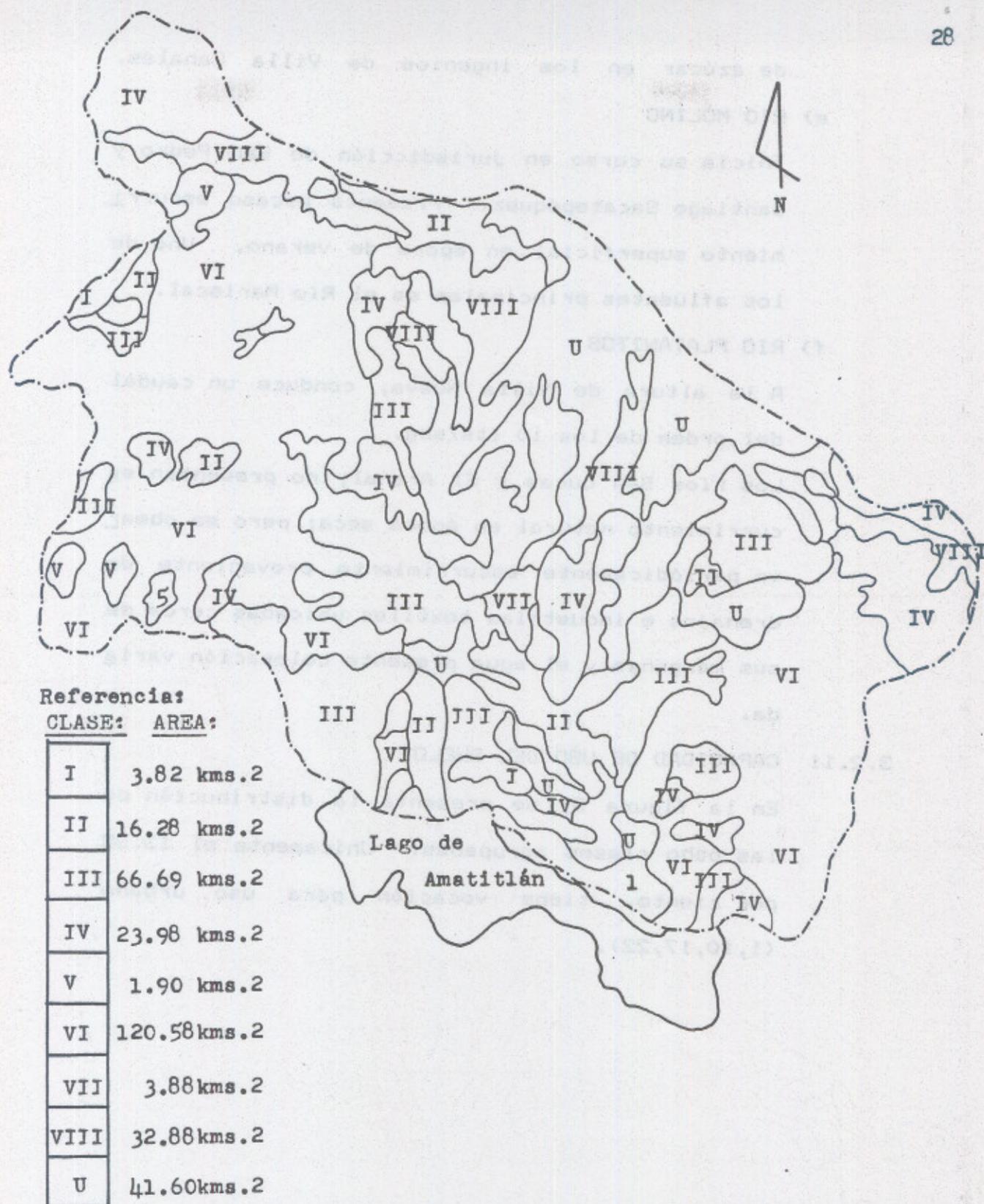


FIGURA 8

SUBCUENCA DEL RIO VILLALOBOS

ESC. 1:150,000

R. GUTIERREZ

MAPA DE CAPACIDAD DE USO DEL SUELO

AGRONOMIA USAC.

3.3 ANTECEDENTES

Algunos estudios e investigaciones realizados a la fecha en la Subcuenca objeto de estudio, son los siguientes:

- 3.3.1 Aragón en 1974 (1), estudió los aprovechamientos agrícolas potenciales. Menciona serios problemas de erosión debido a la deforestación incontrolada, así como por el establecimiento de cultivos limpios en pendientes mayores del 32 por ciento, sin aplicar medidas de conservación de suelos. Además, la contaminación de las fuentes de agua debido a las descargas de aguas servidas y contaminación por pesticidas. El uso urbano era de aproximadamente 9.0 por ciento.
- 3.3.2 En 1977, el Instituto Nacional Forestal (13), elaboró el proyecto de Forestación de dicha cuenca, orientado a la reforestación de 38.40 kilómetros cuadrados. Se menciona que el 22.72 por ciento correspondía a bosques; un 34.94 por ciento a agricultura y un 11.0 por ciento correspondía a uso urbano.
- 3.3.3 Flohr en 1981 (8), realizó un análisis de la deforestación en la Ciudad de Guatemala y su área de influencia período 1954-1981. Determinó que en ese período hubo una reducción de 106.68 kilómetros cuadrados de bosque que equivale a un

52.03 por ciento del área.

3.3.4 Montúfar en 1986 (18), realizó una propuesta para el manejo de las áreas de vocación forestal de la microcuenca del Río Platanitos, que forma parte de la Subcuenca del Río Villalobos. Concluye que el proceso de deforestación masivo y la utilización de las tierras para uso agrícola en suelos con pendientes fuertes y sin la utilización de técnicas culturales, está provocando una degradación severa de estos recursos, sumando a ello, el crecimiento urbano acelerado, que alcanzaba un 39.0 por ciento aproximadamente.

3.3.5 En 1987, se realizó el Simposium Sobre Estudios Recientes Sobre la Contaminación de la Cuenca del Lago de Amatitlán (5). Se menciona que los factores que están influyendo negativamente en la cuenca son:

a) crecimiento urbano acelerado, impulsado por la explosión demográfica y los fenómenos migratorios; b) localización de un alto porcentaje de la industria en la zona; c) descargas de aguas servidas en los ríos de la cuenca; d) uso inapropiado del suelo (urbano, agricultura y otros); e) bajo nivel de educación y concientización ambiental y f) casi ningún control administrativo y legal para el uso del suelo. Al efec

tuar estudio sobre priorización de cuencas, mencionan que las microcuencas más afectadas son las de: Pinula, Villalobos y El Molino

- 3.3.6 Rodríguez en 1988 (20), al estudiar las condiciones del crecimiento demográfico y su efecto sobre el uso y manejo de los recursos bosque-suelo en Santiago Sacatepéquez, encontró una estrecha relación entre el crecimiento demográfico y la ampliación de la frontera agrícola a expensas del bosque. Solamente el 32.0 por ciento del área tiene vocación agrícola está siendo utilizada con estos fines el 67.0 por ciento.
- 3.3.7 Morales en 1992 (19), al estudiar las descargas de aguas residuales y pluviales en la Ciudad de Guatemala y su área de influencia, encontró que en 1985 existían aproximadamente 47 descargas en aguas negras y pluviales en la Cuenca del Río Villalobos, y para 1992, esta cifra aumentó a 74 descargas, ocasionando serios problemas de contaminación hídrica.
- 3.3.8 Illescas en 1989 (17), determinó que en la Cuenca del Lago de Amatitlán, un 41.60 por ciento del área está siendo utilizada correctamente; no así el 8.5 por ciento que está siendo subutilizada y un 30.01 por ciento está sobreutilizada.

3.3.9 Finalmente Castañeda (4), menciona que cada año, el Río Villalobos, transporta 372,000 toneladas de suelo al Lago de Amatitlán, como producto de la erosión edáfica en la Cuenca.

4. METODOLOGIA

La metodología de trabajo, se dividió en tres fases: Gabinete Inicial, Fase de Campo y Gabinete Final.

4.1 GABINETE INICIAL

Consistió en la obtención de información bibliográfica, fotografía aérea y cartográfica del área de estudio. Se recopiló información de estudios e investigaciones efectuadas en la Subcuenca.

4.2 FASE DE CAMPO

Se procedió a efectuar un caminamiento a nivel general, procediendo a colocar los límites sobre la hoja cartográfica escala 1:50,000.

Esta fase incluyó la confrontación de datos fotográficos y de campo. Se chequeó en el campo, información básica sobre: uso actual del suelo, avance del crecimiento urbano a expensas del bosque, ubicación de descargas de aguas servidas, cambio de uso del suelo y áreas críticas.

Se emplearon fotografías aéreas de los años: 1954, 1966 y 1981, escala 1:30,000 y fotografía aérea del año 1991, escala 1:60,000.

Para la delimitación del área, curvas a nivel, vías de comunicación, drenaje, etc. se utilizaron las hojas cartográficas: 2159 I Ciudad de Guatemala; 2059 II Amatitlán; 2159 III Nueva Santa Rosa, 2159 IV San José Pinula y 2060 II San Juan Sacatepéquez, debidamente confrontadas en el campo. También fue

necesario la consulta de mapa de pendientes, susceptibilidad a la erosión y uso potencial del suelo.

Para datos de población, se revisaron censos de población de los años 1950, 1964 y 1981, de la Dirección General de Estadística; y para datos de población reciente, se utilizó el IX Censo de Población y V de Vivienda, período 1990-1995, datos proyectados. Se verificaron estos datos con mapas cartográficos de la misma Institución, referente a municipios asentados en la Subcuenca.

Las áreas críticas se determinaron sobreponiendo los mapas de uso potencial y uso actual, deforestación, ubicación de descargas de aguas servidas y avance del crecimiento urbano, información debidamente chequeada en el campo.

La zonificación del área se estableció contrastando la capacidad de uso del suelo y su uso actual. Fue necesaria la obtención de información sobre: precipitación, zonas de vida, altura, serie de suelos, susceptibilidad a la erosión y deforestación.

4.3 GABINETE FINAL

Se procedió a la tabulación de datos recabados, elaboración de cuadros y mapas temáticos, así como la elaboración de los modelos de regresión y correlación, para crecimiento urbano, disminución del área boscosa y tendencia de la población asentada en el

Área de estudio.

Finalmente, se analizó y se interpretó dicha información, para la obtención de conclusiones y recomendaciones.

El uso de la tierra, expresado en los usos y actividades económicas, tecnológicas del hombre, sino también en la participación económica y la estructura socio-ambiental de las diferentes zonas de producción.

En el siguiente cuadro, se detalla el uso del suelo en el área, analizado por microzonas y estratificación de uso: urbano, bosque, agrícola y pastos. Puede observarse, que en las microzonas Villalobos, Molino y Piquita, el uso urbano, supera los demás usos, de modo que puede considerarse como áreas urbanas.

En sus áreas, el bosque ha disminuido considerablemente, y el área con bosque ha sido reemplazada a aquellas zonas cuyas limitaciones naturales son extremas, que no permiten que se lleve a cabo algún tipo de cultivo, u otro uso.

Las microzonas Pífanos y Las Minas, también presentan elevados porcentajes de áreas urbanas, sin embargo, el uso agrícola predomina en sus áreas. En las microzonas El Arenal y San Lucas, el uso agrícola predomina en sus áreas.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

1. DETERMINACION DEL USO ACTUAL DEL SUELO POR MICRO-CUENCAS, ESTRATIFICADO EN LOS USOS: URBANO, BOSQUE, AGRICOLA Y PASTOS.

