

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

"CARACTERIZACION PRELIMINAR DE LA CUENCA
DEL RIO ACHIGUATE"

T E S I S

Presentada a la Honorable Junta directiva
de la
Facultad de Agronomía
de la
Universidad de San Carlos de Guatemala
por

WALDEMAR NUFIO REYES

En el acto de su investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de:

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Octubre de 1982.

01
T(676)
C. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:	Dr. Antonio Sandoval S.
Vocal 1o.	Ing.Agr. Oscar R. Leiva
Vocal 2o.	Ing.Agr. Gustavo A. Méndez R.
Vocal 3o.	Ing.Agr. Fernando Vargas N.
Vocal 4o.	Prof. Leonel Enriquez Durán
Vocal 5o.	Prof. Francisco Muñoz Navichoque
Secretario:	Ing.Agr. Carlos R. Fernández P.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL

PRIVADO

Decano	Dr. Antonio Sandoval S.
Examinador	Ing.Agr. Víctor Araqón C.
Examinador	Ing.Agr. Gustavo Méndez R.
Examinador	Ing.Agr. Juan A. Bolaños
Secretario a.i.	Ing.Agr. Negli R. Gallardo P.



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

Guatemala,
17 de noviembre de 1982

Doctor
Antonio A. Sandoval S.
Decano de la Facultad de Agronomía
Edificio

Señor Decano:

Tengo el agrado de informarle que he asesorado al Profesor Waldemar Nufio Reyes en la realización de su trabajo de tesis titulado: "CARACTERIZACION PRELIMINAR DE LA CUENCA DEL RIO ACHIGUATE"; dicho trabajo llena los requisitos para ser presentado y discutido en el Examen General Público del autor, previo a que le sea otorgado el título de Ingeniero Agrónomo.

Además, el mencionado trabajo de investigación, que se desarrolló como parte del Programa de Investigaciones en Recursos Naturales Renovables, tiene aspectos meritorios que contribuyen al avance de la investigación a nivel nacional en este importante sector.

Por lo anterior, recomiendo que ésta investigación sea aprobada como **informe de tesis**.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. M.Sc. Luis A. Castañeda A.
Coordinador del Programa de Recursos
Naturales Renovables
Instituto de Investigaciones Agronómicas

LACA/amvg

Guatemala,
26 de noviembre de 1,982.

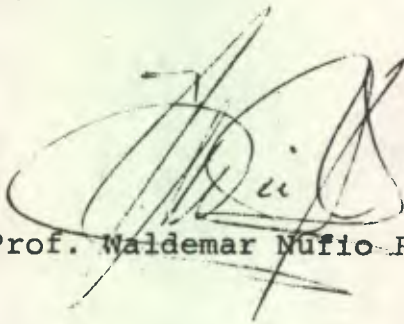
Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
P R E S E N T E.

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

"CARACTERIZACION PRELIMINAR DE LA CUENCA DEL RIO ACHIGUATE."

Presentándolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en -- Ciencias Agrícolas, esperando merezca su aprobación.

Respetuosamente,



Prof. Waldemar Nufio Reyes.

ACTO QUE DEDICO

- A: Dios
- A: Mis Padres:
Lucía Reyes Payes
Guillermo Nufio Madrid
- A: Mi novia:
Kary Lorena Martínez Pinelo
- A: Mis hermanos:
José Guillermo, Mario Roberto,
Francisca Victoria, Mary Luz,
Flor Marina, Lilian Beatriz, -
Baltazar de Jesús, Hector Adilio.
- AL: Señor:
Rolando Reinoso Ortega
- AL: Ing.Agr.
Jorge Carranza
- A: La familia:
Martínez Pinelo
- A: La familia:
Chavarría Flores
- A: Mis tíos, primos y sobrinos
- A: Mis compañeros de promoción, en especial a:
Ing.Agr. Antonio Azurdia
Ing.Agr. Marino Barrientos
Ing.Agr. José Luis Rueda
- A: Mis compañeros de la Sub-área de Matemática y Física
- AL: Profesor: Víctor Galicia
- A: Mis amigos en general
- A: Los presentes.

TESIS QUE DEDICO

A:

Los Agricultores y Campesinos de Guatemala

A:

Anguiatú, frotera; Jutiapa

A:

La Escuela Normal Rural No. 4, Salamá, B. V.

AL:

Programa de Becas del Ministerio de Agricultura

AL:

Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, O.I.R.S.A.

A:

La Sub-Area de Matemática y Física de la Facultad - de Agronomía

AL:

Instituto de Investigaciones Agronómicas

A:

La Facultad de Agronomía

A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala

A:

Mi patria Guatemala.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor Ing. Agr. M.Sc. Luis Alberto Castañeda A., - por su valiosa orientación, interés y dedicación en la revisión del presente trabajo de Tesis.

Al Ing. Agr. Oscar R. Leiva, Director del Instituto de Investigaciones Agronómicas, por su desinteresada colaboración en la elaboración de este trabajo.

A mi novia Kary Lorena Martínez Pinelo, por su ayuda valiosa en la tabulación de datos estadísticos y por su comprensión e incondicional apoyo durante la realización de este trabajo.

Al Instituto Geográfico Nacional y particularmente al -- Ing. Carlos Lemmerhoefer, Br. Manuel Enrique Aragón, Sr. Rodolfo Velásquez, Ing. Inf. Aleida Pérez (de la División de Estudios Geográficos), Sr. Víctor Manuel Aragón y al P. Admon. Edwin Humberto Pardo (del Departamento de Compilación Cartográfica), ya que sin su enorme ayuda no hubiese sido posible la realización de este trabajo.

Al Ing. Nuclear Víctor Tello Duque, por sus valiosos consejos y sugerencias aportadas para la culminación de este trabajo de Tesis.

Al Ing. Agr. Víctor Manuel Aragón (del Departamento de Aguas Subterráneas del INSIVUMEH), por su desinteresada y valiosa ayuda al aportar a este trabajo la información hidrogeológica.

Al Sr. Julio C. Hernández P., por su colaboración y eficiente en el trabajo mecanográfico.

C O N T E N I D O

Indice de Figuras
Indice de Cuadros
Resumen

Página

1. INTRODUCCION.	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. General	2
2.2. Específicos	2
3. Revisión Bibliográfica	3
3.1. Los recursos naturales	3
3.2. Manejo de Ecosistemas	5
3.2.1. Propósitos	5
3.2.2. Plan de manejo de ecosistemas	6
3.3. Planificación y análisis integrados en el desarrollo de cuencas hidrográficas	10
3.3.1. Planificación de cuencas hidrográficas en relación con el medio ambiente.	10
3.3.2. El proceso de planificación.	12
3.4. Información básica	14
3.5. El uso de sensores remotos para la obtención de la información.	15
3.5.1. La fotografía aérea	16
3.5.1.1. Uso de la fotografía aérea en levantamientos edafológicos.	17
3.5.1.2. Otros usos de la fotografía aérea.	20
3.5.2. Las imágenes del satélite Landsat.	20

3.6. La cartografía en el aprovechamiento de los recursos de una cuenca hidrográfica.	22
3.7. Estudios realizados sobre la cuenca del río Achiguate.	23
3.7.1. Estudio morfométrico de la cuenca -- del río Achiguate.	24
3.7.2. Estudio para la reforestación de --- áreas críticas de la cuenca de los - ríos Achiguate-Guacalate.	25
4. METODOLOGIA.	27
4.1. Recopilación y ordenamiento de la informa--- ción existente.	27
4.1.1. Información cartográfica	27
4.1.2. Información Aerofotográfica	28
4.1.3. Información del satélite Landsat.	28
4.1.4. Información fisiográfica	31
4.1.5. Información sobre suelos.	31
4.1.6. Información ecológica.	31
4.1.7. Información Hidroclimática.	31
4.1.8. Información Hidrogeológica.	32
4.1.9. Información Morfométrica.	32
4.1.10. Información sobre infraestructura.	32
4.1.11. Información Socioeconómica.	33
4.1.12. Información de campo.	33
4.2. Limitantes en la obtención de la informa--- ción.	33
4.2.1. Adquisición de fotografía aérea re--- ciente.	33
4.2.2. Existencia de áreas restringidas.	34
4.3. Análisis de la información.	35

4.3.1.	Delimitación de la cuenca.	35
4.3.2.	Ubicación física de la cuenca.	35
4.3.3.	Morfometría de la cuenca.	36
4.3.4.	Drenaje de la cuenca.	37
4.3.5.	Fisiografía de la cuenca.	37
4.3.6.	Climatología de la cuenca.	38
4.3.7.	Hidrografía	38
4.3.8.	Hidrogeología.	39
4.3.9.	Infraestructura.	39
4.3.10.	Demografía.	39
4.3.11.	Tenencia de la tierra.	39
4.3.12.	Zonas de vida.	40
4.3.13.	Cobertura y uso actual de la tierra.	40
4.3.14.	Uso potencial de la tierra.	41
5.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.	42
5.1.	Características generales de la cuenca.	42
5.1.1.	Geográficas.	42
5.1.2.	Topográficas.	42
5.1.3.	Geológicas.	46
5.1.4.	Génesis de suelos.	50
5.1.5.	Fisiográficas.	52
5.1.6.	Agrológicas.	54
5.1.7.	Morfométricas.	54
5.1.8.	Ecológicas.	58
5.1.9.	Climáticas.	64
5.1.10.	Hidrográficas.	64
5.1.11.	Hidrológicas.	72
5.1.11.1.	Curva de duración de caudales.	72
5.1.11.1.	Aguas Subterráneas.	77
5.1.12.	Socioeconómicas.	79

5.1.12.1.	Demografía.	79
5.1.12.1.1.	Población total.	79
5.1.12.1.2.	Densidad de po-- blación.	79
5.1.12.1.3.	Analfabetismo.	81
5.1.12.1.4.	Asistencia esco- lar.	81
5.1.12.1.5.	Nivel de instruc- ción.	83
5.1.12.1.6.	Población econó- micamente activa.	83
5.1.12.1.7.	Natalidad y Mor- talidad.	85
5.1.12.2.	Tenencia de la tierra.	85
5.1.12.2.1.	Tipos de tenencia número y extensión.	85
5.1.12.2.2.	Distribución de la tierra.	87
5.1.12.3.	Asistencia técnica y crediti- cia.	90
5.1.13.	Infraestructura.	90
5.1.13.1.	Carreteras.	90
5.1.13.2.	Vías férreas.	93
5.1.13.3.	Puertos marítimos.	93
5.1.13.4.	Termoeléctricas.	94
5.1.13.5.	Pistas de aterrizaje.	94
5.1.13.6.	Navegación.	94
5.1.13.7.	Escuelas e institutos.	94
5.1.13.8.	Bancos.	96
5.1.13.9.	Hospitales, centros de salud y puestos de salud.	97
5.1.13.10.	Instituciones estatales.	97

C O N T E N I D O	Página
5.2. Uso actual de la tierra.	101
5.2.1. Uso actual computarizado.	101
5.2.2. Uso actual no computarizado.	105
5.3. Uso potencial de la tierra.	108
5.4. Programas de desarrollo existentes.	112
6. DISCUSION GENERAL.	114
6.1. Comparación del uso actual obtenido de la - imagen computarizada con el obtenido de la imagen no computarizada.	114
6.2. Relación uso actual capacidad productiva de la tierra.	115
6.3. Relación del uso actual con las caracterís- ticas de las unidades de producción.	116
7. CONCLUSIONES.	118
8. RECOMENDACIONES.	119
9. BIBLIOGRAFIA.	121
10. ANEXOS.	125