El uso de la tierra, expresa no solo las actividades económico-tecnológicas del hombre, sino también refleja la perturbación ecosistemática y la estructura socio-ambiental de las diferentes zonas de producción.

En el siguiente cuadro, se detalla el uso del suelo en el área, analizado por microcuencas y estratificado en usos: urbano, bosque, agrícola y pastos.

Puede observarse, que en las microcuencas Villalobos, Molino y Pinula, el uso urbano, supera los demás usos, de modo que puede considerárseles como microcuencas urbanas.

En sus áreas, el bosque ha disminuido considerablemente, y el área con bosque ha sido relegada a aquellas zonas cuyas limitaciones naturales son extremas, que no permiten que se lleve a cabo algún tipo de cultivo, u otro uso.

Las microcuencas Platanitos y Las Minas, también presentan elevados porcentajes de área urbana, sin embargo, el uso agrícola predomina en sus áreas. En las microcuencas El Arenal y San Lucas, el uso agrícola predomina en sus áreas.

Cuadro No. 4. Uso actual del suelo, subcuenca del Rio Villalobos, 1,991

Microcuenca	Uso								
	Urbano		Bosque		Agricola		Pastos		Total
	Km.2	%	Km.2	%	Km.2	%	Km.2	%	
Pinula	16.23	35.85	8.20	18.12	7.63	16.86	13.20	29.17	45.26
Villalobos	19.41	39.16	4.30	8.67	14.28	28.81	11.58	23.36	49.57
Molino	20.72	37.45	7.07	12.78	16.03	28.97	11.51	20.80	55.33
San Lucas	7.51	20.54	6.54	17.88	19.90	35.27	9.62	26.31	36.57
Arenal	1.25	8.92	2.36	16.83	5.74	40.94	4.67	33.31	14.02
Las Minas	13.03	31.55	8.94	21.65	16.73	40.02	2.80	6.78	41.30
Tuluja	1.86	15.55	2.33	19.48	3.59	30.02	4.18	34.95	11.96
Platanitos	14.07	27.37	6.29	12.24	26.18	50.93	4.86	9.46	51.40
El Bosque	0.74	11.94	1.40	22.58	3.65	58.87	0.41	6.61	6.20
Totales	94.82	30.4	47.43	15.22	106.53	34.19	62.83	20.19	311.61

Las microcuencas Tulujá y el Bosque, presentan elevado porcentaje de uso agrícola. Sin embargo, el café es el cultivo predominante y la cobertura boscosa que poseen, proporciona protección al suelo. El uso agrícola supera los demás usos con 34.19 por ciento, (106.53 Kilómetros cuadrados); siguiéndole en orden el uso urbano con 30.40 por ciento, (92.82 Kilómetros cuadrados); Pastos con 20.19 por ciento, (62.83 Kilómetros cuadrados); y bosques con 15.22 por ciento, (47.63 Kilómetros cuadrados).

2. DETERMINACION DEL AVANCE DEL CRECIMIENTO URBANO EN LA SUBCUENCA Y LA DISMINUCION DEL RECURSO BOSQUE ANALIZADO EN CUATRO AÑOS DISTINTOS: 1954, 1966, 1981 Y 1991.

La expansión urbana en el área, se está dando a un ritmo lineal ascendente, de tal cuenta que algunos servicios básicos como agua potable y drenajes, han sido rebasados por el crecimiento urbano.

En el siguiente cuadro, se presenta la variación del uso del suelo en el área, así como la tendencia creciente manifestada por el crecimiento urbano, en los años 1954, 1966, 1981 y 1991.

Cuadro 5. Uso del Suelo, Subcuenca del Rio Villalobos, analizado en cuatro años distintos.

Año	Uso							
	Urbano		Agrícola		Pastos		Bosques	
	Km2	%	Km2	%	Km	%	Km2	%
1954	15.86	5.09	114.98	36.90	68.56	22.00	112.21	36.01
1966	27.92	8.96	119.38	38.31	60.76	19.50	103.55	33.23
1981	57.43	18.43	121.53	39.00	66.65	21.39	66.00	21.18
1991	94.82	30.40	106.53	34.19	62.83	20.19	47.43	15.22

Puede apreciarse en el cuadro anterior, el aumento del crecimiento urbano. Así, de 1954 a 1966 aumentó 12.06 kilómetros cuadrados. De 1966 a 1981 aumentó 29.51 kilómetros cuadrados y de 1981 a 1991, aumentó 37.36 kilómetros cuadrados. La ecuación de regresión lineal $Y = -4033.379555 + 2.068997X$, explica el comportamiento del crecimiento urbano en el área de estudio y la figura 9, ilustra su tendencia. En el siguiente cuadro se presenta la estimación del área urbana para los próximos 14 años.

Cuadro 6. Área urbana estimada, subcuenca del Río Villalobos.

Año	Área Urbana Estimada	
	Kms.2	%
1954	15.86	5.09
1966	27.92	8.96
1981	57.43	18.43
1991	94.82	30.40
2000	104.61	33.57
2010	125.30	40.21

Las figuras 11, 12, 13 y 14, muestran la variación del uso del suelo en la subcuenca, años 1954, 1966, 1981 y 1991.

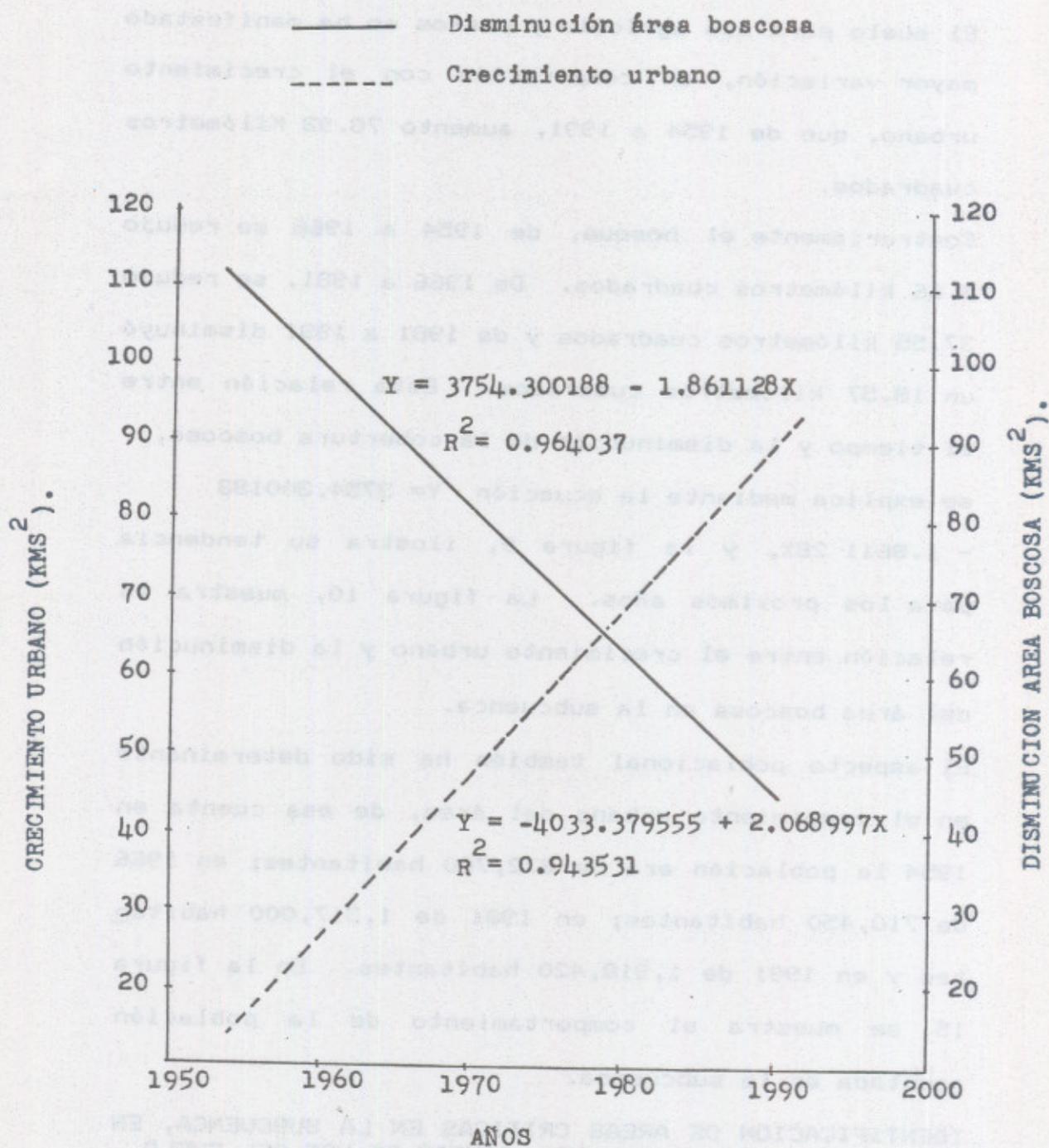


FIGURA 9	CRECIMIENTO URBANO Y DISMINUCION DEL AREA	ESC. INDET.
R. GUTIERREZ	BOSCOSA SUBCUENCA DEL RIO VILLALOBOS	AGRONOMIA USAC.

El suelo para uso agrícola y pastos no ha manifestado mayor variación, en comparación con el crecimiento urbano, que de 1954 a 1991, aumento 78.93 Kilómetros cuadrados.

Contrariamente el bosque, de 1954 a 1966 se redujo 8.66 kilómetros cuadrados. De 1966 a 1981, se redujo 37.55 kilómetros cuadrados y de 1981 a 1991 disminuyó un 18.57 kilómetros cuadrados. Esta relación entre el tiempo y la disminución de la cobertura boscosa, se explica mediante la ecuación $Y = 3754.300188 - 1.8611.28X$, y la figura 9, ilustra su tendencia para los próximos años. La figura 10, muestra la relación entre el crecimiento urbano y la disminución del área boscosa en la subcuenca.

El aspecto poblacional también ha sido determinante en el crecimiento urbano del área, de esa cuenta en 1954 la población era de 372,700 habitantes; en 1966 de 710,450 habitantes; en 1981 de 1,317,000 habitantes y en 1991 de 1,918,420 habitantes. En la figura 15, se muestra el comportamiento de la población asentada en la subcuenca.

3. IDENTIFICACION DE AREAS CRITICAS EN LA SUBCUENCA, EN FUNCION DE: DEFORESTACION, CAMBIO DE USO DEL SUELO Y UBICACION DE DESCARGAS DE AGUAS SERVIDAS, PRODUCTO DEL CRECIMIENTO URBANO.