INDICE DE FIGURAS

Fig.	Página
1. Cubrimiento de hojas topográficas, escala 1:50,000.	29
2. Cubrimiento aerofotográfico de la cuenca.	30
3. Localización de la cuenca del río Achiguate - en la república.	43
4. Mapa de cuencas de la república.	44
5. Localización de la cuenca del río Achiguate - en el área.	45
6. Principales accidentes geográficos de la <u>cuen</u> ca.	47
7. Mapa geológico.	48
8. Mapa de génesis de suelos.	51
9. Mapa de clasificación de suelos.	55
10. Mapa de drenaje superficial.	57
11. Mapa de estudio morfométrico.	167
12. Mapa de zonas de vida.	62
13. Histogramas de precipitación anual.	65
14. Curvas de variación estacional de la lluvia.	66
15. Curvas de precipitación media anual.	67
16. Curvas de temperatura media anual.	68
17. Curvas de evapotranspiración potencial.	69
18. Mapa climatológico.	70
19. Gráfica estimativa de la curva de duración de caudales.	73
20. Curva de duración de caudales (Sintética) estación desembocadura.	74

INDICE DE FIGURAS

Fig.	Página
21. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra; computarizada.	103
22. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra; no computatizado.	106
23. Mapa de capacidad productiva de la tierra.	109
24. Mapa índice de posiciones del satélite Landsat.	166

INDICE DE CUADROS

Cuadro.	Página
1. Material geológico en la región que cubre - la cuenca del río Achiguate. Area y % de área.	49
2. Serie de suelos (según Simmons, Tárano y - Pinto), área y % de área dentro de la cuen- ca.	56
3. Zonas de vida (según L. Holdridge) en la -- cuenca del río Achiguate. Area y % de área.	63
4. Estaciones hidrométricas en la cuenca del - río Achiguate.	76
5. Población según censo de 1,981. Superficie, densidad, categoría, altura (msnm) y distan- cia de la cobertura, según municipio de la cuenca del río Achiguate.	80
6. Población de 7 años y más de edad, por alfa- betismo y sexo, según municipio, área urba- na y rural en la cuenca del río Achiguate.	82
7. Población de 7 a 29 años de edad, por asis- tencia escolar y último grado aprobado, por municipio en la cuenca del río Achiguate.	84
8. Población económicamente activa, por área - rural y urbana. Tazas de actividad por -- área. Índice de Natalidad y Mortalidad -- (por mil) por municipio en la cuenca del -- río Achiguate.	86
9. Tipos de tenencia de la tierra, número y ex- tensión de los mismos, por municipio, en la cuenca del río Achiguate.	88
10. Número de las fincas por tamaño, según muni- cipio, en la cuenca del río Achiguate.	89
11. Número de fincas que recibieron asistencia técnica por actividad a la que se aplicó en el año agrícola (1,979), según departamento en la cuenca del río Achiguate y fuente de suministro en la república.	91

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página.
12. Número de fincas que recibieron asistencia crediticia, por actividad a la que aplicó en el año agrícola (1,979), según departamento en la cuenca del río Achiguate y -- fuente de suministro en la república.	92
13. Número de escuelas que funcionaron en 1978, por departamento en la cuenca del río Achiguate, según nivel y sector.	95
14. Hospitales, centros de salud y puestos de - salud por aldea y municipio en la cuenca - del río Achiguate.	98
15. Número de cooperativas en los departamentos que abarca la cuenca del río Achiguate.	100
16. Uso actual de la tierra en la cuenca del - río Achiguate obtenido por medio de interpretación visual de imagen Landsat, falso color, computarizada. Area y porciento de área de cada cobertura.	104
17. Cobertura y uso actual de la tierra en la cuenca del río Achiguate, elaborado por medio de la interpretación visual de imágenes Landsat a color, no computarizadas. - Area y porciento de área de cada cobertura.	107
18. Capacidad productiva de la tierra en la -- cuenca del río Achiguate. Area y porciento de área de cada clase agrológica.	110

CARACTERIZACION PPELIMINAR DE LA CUENCA DEL RIO ACHIGUATE.

R E S U M E N

Dentro del proyecto de caracterización de cuencas hidrográficas que esta siendo realizado por el Programa de Recursos Naturales Renovables del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía, se desarrolla el estudio de Caracterización de la Cuenca del Río Achiguate. Esta cuenca está ubicada en la vertiente del Océano Pacífico y localizada entre los meridianos 90°30' y 91°00' de longitud oeste y los paralelos 13° 30' y 15° 00' latitud norte. Esta caracterización comprende, para su realización, tres fases: la primera, consiste en su caracterización preliminar; la -- segunda y tercera fase, consisten en la obtención de datos -- de campo y la elaboración de un modelo cualitativo y cuantitativo, respectivamente, tomando como base los resultados -- obtenidos en la primera fase.

El presente trabajo constituye la primera fase del citado estudio; y pretende describir las principales características físicas, bióticas y socioeconómicas de la cuenca; con base en la información que, sobre la misma, se ha generado -- en el país.

Para cumplir con este propósito, se recopiló, ordenó y analizó toda la información existente, procedente de estudios realizados previamente sobre la cuenca. Además se obtuvo información a partir de la interpretación de fotografías aéreas, imágenes de satélite y de mapas topográficos y temáticos de la región.

La información dispersa fue recabada de distintas instituciones nacionales; principalmente de mapas temáticos e imágenes de satélite Landsat, existentes en el Instituto Geográfico Nacional y a partir de datos de censos consultados en -- el Centro de Información Nacional de la Dirección General de

Estadística.

Después de ordenada, esta información fue analizada; -- siendo el primer paso la delimitación de la cuenca en las hojas topográficas escala 1:50,000; sobre estas hojas se elaboró un fotoíndice, ubicando las fotografías aéreas por número, línea de vuelo y número de rollo fotográfico. Mediante el - uso de una ampliadora-reductora, se traslado la escala del - mapa de la cuenca a 1:250,000, escala de presentación de los resultados del estudio.

De la cuenca, se analizaron características geográficas, topográficas, geológicas, génesis de suelos, fisiográficas, agrológicas, morfométricas, ecológicas, climáticas, hidrográficas, hidrológicas, socioeconómicas, capacidad productiva y cobertura y uso actual de la tierra.

Para el análisis de la cobertura y uso actual de la -- tierra, se hizo una interpretación visual de las imágenes -- Landsat, en falso color, computarizada, escala 1:200,000: -- con apoyo de fotografía aérea de toma reciente a distintas - escalas y comprobándose estos resultados por medio de visi--tas a la región de estudio. Se trasladó la información a la escala de presentación.

En la cuenca del río Achiquate se diferencian claramen--te, tres regiones fisiográficas: las tierras altas volcáni--cas o parte alta, la pendiente volcánica reciente o parte medía y la llanura costera del pacífico o parte baja, entre -- las cuales se dá un marcado contraste de sus características físicas, bióticas y socioeconómicas. Presenta, además, cin--co zonas de vida, veinticuatro series de suelos, ocho regio--nes climáticas y cuatro zonas geológicas; y se extiende des--de la orilla del mar hasta altitudes de 2,627 msnm., lo que determina la diversificación de los recursos naturales que - posee.

Al hacer un análisis comparativo entre el uso actual y

la capacidad productiva de la tierra se determina que, a pesar de que en la parte alta de la cuenca, la tierra está -- considerada en su mayoría como no apta para cultivos agrícolas, esta parte es la más intensamente explotada con cultivos limpios, principalmente maíz y frijol; ocurriendo ésto aún en tierras consideradas clase VIII, predominantes en -- esa región de la cuenca. En la parte media de la cuenca es menos dramática esta relación, pero se observa un incremento en la utilización de tierras con vocación forestal para cultivos limpios; en esta zona existe predominancia de tierras de clase VI, encontrándose aún algunas masas de bosque denso y fajas cafetaleras que coadyuvan en la protección -- del suelo y agua. Em la parte baja de la cuenca se hace -- una utilización acorde con su uso potencial, ya que en su -- mayoría los suelos se considerán aptos para cultivos agrícolas, predominando los de la clase III. Sin embargo, estas tierras que en la actualidad se dedican a cultivos de exportación y agroindustriales no han sido utilizadas al máximo, pudiendose observar todavía producciones agrícolas con baja productividad y ganadería extensiva.

La parte alta de la cuenca presenta los mayores problemas en cuanto al deterioro de los recursos naturales renovables, problemas que se suman e interactúan, con otros tales como: alta densidad de población (hasta de 2,609 hab/km² - en el municipio de Sumpango), elevados índices de analfabetismo (más de 60% de analfabetos) y un marcado minifundio.

Debido al uso inadecuado que se hace de la tierra en -- la parte alta de la cuenca, se tienen en ella graves problemas de erosión y excesiva escorrentía superficial que provoca inundaciones en la parte baja. Entre las medidas recomendadas para minimizar estos problemas, están: el desarrollo de programas para el manejo adecuado del agua y el suelo en la parte alta, fomento de la producción forestal, -- creación de reservas forestales y el impulso a los sistemas

agroforestales. Para la parte baja se recomienda el uso in
tensivo de la tierra para fines agrícolas o para ganadería
altamente tecnificada.

CARACTERIZACION PRELIMINAR DE LA CUENCA DEL RIO ACHIGUATE

1. INTRODUCCION:

Durante los últimos años, las instituciones nacionales se han preocupado por los crecientes problemas derivados de la utilización inadecuada de que son objeto los recursos naturales. Para obtener un resultado satisfactorio en el --- planteamiento de la solución de dichos problemas, es necesario tomar como principio fundamental el hacer un estudio minucioso de los fenómenos y condiciones que rigen la dinámi-ca de los recursos naturales, para así poder definir cuál - es la mejor forma de aprovechamiento para el mejoramiento - de las condiciones y medios de vida de los habitantes.

En la cuenca del río Achiguate, se puede observar la - existencia de áreas con buenas posibilidades de un mejor desarrollo por medio de técnicas de manejo adecuadas. En esta cuenca, a la vez, se observan áreas con problemas muy serios de deterioro de sus recursos, causados por inadecuadas formas de aprovechamiento.

Para realizar un diagnóstico adecuado de la situación y poder emprender un plan de acción, se requiere de gran -- cantidad de información que es el producto del trabajo coordinado de varias disciplinas. Entre otros aspectos es necesario conocer la geomorfología de la cuenca, la geología, - el suelo, la vegetación y la climatología e hidrología del área. Algunos de estos factores son relativamente indepen-dientes de la acción del hombre, pero otros reciben su in--fluencia directa o indirecta y es sobre ellos donde debe actuar para lograr las modificaciones que le permitan alcan--zar su objetivo de aprovechamiento máximo de los recursos - bajo el principio del rendimiento sostenido.