Desde el punto de vista del uso de la tierra, se consideran áreas críticas todas aquellas unidades que se encuentran bajo condición de sobreuso, o sea las

Disminución del área boscosa (kms.²)

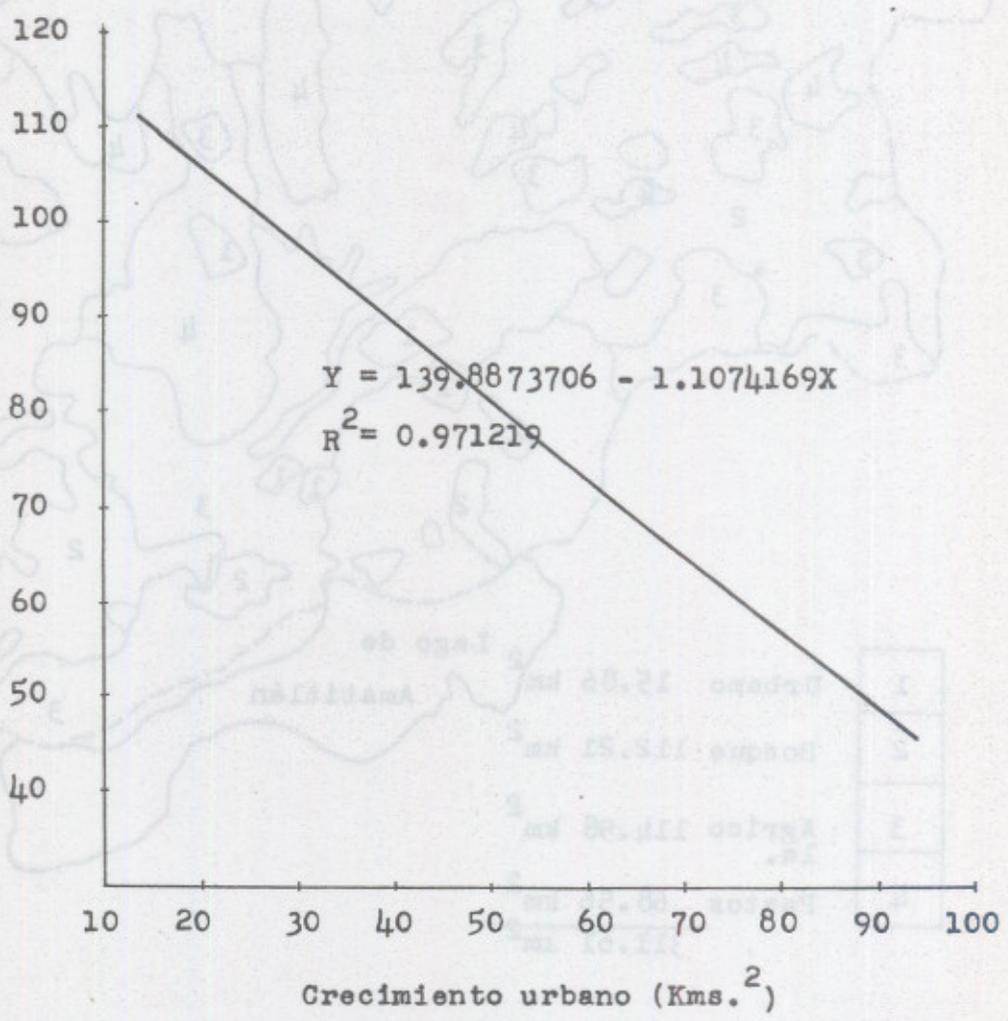


FIGURA 10	RELACION ENTRE EL CRECIMIENTO URBANO Y LA	ESC. INDET.
R. GUTIERREZ	DISMINUCION DEL AREA BOScosa	AGRONOMIA USAC.

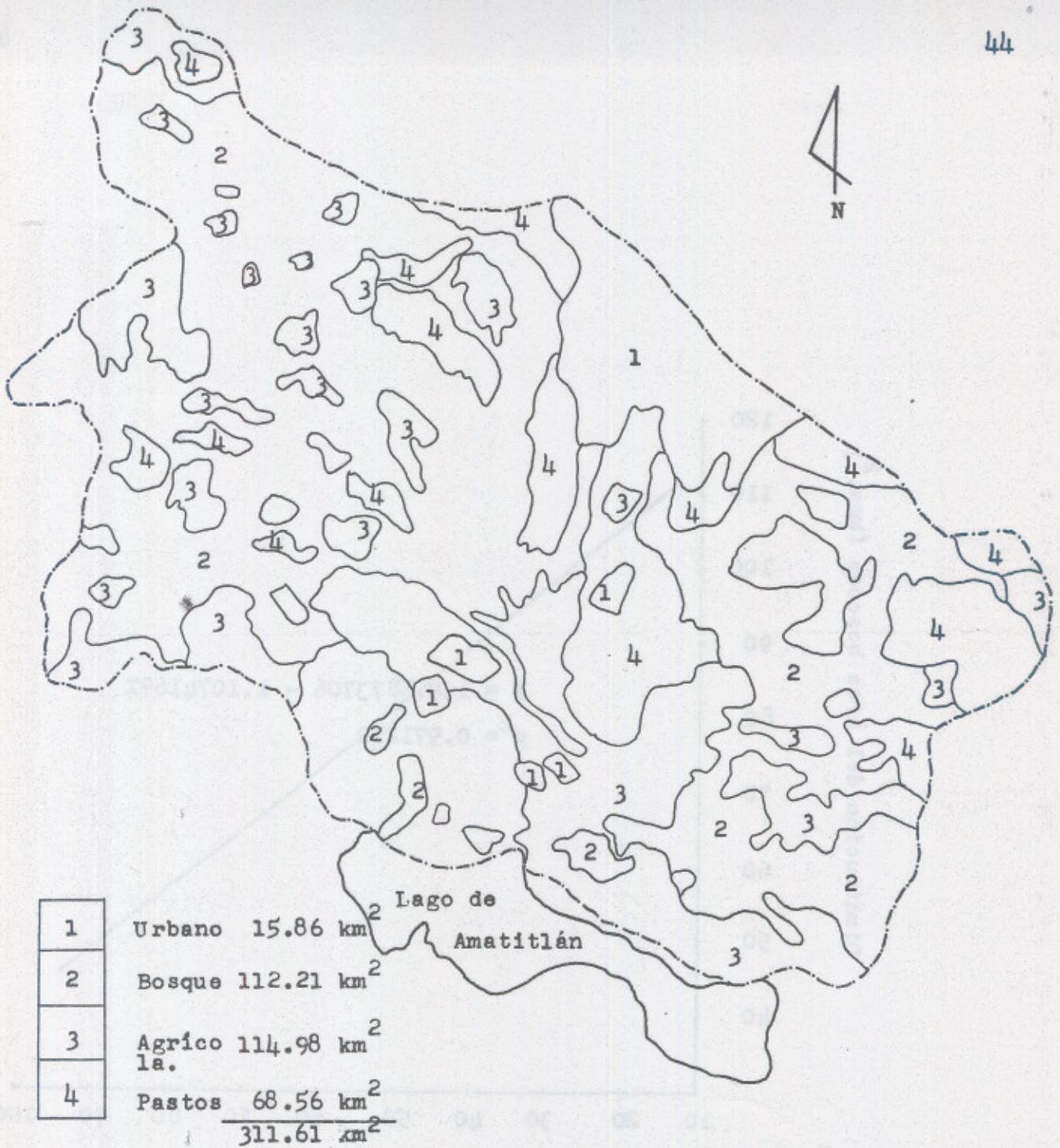


FIGURA 11

SUBCUENCA DEL RIO VILLALOBOS

ESC. 1:150,000

R. GUTIERREZ

USO DEL SUELO, AÑO 1954

AGRONOMIA USAC.

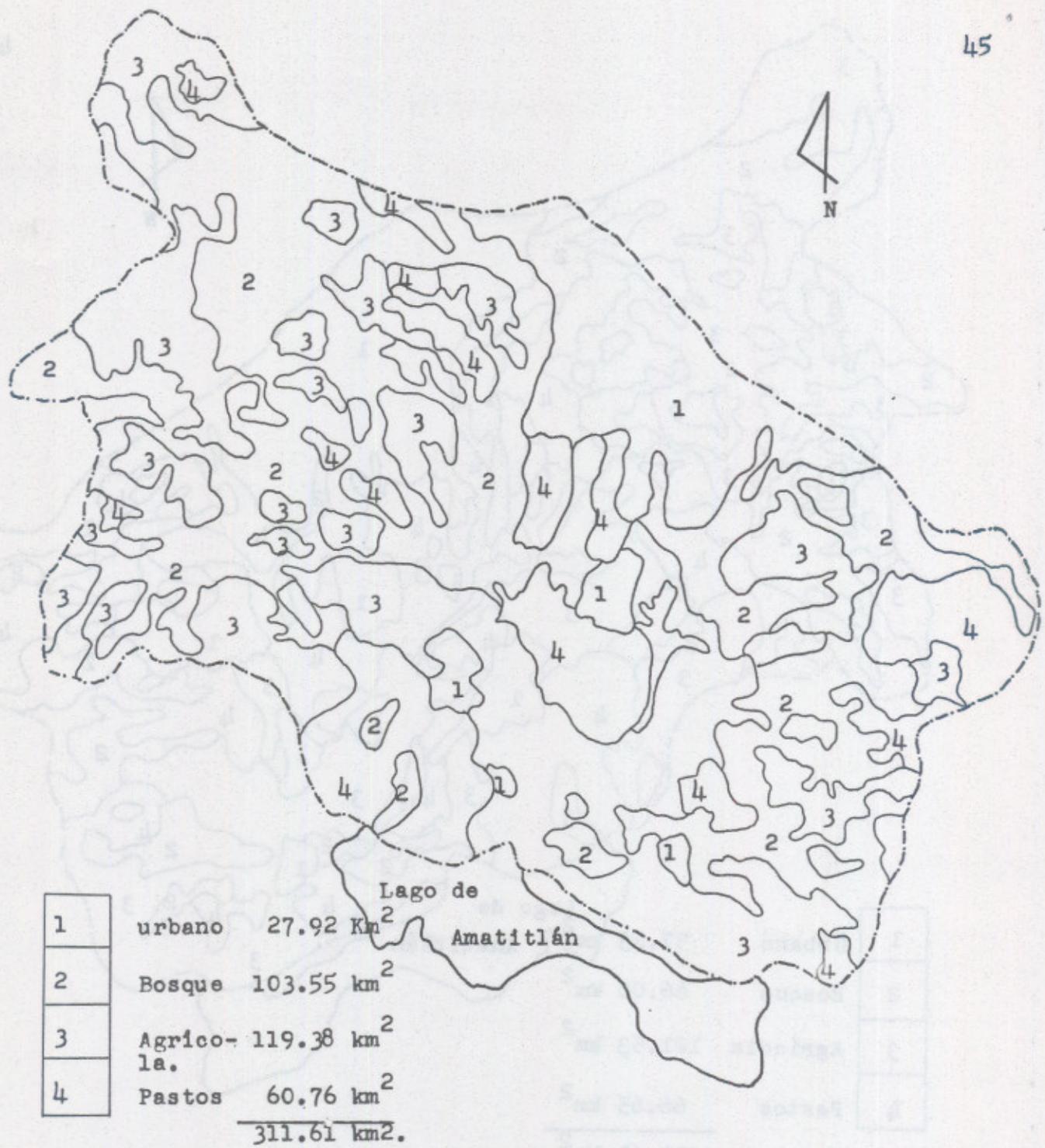


FIGURA 12	SUBCUENCA DEL RIO VILLALOBOS	ESC. 1:150,000
R. GUTIERREZ	USO DEL SUELO, AÑO 1966	AGRONOMIA USAC.