Al emprender el trabajo de caracterizar en forma preli

minar la cuenca del río Achiguate se trató de lograr, entre otros objetivos, el contar con un documento que sirva como base para el estudio integral de la cuenca y dar a conocer, hasta donde sea posible, los valores medios y extremos de los parámetros físicos y biológicos que rigen el comportamiento de ésta.

El presente trabajo se realizó basado en estudios efectuados por instituciones nacionales sobre la cuenca del río Achiguate; dichos estudios fueron analizados e integrados a otras informaciones dispersas y otros estudios específicos sobre el área, con el objeto de ofrecer criterios base para el desarrollo de estudios que posteriormente nos indiquen la forma más adecuada del manejo de los recursos de la cuenca.

2. OBJETIVOS:

2.1. General:

Caracterizar integralmente la cuenca del río Achiguate en forma preliminar para que sirva de base a futuros estudios más específicos y detallados que den directrices para el uso adecuado de los recursos de la misma.

2.2. Específicos:

2.2.1. Determinar las principales características físicas, bióticas y socioeconómicas de la cuenca.

2.2.2. Determinar y describir el uso que actualmente se le da a los recursos de la cuenca.

2.2.3. Dar recomendaciones preliminares para el aprovechamiento racional de los recursos naturales de la cuenca.

2.2.4. Determinar el tipo de información que es necesa

rio obtener en estudios posteriores con el fin de desarrollar planes de manejo de los recursos de la cuenca.

3. REVISION BIBLIOGRAFICA:

3.1. Los recursos naturales:

El hombre, desde su historia muy temprana y desde que empezó a usar herramientas, se ha caracterizado por manipular la naturaleza y ejercer control sobre ella. Para sobrevivir en las sociedades primitivas, cada individuo y luego cada grupo necesitaron tener conocimientos definidos de su ambiente, es decir, "de las fuerzas naturales, las plantas y animales que lo rodeaban". El hombre ha utilizado y utiliza los recursos de la naturaleza, como consecuencia de la información que de ella ha obtenido y que le ha permitido descubrir el mundo objetivo y por consiguiente asimilarlo en su propio beneficio (6).

El ser humano, conforme la sociedad se ha desarrollado y aumentado en número, ha manipulado a la naturaleza interviniendo así los denominados ecosistemas humanos a expensas de los naturales de los que se utilizan sus diferentes recursos: suelo, agua, plantas, animales y minerales (6).

A medida que la sociedad se ha desarrollado, el hombre ha cambiado significativamente la estructura y funcionamiento de muchos sistemas naturales del mundo (ecosistemas), talando bosques y sustituyéndolos por sistemas agrícolas, quemando pastizales, modificando las cadenas alimenticias, alterando la diversidad de los organismos, introduciendo o eliminando plantas y animales, alterando los procesos de circulación de nu

trientes o introduciendo otras sustancias al ambiente, como la aplicación de biocidas (6).

Estas modificaciones que evidentemente han transformado a la naturaleza, pueden ser peligrosas en el sentido de que así como pueden aumentar el beneficio para la sociedad, también, pueden bajar la productividad o el beneficio que representan para el hombre. - En Guatemala, como en todo el mundo, hay varios ejemplos de casos en donde la modificación, en vez de ser beneficiosa, ha sido perjudicial, para la sociedad. - Ello se evidencia bastante en el mal uso y manejo de los recursos naturales. Particularmente se evidencia en el mal uso y manejo de los recursos con que cuenta la cuenca del río Achiguate, entre otros (6).

Debemos de entender por recurso, en su sentido - amplio, un factor de existencia física que se requiere como insumo para un proceso productivo, incluyendo la mera subsistencia del hombre. Son recursos: el -- suelo, el agua, el aire, el clima, las plantas, los -- animales, los minerales y el hombre mismo.

Un recurso natural es aquel que se encuentra o -- se extrae de la naturaleza. El plan maestro de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables (1,975) -- lo define como "todo aquello que existe en la naturaleza y que el hombre puede utilizar en su beneficio". Siendo la naturaleza y la sociedad cambiantes, dinámicas, como consecuencia del movimiento de la materia -- en función del tiempo y espacio, debe suponerse que -- el concepto de recurso es dinámica y depende fundamentalmente del tipo de proceso productivo que se considera y del estado de la tecnología en su momento dado. Los recursos se clasifican de diferentes maneras dependiendo del enfoque; la clasificación más generali-

zada es aquella que los divide en dos: renovables y no renovables. Los recursos naturales renovables son los que el hombre puede aprovechar y que tienen capacidad de reproducirse o regenerarse natural o artificialmente, tales como el suelo, fauna y flora; esos recursos son, en principio, regenerables a un ritmo del mismo orden de magnitud que el de su uso. Los recursos no renovables, obviamente, son aquellos que al someterse a su manejo se agotan, tales como los depósitos de carbón mineral, hierro, nickel y petróleo. - (6, 40).

Los recursos naturales renovables, de la misma manera que los recursos no renovables, pueden ser recursos económicos de uso actual o de uso potencial. - Son económicos de uso actual los que forman parte de la producción económica o están cubriendo las necesidades de la población o sociedad. Son recursos de -- uso potencial cuando se descubren y se tienen como un inventario de reserva para su uso posterior, cuando se cuente con los medios para su aprovechamiento o se presente la necesidad de usarlos en un momento dado.

3.2. Manejo de ecosistemas:

3.2.1. Propósitos:

En el manejo de los ecosistemas (entre -- ellos, las cuencas) que permiten al hombre utilizar los recursos naturales, la aplicación -- más importante es el manejo adecuado, también denominado uso adecuado o conservación. Los propósitos fundamentales del manejo adecuado o conservación, de acuerdo a Odum, se resumen en dos postulados, a saber:

- a) Obtener la máxima productividad del ecosistema, asegurando un rendimiento continuo de plantas, animales y materiales útiles, estableciéndose un ciclo equilibrado de cosecha y renovación;
- b) Asegurar la preservación de un medio ambiente de calidad, que cultive tanto las necesidades estéticas y de recreo, como las de productos.