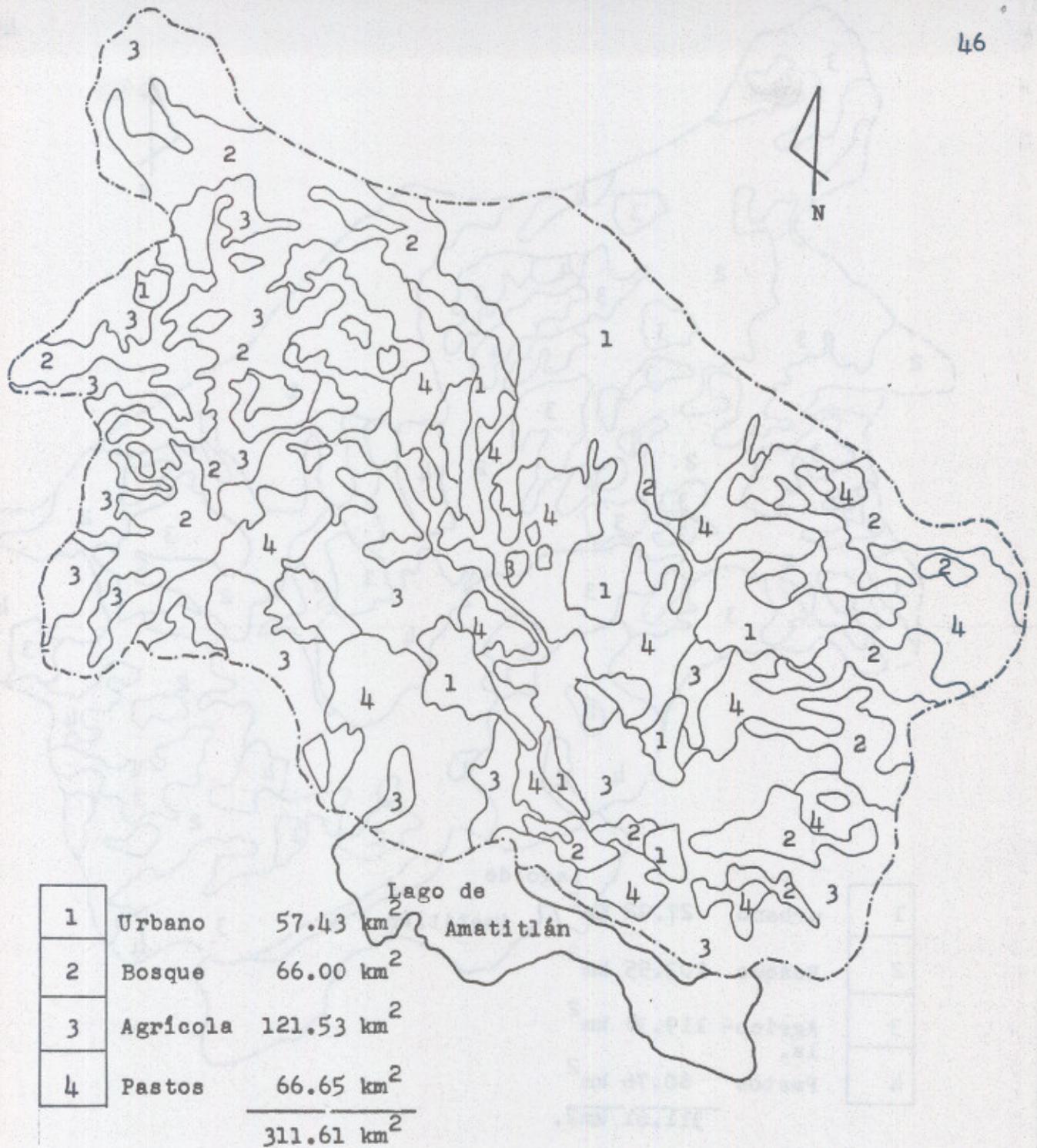


FIGURA 13

SUBCUENCA DEL RIO VILLALOBOS

ESC. 1:150,000

R. GUTIERREZ

USO DEL SUELO, AÑO 1981

AGRONOMIA USAC.

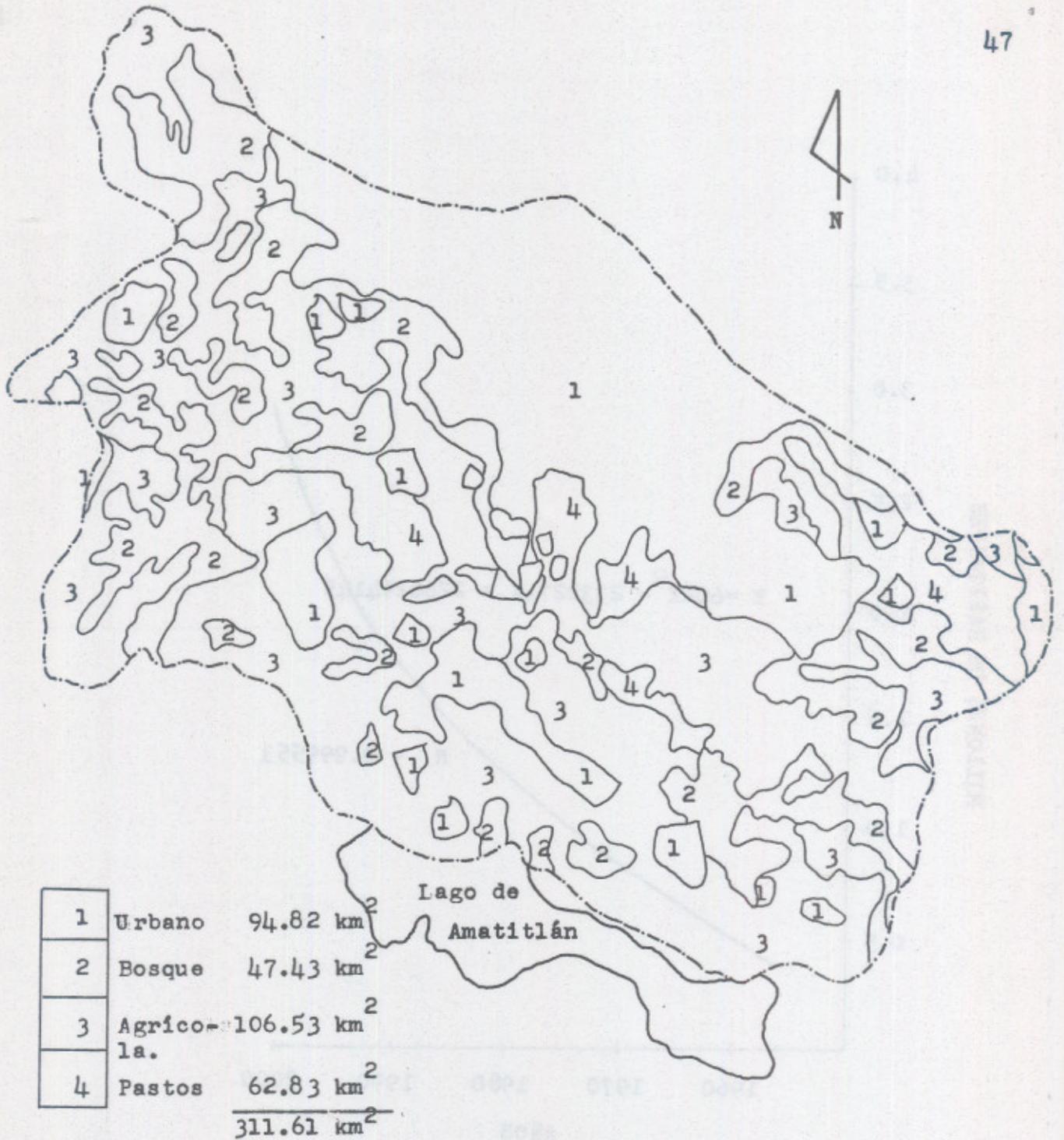


FIGURA 14	SUBCUENCA DEL RIO VILLALOBOS	ESC. 1:150,000
R. GUTIERREZ	USO DEL SUELO, AÑO 1991	AGRONOMIA USAC.

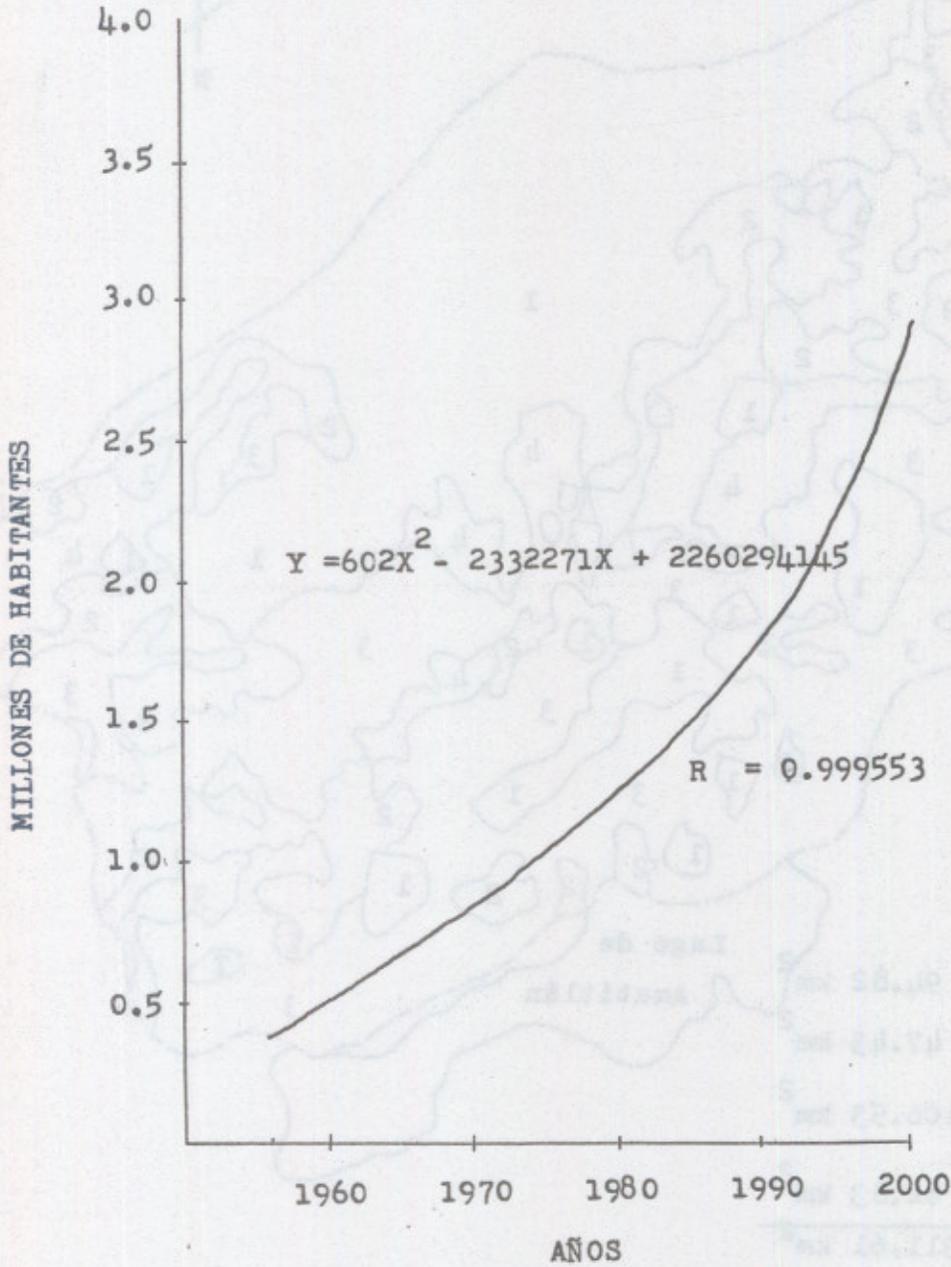


FIGURA 15

TENDENCIA CRECIENTE DE LA POBLACION EN

ESC. 1:25

R. GUTIERREZ

LA SUBCUENCA DEL RIO VILLALOBOS.

AGRONOMIA USAC

áreas que sobrepasan la capacidad de uso con respecto al uso actual.

Las áreas críticas se analizaron bajo los siguientes criterios:

3.1 AREAS CRITICAS EN FUNCION DE LA DEFORESTACION

En el siguiente cuadro se presenta la tendencia del crecimiento urbano y la deforestación del área.

Cuadro 7. Dinámica del crecimiento urbano y la pérdida del recurso bosque, Subcuenca del Río Villalobos.

Año	USO (kilómetros cuadrados)	
	URBANO	BOSQUE
1954	15.86	112.21
1966	27.92	103.55
1981	57.43	65.99
1991	94.82	47.43
2000	104.61	32.04

La figura 16 muestra el área boscosa existente en el año 1991, así como también el área de bosque que se a perdido a partir de 1954, que cubre un área de 64.78 Kilómetros cuadrados. Las microcuencas Molino, Pinula, Las Minas, San Lucas, Platanitos y El Arenal, han manifestado una reducción considerable de su masa boscosa.

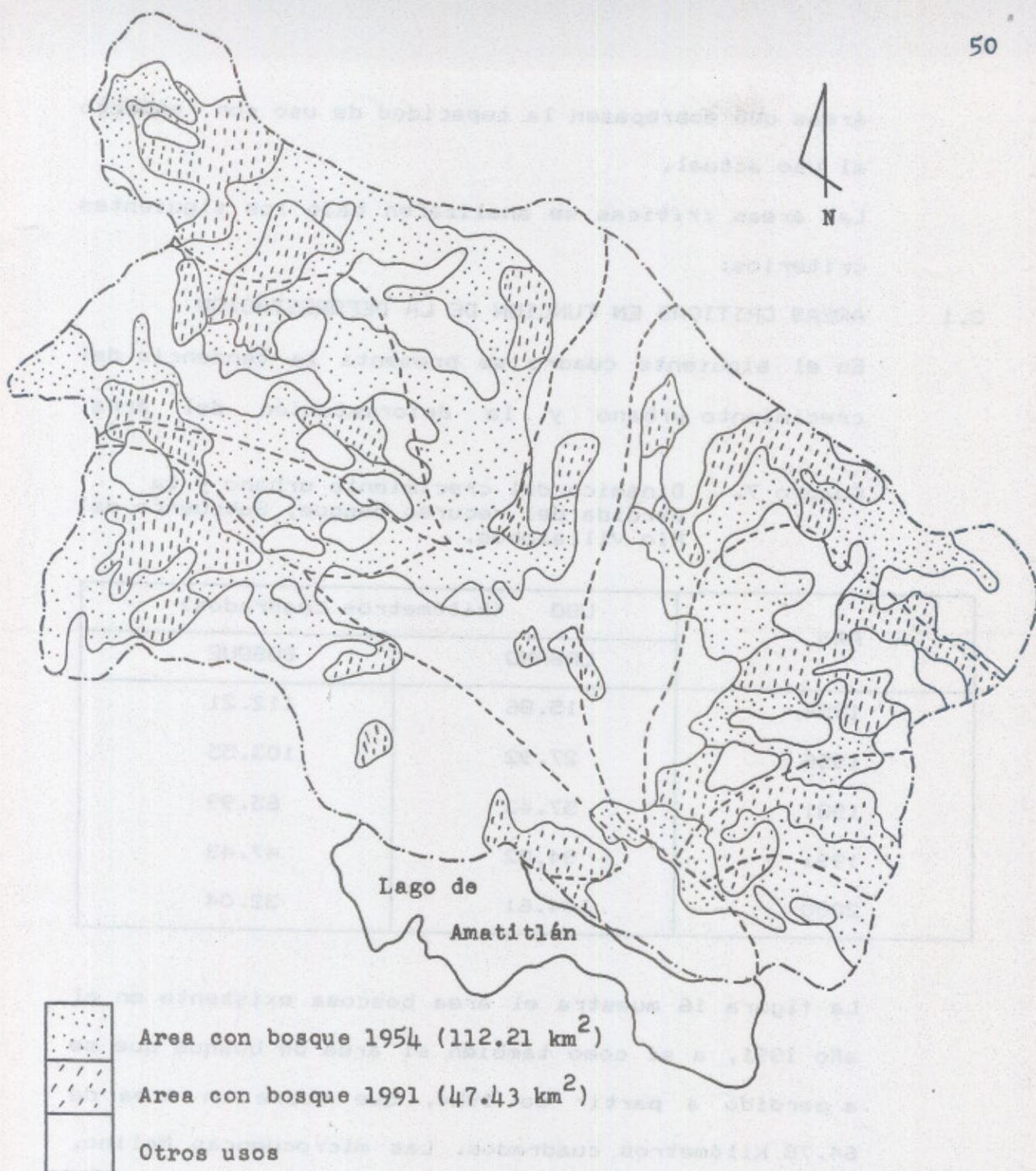


FIGURA 16

SUBCUENCA DEL RIO VILLALOBOS

ESC. 1:150,000

R. GUTIERREZ

PERDIDA DEL RECURSO BOSQUE A PARTIR 1954

AGRONOMIA USAC.

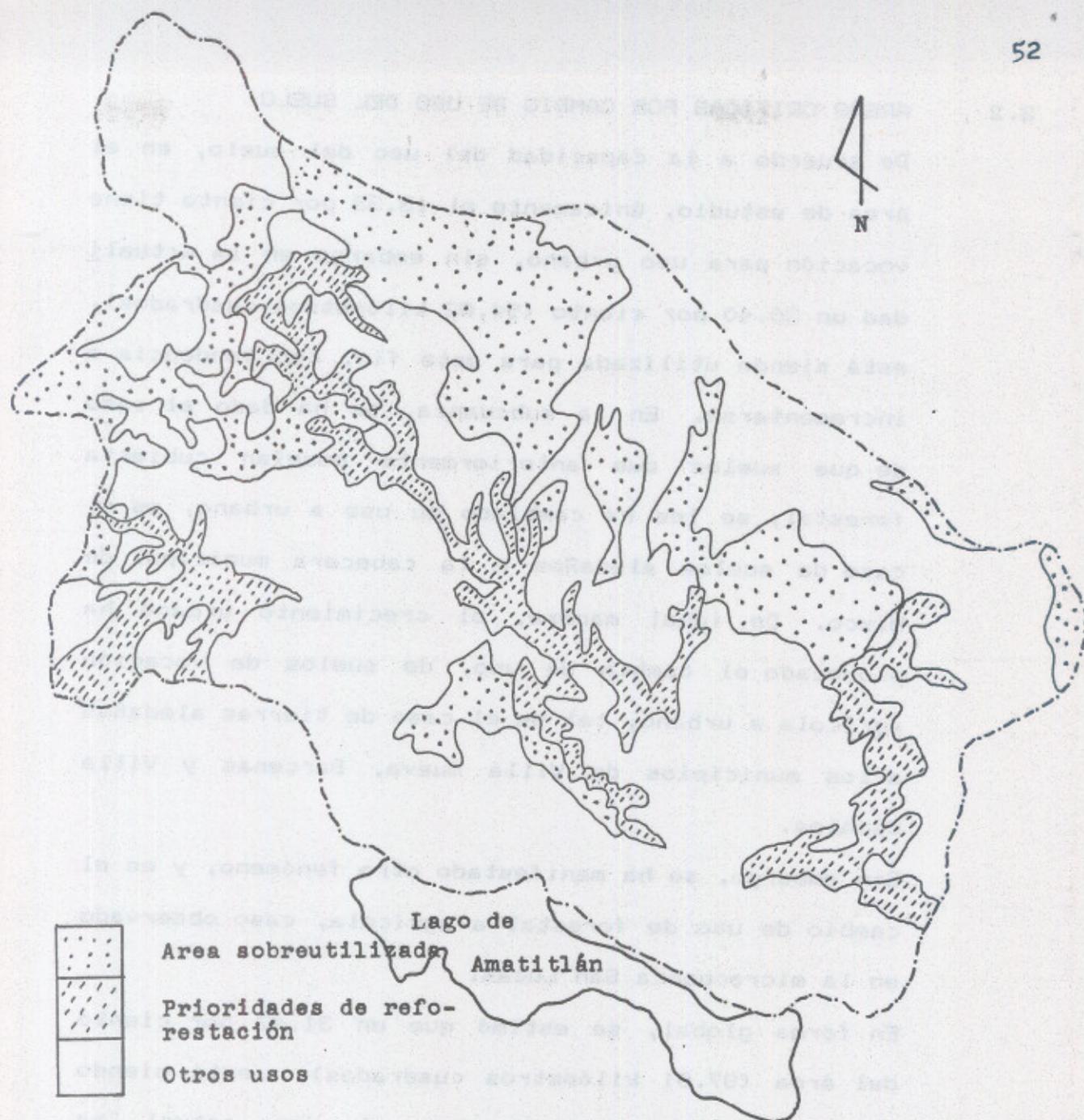
3.2 AREAS CRITICAS POR CAMBIO DE USO DEL SUELO

De acuerdo a la capacidad del uso del suelo, en el área de estudio, únicamente el 13.33 por ciento tiene vocación para uso urbano, sin embargo en la actualidad un 30.40 por ciento (94.82 kilómetros cuadrados), está siendo utilizada para este fin, con tendencia a incrementarse. En la subcuenca, se ha dado el caso de que suelos que anteriormente poseían cubierta forestal, se les ha cambiado su uso a urbano, es el caso de suelos aledaños a la cabecera municipal de Mixco. De igual manera, el crecimiento urbano ha provocado el cambio de uso, de suelos de vocación agrícola a urbano, tal es el caso de tierras aledañas a los municipios de Villa Nueva, Barcenás y Villa Canales.

Sin embargo, se ha manifestado otro fenómeno, y es el cambio de uso de forestal a agrícola, caso observado en la microcuenca San Lucas.

En forma global, se estimó que un 31.42 por ciento del área (97.91 kilómetros cuadrados), está siendo sobreutilizada, es decir que el uso actual ha sobrepasado su capacidad de uso. En la figura 17, se muestra el área sobreutilizada, así como también el área que presenta prioridad de reforestación por encontrarse en pendientes mayores del 32 por ciento.

Lo que ha influido considerablemente en el deterioro del suelo principalmente, es de que no existe en el



* Area sobreutilizada 31.42 % (97.91 km²).

FIGURA 17

SUBCUENCA DEL RIO VILLALOBOS

ESC. 1:150,000

R. GUTIERREZ

AREA SOBREUTILIZADA

AGRONOMIA USAC.

medio una norma o ley, para las Instituciones Gubernamentales y Privadas, dedicadas a la construcción, sobre un uso adecuado del suelo proyectado para urbanizaciones y/o edificaciones u otro tipo de obra civil.

3.3 AREAS CRITICAS POR UBICACION DE DESCARGAS DE AGUAS SERVIDAS, PRODUCTO DEL CRECIMIENTO URBANO.

Parte de las aguas servidas y pluviales de la parte sur de la ciudad capital y su área de influencia, son captadas por medio de colectores profundos que llevan sus aguas a los ríos de la Subcuenca.

El crecimiento urbano ha rebasado el área de influencia de los colectores construidos, por lo tanto el número de dispersiones de descargas de aguas domésticas, industriales y pluviales en la subcuenca, también ha aumentado.

En 1985 existían aproximadamente unas 47 descargas de aguas servidas y pluviales. Para 1993 se localizaron 81 descargas de este tipo, estimándose que el caudal de aguas residuales vertidos a los ríos de la subcuenca, son del orden de los 80 lts/segundo. Este caudal, constituye casi todo el flujo base durante la época de estiaje.

En la figura 18, se muestran la localización de las descargas de aguas residuales y pluviales y en el anexo 5 se detallan éstas, indicando el diámetro de tubería, tipo de descarga y su localización.