Se infiere entonces que los recursos naturales de un país o región deben manejarse de acuerdo a interrelaciones ecológicas ya existentes entre sus componentes y no de acuerdo a un afán arbitrario tendiente únicamente a obtener ganancias.

Los países deberían de tener planes a corto y largo plazo, a nivel nacional y/o regional sobre programas de medidas de protección de la naturaleza con la finalidad de facilitar la conservación y elevación del potencial de los recursos naturales por medio de su uso racional de reducir el efecto negativo de las empresas industriales, la producción agropecuaria, el transporte y los servicios públicos en el medio ambiente.

2.2.2. Plan de manejo de ecosistemas:

Para la formulación de un adecuado plan de manejo de ecosistemas con el propósito de obtener beneficio de uno o todos sus recursos, debe incluirse tres aspectos preliminares a los que se llama "Principios ecológicos en el manejo de los recursos", a saber:

- a) Caracterización del sistema: significa el - conocimiento desde el punto de vista de su estructura, es decir, cantidad y calidad de aquellos elementos que lo componen, tales - como características del suelo, minerales, terreno, demografía, plantas o animales, ca lidad y cantidad de agua.

El objetivo final de un estudio del -- ecosistema debe ser describirlo y predecir su respuesta. Un procedimiento valioso pa ra efectuar un estudio confiable de cual--- quier ecosistema con miras a su manejo es - el siguiente:

- Definir y delimitar los recursos físicos y biológicos (incluyendo humanos), que se en cuentren en el área a considerarse.
- Analizar y comprender los principios básicos que regulan al ecosistema.
- Presentar la información recogida de tal - modo que pueda establecerse la respuesta - del sistema a cambios tanto naturales como a los efectuados por el hombre.

- b) Principales alternativas de manejo: Estas dependen de los factores socioeconómicos y culturales de la región, al igual que de -- sus recursos naturales y sus rasgos climato lógicos. En este aspecto, debe determinarse el objetivo principal del manejo de cada una de las diversas regiones del área estu diada; luego, considerar los productos alter nativos y usos alternativos de esos produc tos que podrían ser obtenidos en el manejo del sistema.

En lo referente a alternativas, Lobo - (40) indica que "la base para tomar una buena decisión es estar informado. Si la planificación es una metodología para escoger entre alternativas, la decisión que se tome debe estar relacionada directamente con el conocimiento y la evaluación que se haya hecho de cada alternativa. Por muy buena que sea una metodología, ella sola no puede mejorar la calidad de los datos que ocupa".

De ahí, que la etapa inicial de la planificación sea la recolección de información y el análisis de la calidad de la información obtenida para llevar cada alternativa a un grado de exactitud comparable.

Es importante tener en cuenta que el análisis de alternativas es una información necesaria para tomar decisiones pero existen otros puntos de vista que deben agregarse.

- c) Análisis del impacto probable del plan sobre el medio ambiente: Para poder efectuar este análisis, los científicos necesitan información básica acerca de cómo funciona el ecosistema en estudio. Dicha información debe obtenerse antes de la formulación y ejecución de las alternativas de manejo.

Previo al inicio de cualquier cambio importante en un ecosistema es necesario hacer un estudio detallado de costos y beneficios ecológicos de actividades propuestas con el propósito de formular una evaluación del impacto ambiental; este generalmente se hace por medio de un equipo multidisciplinario -- (6).

La elaboración de programas a mediano y corto plazo, dentro de la planificación de recursos, debe hacerse obbedeciendo a las estrategias y directrices del plan general a largo alcance y estarán constituidos por el conjunto de medidas que los instrumenten. -- Esos programas incluirán consideraciones financieras específicas, acciones relativas a la recopilación de datos, investigación, estudios, proyectos, ejecución de proyectos, explotación y administración de estos últimos y formación y capacitación de personal (40).

Una vez definido el sistema que se va a estudiar, con sus elementos naturales y su infraestructura, se entraría a estudiar las alternativas posibles para lograr dar satisfacción a las demandas. En cualquier sistema, el número de alternativas a considerar es grande y elegir el grupo de instrumentos que dé la mejor solución al problema es difícil (40).

Imaginar lo que puede ser el porvenir es riesgoso si en eso está basado una decisión actual. Hay tres aspectos por considerar: uno sería la proyección al futuro de la situación actual, tomando en cuenta los cambios demográficos y el desarrollo histórico; otro aspecto es agregar al anterior la previsión de los cambios técnicos que se van a ir produciendo dentro del horizonte del plan y que tendrán efectos sobre los hábitos y por lo tanto las necesidades de la población y finalmente, lo que se desea que el -

país sea en el futuro. No basta con predecir, sino que es necesario desear mejorar, - para tener en "el porvenir pensado, el modelo rector del porvenir vivido" (40).

Un método para poder considerar todas - las relaciones entre los objetivos parciales, es adoptar como modelo la situación actual - de algún país o grupo de países que viven -- ahora en las condiciones que se consideran - ideales, tomada cuenta de las posibilidades reales de alcanzar ese bienestar. Este tipo de modelos son llamados "Modelos analógicos", en los que hay correspondencia de elemento a elemento entre el modelo tomado o construido y la actividad en estudio (40).