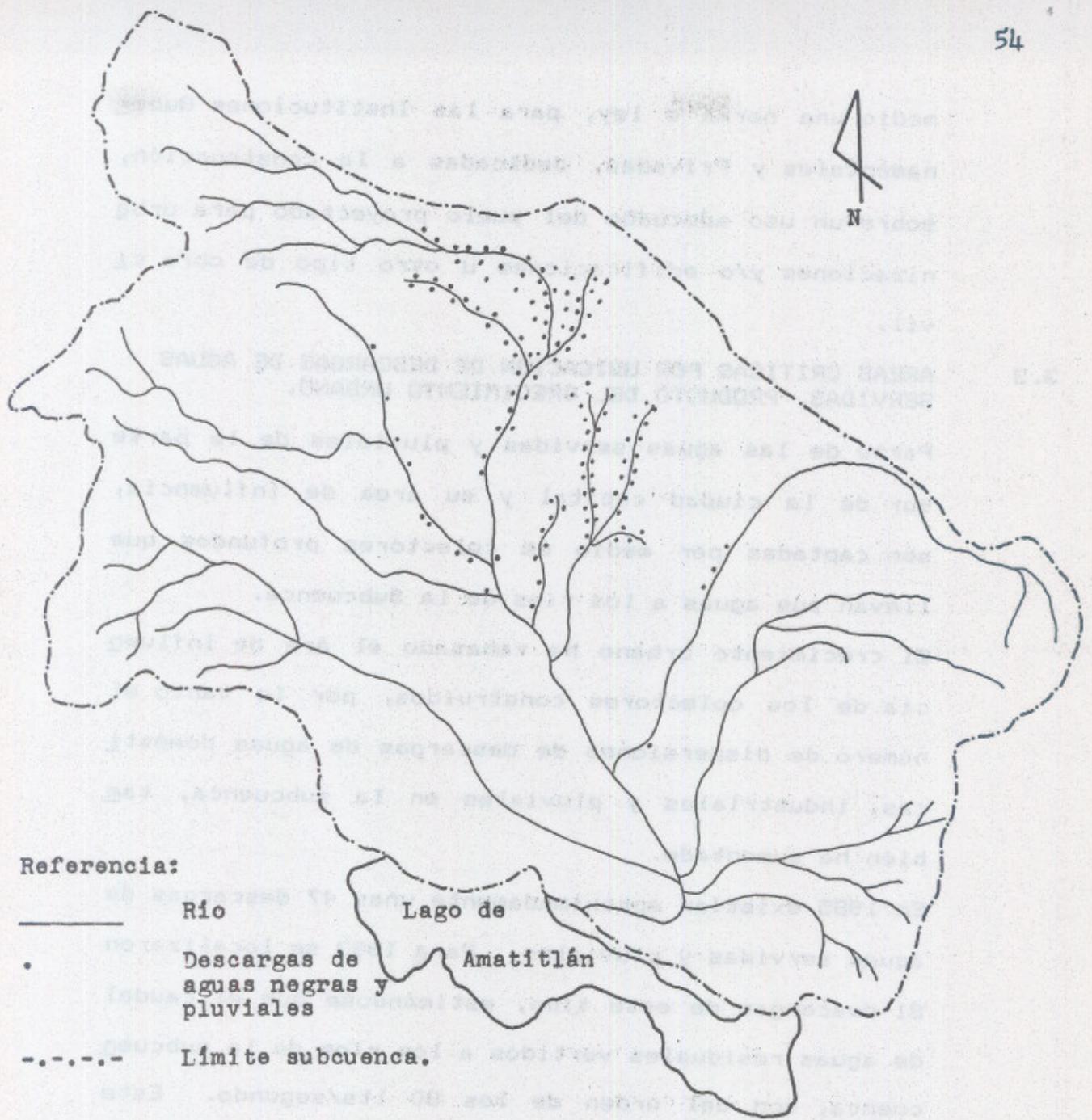


FIGURA 18	SUBCUENCA DEL RIO VILLALOBOS	ESC. 1:150,000
R. GUTIERREZ	DESCARGAS DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES 1991	AGRONOMIA USAC.

4. PROPUESTA DE ZONIFICACION DEL AREA, PARA MEJORAR EL USO DEL SUELO DE ACUERDO A SU CAPACIDAD DE USO.

Un 31.42 por ciento del área está siendo sobreutilizada (97.91 kilómetros cuadrados). Se caracterizó el área en tres regiones, de tal manera que al recurso suelo se le de el uso debido, de acuerdo a su potencial.

a) REGION I

Altura: 1,800 - 1,300 msnm.

Zona de vida: bosque húmedo subtropical seco

(bh-S(t).

Precipitación: 1,100 - 1,200 mm.

Serie de suelos: Guatemala, Guatemala Fase Pendiente Cauqué, Areas Fragosas, Suelos Aluviales no Diferenciales y Morán.

Capacidad de uso: clase V y VI en mayor porcentaje.

Es decir que el suelo presenta limitaciones, que restringe el uso de cultivos limpios; no así el establecimiento de bosque o vida silvestre, pastos y cultivos perennes (café principalmente).

Pendientes: 0-4, 4-8, y 8-16 por ciento mayormente.

Susceptibilidad a la erosión: laminar, fuerte; laminar-surcos, moderada y surcos cárcavas, fuerte.

Cultivos actuales: maíz, frijol, hortalizas, caña, café y algunos cultivos de exportación como mora y

ornamentales.

b) REGION II

Altura: 1,800 - 2,000 msnm.

Zona de vida: bosque húmedo montano bajo subtropical
(bh-MB).

Precipitación: 1,000 mm.

Serie de suelos: Cauqué y Alotenango

Capacidad de Uso: IV, V y VI, aptos para el establecimiento de bosques o vida silvestre, pastos y cultivos perennes (café principalmente).

Pendientes: 8-16, 16-32 y mayor del 32 por ciento.

Deforestación: fuerte

Susceptibilidad a la erosión: laminar, leve; laminar surcos, moderado y surcos-cárcavas, fuerte.

Cultivos actuales: maíz, frijol, hortalizas y ornamentales.

c) REGION III

Altura: 1,700-1900 msnm.

Zona de vida: bosque húmedo montano bajo subtropical
(bh-MB).

Precipitación: 1,300 mm.

Serie de suelos: Morán en un 100 por ciento.

Capacidad de uso: I y II; III y IV; V y VI; VII y VIII, y urbano en un 13.0 por ciento.

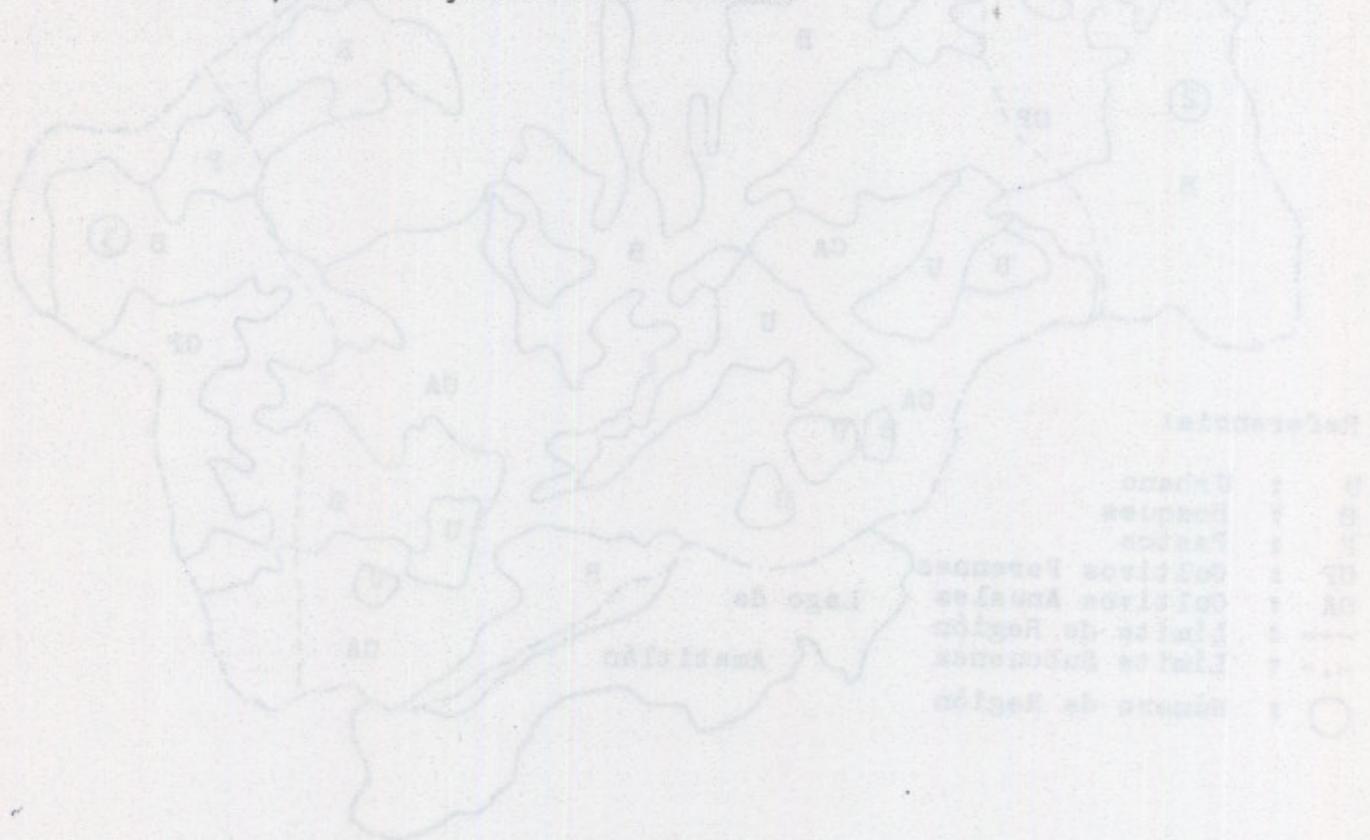
Pendientes: 4-8; 8-16; 16-32 y mayor del 32 por ciento.

Deforestación: moderada

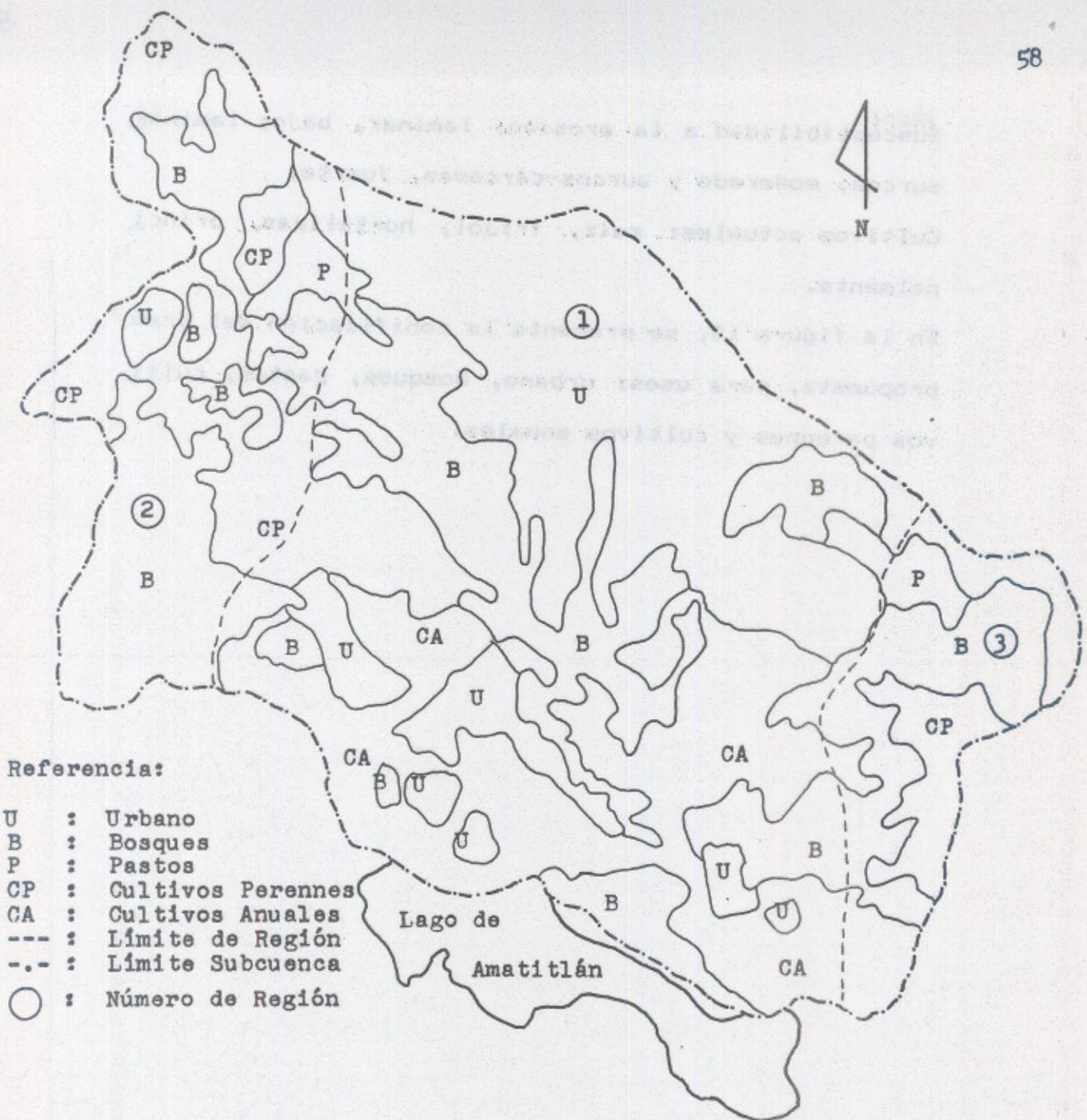
Susceptibilidad a la erosión: laminar, bajo; laminar surcos, moderado y surcos-cárcavas, fuerte.

Cultivos actuales: maíz, frijol, hortalizas, principalmente.

En la figura 19, se presenta la zonificación del área propuesta, para usos: urbano, bosques, pastos, cultivos perennes y cultivos anuales.



Escala: 1:150,000	SECTOR DEL RÍO VILLALBA	FOLIO 19
AGROPECUARIO	ZONIFICACION PARA EL RÍO DEL SECTOR	A. GONZALEZ



Referencia:

- U : Urbano
- B : Bosques
- P : Pastos
- CP : Cultivos Perennes
- CA : Cultivos Anuales
- : Límite de Región
- .- : Límite Subcuenca
- : Número de Región

FIGURA 19	SUBCUENCA DEL RIO VILLALOBOS	ESC. 1:150,000
R. GUTIERREZ	ZONIFICACION PARA MEJORAR EL USO DEL SUELO	AGRONOMIA USAC

6. CONCLUSIONES

1. Al estratificar el área en usos: urbano, bosque, agrícola y pastos; el uso agrícola supera los demás usos con un 34.19 por ciento del área, siguiéndole en orden, el uso urbano con un 30.40 por ciento, pastos con un 20.19 por ciento y bosques con un 15.22 por ciento.
2. El crecimiento urbano ha presionado la utilización de suelos con vocación forestal, a uso urbano, estando directamente relacionado con la disminución de la masa boscosa.
3. Las microcuencas: Villalobos, Molino y Pinula se les considera microcuencas urbanas, ya que la mayor parte de su área, está ocupada por uso urbano. Además son las microcuencas más deforestadas y en donde se ubican el mayor número de descargas de aguas negras. Las microcuencas Platanitos y Las Minas, también presentan elevados porcentajes de área urbana en sus áreas, pero el uso agrícola supera al uso urbano.
4. El recurso bosque se ha reducido en 64.78 Kilómetros cuadrados, de 1,954 a 1,991. Se ha sobreutilizado el recurso suelo en un 31.42 por ciento, con el establecimiento de asentamientos humanos y la instalación de cultivos en áreas inadecuadas para la agricultura. Además un 30.40 por ciento del área, está siendo ocupada para uso urbano y únicamente el 13.33 por ciento, tiene vocación para este fin

5. Al rebasar el crecimiento urbano, la capacidad de los colectores de aguas negras y pluviales, aumenta también el número de dispersiones de descargas de este tipo, y por consiguiente, también aumenta la contaminación de los ríos de la Subcuenca.
6. La región I, propuesta, que abarca el 63.0 por ciento del área de la Subcuenca, (196.31 kms. cuadrados), es la más afectada por el crecimiento urbano, por encontrarse más saturada por área urbana, más deforestada, alta susceptibilidad a la erosión, pendientes fuertes y presencia del mayor porcentaje de descargas de aguas negras y pluviales.

7. RECOMENDACIONES

1. La participación del Gobierno Central, Entidades Conser-
vacionistas, Municipalidades y la organización de la
población, se hace necesaria para la elaboración de
políticas definidas tendientes al manejo y recuperación
de la subcuenca.
2. Asesorar en el campo agrícola, pecuario y forestal, y en
el campo de la construcción, para optimizar el uso del
suelo en la subcuenca.
3. Elaborar un programa de reforestación, en áreas des-
provistas de este recurso, o con vocación forestal, con
especies adaptadas a la zona, como pino, ciprés, y euca-
lipto. Debe considerarse también, que sean especies de
rápido crecimiento.
4. La elaboración de políticas de vivienda, orientadas a
satisfacer las demandas de los sectores necesitados,
pero sin alterar en lo posible, las comunidades vege-
tales y los cuerpos de agua.
5. Las microcuencas Villalobos, Molino y Pinula, se con-
sideran prioritarias, por lo que deben recibir un trata-
miento especial en el manejo de sus recursos.

- 6. Implementar plantas de tratamiento de aguas servidas, en aquellas áreas saturadas por descargas de aguas negras, para evitar que se sigan contaminando los ríos de la subcuenca y el lago de Amatitlán.

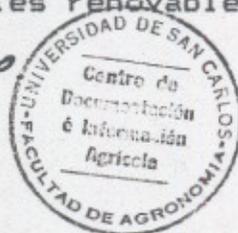
8. BIBLIOGRAFIA

1. ARAGON, V. 1974. Aprovechamientos agrícolas potenciales en la cuenca del río Villalobos hasta la desembocadura en el lago de Amatitlán. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 136 p.
2. ASOCIACION DE INVESTIGACION Y ESTUDIOS SOCIALES. (Gua). 1988. Educación ambiental en Guatemala, propuesta. Guatemala, ASIES. 72 P.
3. CABRERA, R. 1987. Identificación de áreas críticas con base a criterios biofísicos y análisis básicos de la degradación específica y transporte de sedimentos en la cuenca superior del río Chixoy, Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 174 p.
4. CASTANEDA, C. 1986. Diagnóstico de la situación de los recursos naturales renovables de Guatemala. Tikalia (Gua). 2(1): 75-100.
5. CHAVEZ, W.; SAGASTUME, R.; BASTERRECHEA, M. 1987. Caracterización y priorización de microcuencas en la subcuenca lacustre Amatitlán. In Simposium de Estudios Recientes sobre la Contaminación del Lago de Amatitlán (1.,1985, Guatemala). Ed. por M. Basterrechea. Guatemala, CATIE. P. 1-30.
6. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, a nivel de renacimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
7. FERREIRO, O. 1984. Metodología para la planificación del manejo de cuencas hidrográficas y su aplicación a la cuenca del Río Tuis. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 489 p.
8. FLOHR, O. 1981. Análisis de la deforestación de la ciudad de Guatemala y su área de influencia, periodo 1954-1981.. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 37 p.
9. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. s.f. IX Censo de población y V de Vivienda, periodo 1990-1994, proyecciones. Guatemala. s.p.

10. ----- . INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. 1968. Atlas Nacional de Guatemala. Guatemala. 70 p.
11. ----- . 1972. Estudio morfométrico de cuencas del valle de Guatemala. Guatemala. s.p.
12. ----- . INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. 1978. Informe final del estudio de aguas subterráneas en el valle de Guatemala. Guatemala. 303 p.
13. ----- . INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1977. Proyecto de reforestación de la cuenca del río Villalobos, Guatemala. Guatemala. 40 p.
14. ----- . 1981. Estudios recientes en la cuenca hidrográfica del lago de Amatitlán. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
15. ----- . LEYES, DECRETOS, etc. 1986. Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente; decreto 68-86. Guatemala, Congreso de la República de Guatemala. 23.
16. ----- . MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA. 1972. Plan de ordenamiento de desarrollo metropolitano, 1972-2000. Guatemala. 398 p.
17. ILLESCAS, F. 1989. Diagnóstico preliminar de los usos de la tierra (agrícola, urbano e industrial) y sus impactos ambientales en la subcuenca del lago de Amatitlán. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 96 p.
18. MONTUFAR, E. 1986. Propuesta para el manejo de las áreas de vocación forestal de la cuenca del Río Platanitos. EPS. Investigación Inferencial. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 31 p.
19. MORALES, R. 1992. Investigación de las descargas de aguas residuales y pluviales en la ciudad de Guatemala; informe. Guatemala, Empresa Municipal de Agua. 26 p.
20. RODRIGUEZ, M. 1988. Efectos del crecimiento y de los rasgos socioeconómicos de la población sobre el uso y manejo de los recursos, agua, suelo y bosque en el municipio de Santiago Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 85 p.

21. SEMINARIO, E. 1985. El manejo de cuencas. In Seminario Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas (3., 1985, La Ceiba, Honduras). Memoria. La Ceiba, Honduras, CATIE. P. 4-6.
22. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.R. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. por José de Pineda Ibarra. 1,000 p.
23. SUTTON, B.; HARMON P. 1983. Fundamentos de ecología. 5 ed. México, Limusa. 293 p.
24. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. CENTRO DE ESTUDIOS URBANOS Y REGIONALES. s.f. Dos estudios sobre su evolución urbana. Guatemala. s.p.
25. ----- . 1984. El proceso de urbanización en Guatemala. Guatemala. 35 p.
26. ----- . 1989. Deterioro y desaparición de lagos y lagunas en Guatemala. Guatemala. 12 p.
27. ----- . FACULTAD DE AGRONOMIA, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS. 1990. Marco teórico conceptual y metodológico del programa de investigaciones en recursos naturales renovables. Guatemala. 68 p.