3.3. Planificación y análisis integrados en el desarrollo de -- cuencas hidrográficas:

3.3.1. Planificación de cuencas hidrográficas en relación con el medio ambiente:

Esta metodología de planificación trata sobre los problemas del desarrollo y los cambios ambientales que se originan con la evolución de cuencas hidrográficas. La parte medular es que las consideraciones ambientales y los esfuerzos políticos, sociales, económicos y tecnológicos pueden llevar al mismo fin cuando el desarrollo se define como un mejoramiento en el bienestar de la población humana. El proceso de desarrollo tiene lugar dentro de un ambiente dado y constituye un esfuerzo para manejar - ese medio ambiente con el fin de mejorar las condiciones de vida de la especie humana y evitar que -- los proyectos de desarrollo rindan menos por causa

de los impactos negativos en el ambiente (47).

Para evitar estos problemas, se debe emprender un estudio piloto para desarrollar una metodología que incorpore sistemáticamente criterios ambientales en el proceso de identificación y formulación de proyectos en la investigación de una cuenca hidrográfica o mejorar la metodología ya existente (47).

La planeación total para una cuenca hidrográfica involucra un esfuerzo de planeación muy complejo. Esta planeación debe seguir los lineamientos del plan maestro para la región, el cual intenta definir la distribución más conveniente del crecimiento futuro de la misma (39, 36).

Las características biogeofísicas de una cuenca tienden a formar sistemas hidrológicos y ecológicos relativamente coherentes, y por lo tanto las cuencas hidrográficas se utilizan a menudo como unidades para la planificación del desarrollo. Sin embargo, el hecho de que la planificación de cuencas hidrográficas como concepto está evolucionando todavía su significado no es claro y esto hace que se interprete de formas diversas. A pesar de numerosas connotaciones, los recursos hídricos han sido generalmente la consideración más importante. Inicialmente se hablaba de "planificación de recursos hídricos", al referirse a la planificación de cuencas hidrográficas. Más tarde, se puso de moda el enfoque de la "planificación de propósito múltiple", para lograr el desarrollo de los recursos hídricos, y ello consistió en dividir el total de agua disponible, en varios usos diferentes. En cierto grado, la "planificación integrada de cuencas hidrográficas", fue una solución al cuestiona-

ble enfoque de "propósito múltiple", ya que se trató de coordinar y desarrollar armónicamente los usos de agua de una cuenca, mientras se tomaban en cuenta otros procesos de desarrollo tanto dentro de la cuenca como fuera de ella. La idea de la "planificación integral de una cuenca hidrográfica" es una extensión de la planificación integrada y va más allá del recurso hídrico específico para incluir la mayor parte de los otros recursos, así como muchos aspectos de planificación socioeconómica o regional (47).

La planificación de uno de los recursos de la cuenca: el agua, que tiene características muy complejas, se ha abordado en muy diversas formas. Se han intentado, entre otras, la aplicación de tipo regional, en que la región está definida por una característica hidrológica, generalmente la cuenca, para este tipo de planificación se ha usado mucho el término "desarrollo integrado de cuencas", ya que en él aparece como unidad de planeamiento la unidad fisiográfica llamada "cuenca", en la cual el desarrollo del recursos hídricos resulta ser el pivote básico (40).

El desarrollo de cuencas, forma la base oficial del buen aprovechamiento de los recursos hídricos, pero una cuenca no es más que una parte de una región o un país y no sería posible ignorar las necesidades del desarrollo en otras zonas ni tampoco el encaje del desarrollo de esa cuenca en el de cada uno de los sectores (40).

3.3.2. El proceso de planificación:

La planificación es un proceso que busca soluciones a problemas y necesidades o que fomenta

Cual de los proyectos puede estar listo para la ejecución y el nivel de detalle dependiendo de los propósitos del estudio; generalmente estos niveles son: reconocimiento, prefactibilidad, factibilidad y diseño final (47,36).

La meta de la planificación del desarrollo de los recursos es asegurar que los cambios positivos, tanto en el tiempo como en el espacio, pesen más que los negativos. Estos cambios deben producirse y resultar en un mejoramiento para la vida humana; aunque, paralelamente, ocurren otros que traen inevitablemente un efecto negativo que sin embargo, debe minimizarse si se quiere hacer un uso óptimo de los recursos desde el punto de vista integral.

3.4. Información básica:

Para lograr la planificación del desarrollo de una cuenca hidrográfica, se ha reconocido la necesidad de contar con una información básica, es decir, con datos suficientes y confiables acerca del potencial y disponibilidad de los recursos existentes en la región. Para que la información básica sea útil, deberá ser de tal calidad que permita ser utilizada para la elaboración de proyectos para el desarrollo integral de la cuenca y tomar decisiones inmediatas tendientes a usar, mejorar y conservar los recursos (27).

La falta de información disponible en el campo de la investigación en cuencas hidrográficas, especialmente en los países latinoamericanos, es un factor que contribuye al desconocimiento existente respecto a lo que se realiza en este campo. Por tal motivo, se hace necesaria la recopilación de lo mucho que hay disperso y así, dándolo a conocer, se ayuda en gran manera a --

que se tome conciencia de la importancia de la investigación en cuencas y de lo que significa un buen manejo de las mismas (9).

El manejo de las cuencas hidrográficas requiere del conocimiento de factores que influyen en el ciclo hidrológico, cuya base es la precipitación en cualquiera de sus formas (lluvia, rocío, etc.). Entre estos factores que se interrelacionan, podemos mencionar: la vegetación y las características físicas de los suelos.