do. Bo
Petualle



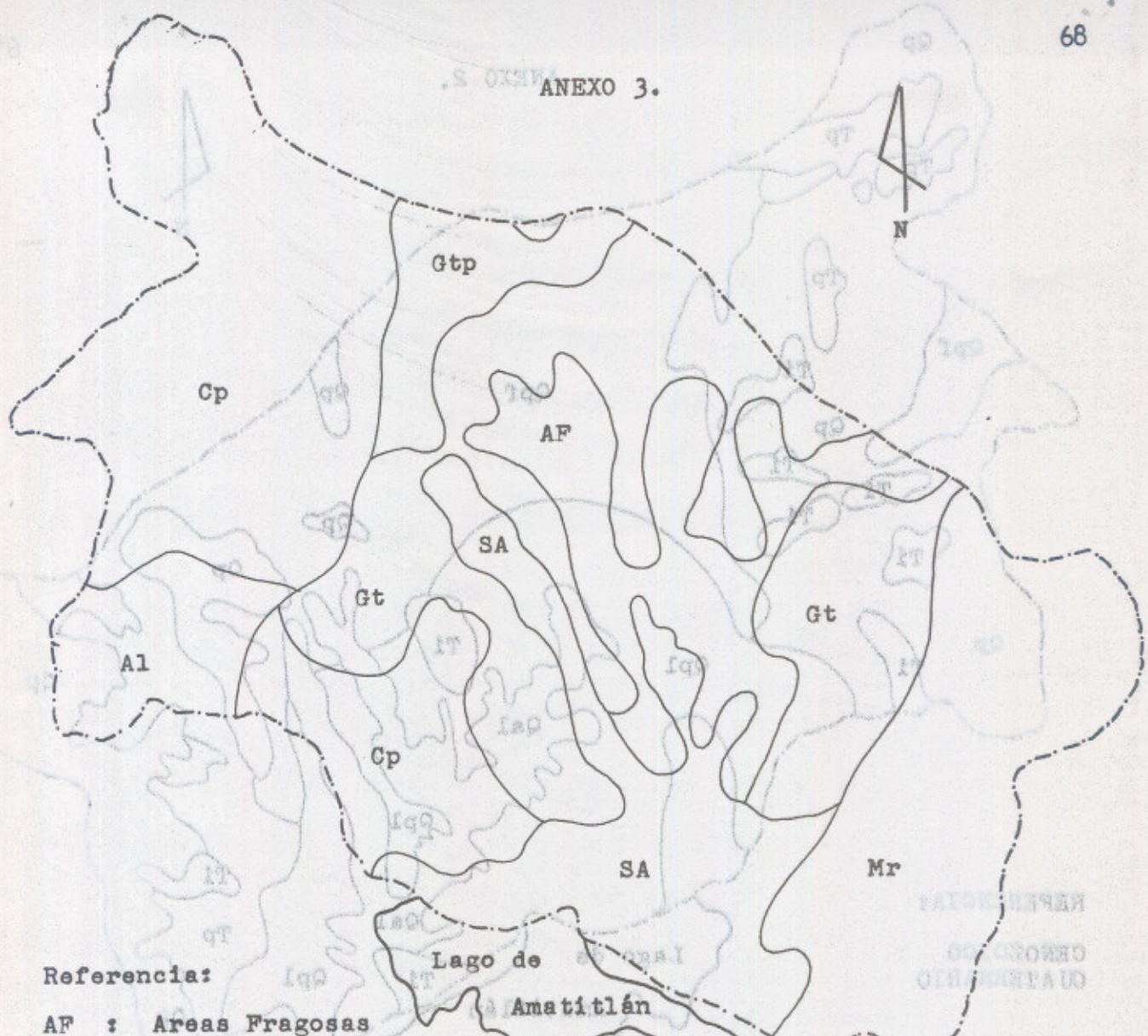
ARCO 1.

9. APENDICE

Progetto Istituto di Scienze
1911.

NOME	Cognome	No.
Cognome	Cognome	Cognome

ANEXO 3.



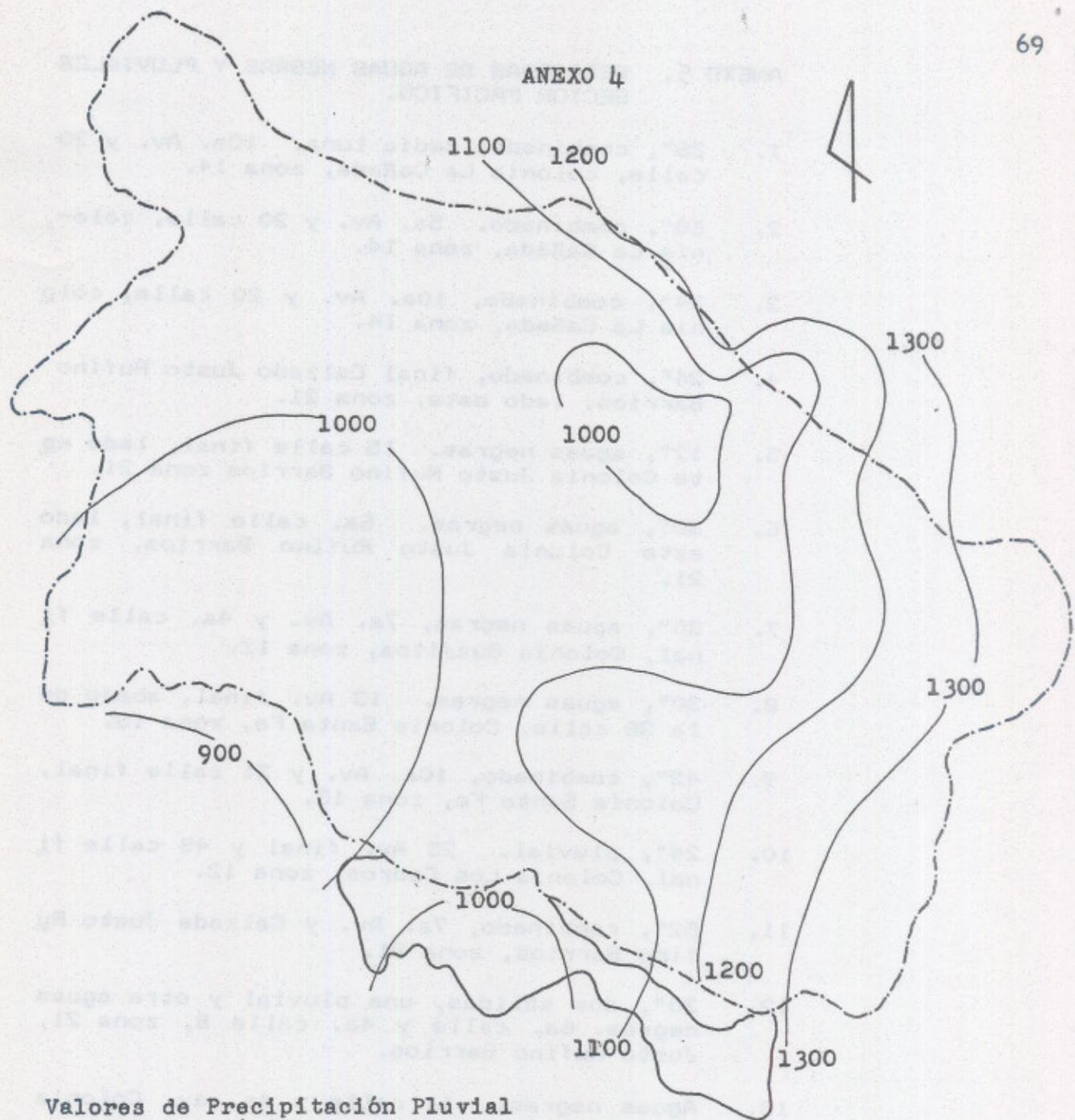
Referencia:

- AF : Areas Fragasas
- Al : Alotenango
- Cq : Cauqué
- Gt : Guatemala
- Gtp : Guatemala fase pendiente
- Mr : Morán
- SA : Suelos Aluviales No Diferenciados

FIGURA 22A SUBCUENCA DEL RJO VILLALOBOS ESC. 1:150,000

R. GUTIERREZ SERIE DE SUELOS AGRONOMIA USAC.

ANEXO 4



Valores de Precipitación Pluvial en mm. para década de registro 1976-1986.

FIGURA 23A	SUBCUENCA DEL RIO VILLALOBOS	ESC. 1:150,000
R. GUTIERREZ	MAPA DE ISOYETAS	AGRONOMIA USAC.

**ANEXO 5. DESCARGAS DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
SECTOR PACIFICO.**

1. 36", combinado, media luna. 10a. Av. y 20 calle, colonia La Cañada, zona 14.
2. 60", combinado. 5a. Av. y 20 calle, colonia La Cañada, zona 14.
3. 24", combinado, 10a. Av. y 20 calle, colonia La Cañada, zona 14.
4. 24", combinado, final Calzado Justo Rufino Barrios, lado este, zona 21.
5. 12", aguas negras. 15 calle final, lado este Colonia Justo Rufino Barrios zona 21.
6. 30", aguas negras. 6a. calle final, lado este Colonia Justo Rufino Barrios, zona 21.
7. 30", aguas negras, 7a. Av. y 4a. calle final, Colonia Guajitos, zona 12.
8. 30", aguas negras. 13 Av. final, abajo de la 36 calle, Colonia Santa Fe, zona 13.
9. 42", combinado, 10a. Av. y 31 calle final, Colonia Santa Fe, zona 13.
10. 24", pluvial. 25 Av. final y 49 calle final, Colonia Los Cedros, zona 12.
11. 52", combinado, 7a. Av. y Calzada Justo Rufino Barrios, zona 21.
12. 30", dos salidas, una pluvial y otra aguas negras. 6a. calle y 4a. calle B, zona 21, Justo Rufino Barrios.
13. Aguas negras. 11 calle y 4a. av. Colonia Vásquez, zona 12.
14. 16", aguas negras. 16 Av. y 12 calle, zona 21. Abajo de colonias Venezuela y Nimajuyú I.
15. 16", aguas negras, 16 Av. y 12 calle zona 21. Abajo colonias Venezuela y Nimajuyú I.

16. 60", pluvial. 16 Av. y 12 Calle zona 21. Abajo de las colonias Venezuela y Nimajuyú I.
17. 36", pluvial, Avenida del Ferrocarril, final de la colonia La Cuchillka, zona 12.
18. 72", combinado, Avenida del Ferrocarril, final de la colonia La Cuchilla, zona 12.
19. Rectangular, 47" x 20", combinado, abajo del lote 54, Avenida Ferrocarril.
20. 36", Combinado, final del Sector 3, del Asentamiento Fegua, Avenida del Ferrocarril, zona 12
21. 24", Aguas Negras, 1a. Avenida y 5a. Calle, Ciudad Real II, zona 12, bajo la Escuela Bran Asmitia.
22. 12", Combinado, 4a. Abajo del lote 486 A, ciudad Real II, zona 12.
23. 20", Combinado, 0 Avenida A, lote 127, Ciudad Real II, zona 12.
24. 48", Aguas Negras, 2a. Avenida y 1a. Calle, Ciudad Real II, zona 12.
25. 16", Combinado, 4a. Avenida Final, Ciudad Real II, zona 12
26. 30", Combinado, 20 Avenida y 45 Calle, Colonia Prados de Monte María, zona 12.
27. 30", Combinado, 13 avenida y 45 Calle, Colonia Monte María, zona 12.
28. 30", Combinado, 9a. Avenidad y 45 Calle, colonia Monte María, zona 12.
29. 30", Combinado, 3a. Av. y 38 Calle, Colonia Monte María, zona 12. Abajo instalaciones deportivas Club Monte María.
30. 24", Pluvial, 3a. Av. y 38 Calle, Colonia Javier, zona 12.
32. 36", pluvial, 10a. Avenida y 29 Calle, zona 12.



LA TESIS TITULADA: "CERCIEROS URBANO Y SU EFECTO SOBRE EL USO DEL SUELO Y EL AREA SOCIOECONOMICA EN LA SUBCUESTA DEL RIO VILLALBA, GUATEMALA."

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: HUGO ROBALDO GUTIERREZ RAMIREZ

CARNEY No: 801010

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES:
Ing. Agr. César Castañeda
Ing. Agr. Marino Barrientos
Ing. Agr. Helmar Ayala

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha con-
cluido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la
Universidad de San Carlos de Guatemala.

[Handwritten signature]
Ing. Agr. Rolando Lara Alarcón
DIRECTOR DEL IIA



[Handwritten signature]
Ing. Agr. Luis Ortiz
ASesor

IMPRESA



[Handwritten signature]
Ing. Agr. Marco Bastardo Román
DECANO DE FACULTAD

D. C. Control Académico
Archivo
/pct.

APARTADO POSTAL 1545 - 01901 GUATEMALA, C. A.
TELÉFONO: 769724 - FAX (5023) 769727