Aunque el objetivo del manejo de cuencas es considerar los problemas del uso del agua y de la tierra sobre una base de estrecha interrelación de los factores que componen estos recursos, la investigación se ha visto en la necesidad de tratarlos separadamente para su mejor comprensión. Así, se puede mencionar la existencia de proyectos tendientes a obtener un mayor rendimiento de agua proveniente de una cuenca, pero que sin embargo pueden afectar el escurrimiento superficial que a su vez puede provocar erosión e inundaciones (9). Luego, esta necesidad de separación en campos de investigación es netamente metodológica, dado que no existe ningún recurso que dentro de la cuenca actúe como un componente aislado del sistema; contrario a esto, existe una estrecha interrelación entre todos los recursos de la misma. De ahí que, las metodologías que tienden al reduccionismo se estén descartando en la actualidad si no siguen un proceso integrador. Todas las investigaciones necesitan de conocimientos básicos para su comprensión. Muchas veces es indispensable para solucionar un problema específico del manejo de cuencas, realizar estudios básicos de cada uno de los componentes de la misma (9).

3.5. El uso de sensores remotos para la obtención de la información:

La demanda de los datos básicos o información básica, necesaria en la planificación del desarrollo de una cuenca hidrográfica, es cada día mayor y exige la utilización de una metodología y tecnología que permita mantener al día la información requerida. Esta tecnología consiste en la percepción remota o teledetección, conceptualizada como un sistema de obtención de datos que comprende el procesamiento, análisis, interpretación y presentación de información multidisciplinaria; constituyéndose así en la herramienta más valiosa con que se puede contar para la preparación de mapas temáticos (36, 27).

Percepción remota es el proceso de obtener datos de objetos sin entrar en contacto con ellos. El objeto principal de la misma es reconocer las características espectrales, espaciales y temporales de los objetos que reflejan o emiten valores de energía distintos en diferentes longitudes de onda, usándose películas con emulsiones sensibilizadas para medir esta energía en diferentes porciones del espectro electromagnético (27, 22).

Existen muchos tipos de sensores que pueden ser utilizados en percepción remota. Los sistemas fotográficos son los más comunes, obtenidos utilizando aeronaves. A partir de 1,972, se han utilizado los satélites tecnológicos (Skylab y Landsat), que han proporcionado una visión de la tierra como nunca antes se había logrado (27,22).

3.5.1. La fotografía aérea:

Dentro de los productos de los sensores remotos más generalizados y más usados está la fotografía aérea. Esta presenta una imagen de --

una porción de la corteza terrestre, dándonos -- vistas en perspectiva del terreno o área de estudio. Esto nos permite orientar bien nuestros estudios, al tener suficiente información del área objeto de nuestro interés y de sus alrededores - (2, 8).

El uso de la fotografía aérea permite la ejecución rápida, económica y precisa de levantamientos y juntamente con la fotointerpretación, juegan un papel importante en la planeación y el desarrollo (2).

3.5.1.1. Uso de la fotografía aérea en levantamientos edafológicos:

Las fotografías aéreas son ampliamente usadas como base para anotar datos del suelo y para dibujar los límites entre distintos tipos o clases de suelo. La interpretación estereoscópica de las fotografías aéreas le da al científico indicios sobre los tipos de suelos y la ubicación de los límites del mismo. Con esta información y una comprobación de campo se realiza un "mapa del suelo", - que da datos a los usuarios de la tierra sobre su respuesta al ser administrada en forma que implica cambios considerables (8).

Algunas diferencias entre los suelos pueden deducirse de las variaciones de tono en las fotografías aéreas; algunas diferencias pueden asumirse por el análisis de las características de la superficie que reflejan diferencias del

suelo. Se encuentran indicios de estas - diferencias en características tales como la formación del suelo, los efectos de la erosión hídrica, vegetación y uso de la - tierra. Las combinaciones de estas características pueden coincidir con las características morfológicas empleadas para la separación de las clases de suelo, como - grupos grandes de suelo o series de suelos. Por ejemplo, el suelo de los terrenos elevados, que tiene capas geológicas preci--sas, puede distinguirse de los suelos aluviales sin capas geológicas o con capas - geológicas muy poco definidas en las lla--nuras inundables. Los suelos con un dre--naje deficiente, que aparecen oscuros en las depresiones, pueden distinguirse de - los suelos con buen drenaje. Un suelo --claro, que aparece en la fotografía con - tonalidad clara, indica un suelo con me--jor drenaje (8).

Las fotografías aéreas se usan tanto en estudios detallados como en reconoci--miento del suelo. Los principios de la interpretación fotográfica son los mismos - para ambos, aunque sus aplicaciones son - diferentes (8).

El análisis del paisaje permite esta--blecer líneas de suelos y unidades de ma--paeo, por lo que se toman, a los paisajes, como base para los levantamientos edafoló--gicos, agrupándolos o dividiéndolos en -- "Grandes paisajes", "Sub-paisajes", "Ele--mentos de paisaje" y subdivisiones de es-

tos, según necesidad y de acuerdo a su relación genética. Para las primeras tentativas se clasifican y agrupan los paisajes en una zona (por ejemplo en una cuenca), utilizando la "fotointerpretación preliminar", luego utilizamos la "fotointerpretación ajustada", durante el trabajo de campo, comprobando así la validez de los límites de suelos trazados con la fotointerpretación preliminar y describiendo los perfiles de suelos correspondientes a las diferentes unidades fisiográficas (5).

De acuerdo a Botero, P. J., et. al (5),- existen 7 órdenes de levantamientos, dependiendo de los objetivos que se pretenden cumplir y de las características propias de la zona de estudio a saber:

Primer orden:	muy detallado.
Segundo orden:	detallado.
Tercer orden:	semidetallado.
Cuarto orden:	general.
Quinto orden:	preliminar.
Sexto orden:	exploratorio.
Séptimo orden:	esquemático.

De acuerdo con estos órdenes, los estudios de los "cuerpos de suelos" (paisaje + -- perfiles) serán detallados, incluyendo la clasificación fisiográfica y taxonómica hasta el nivel correspondiente, de forma que haya equilibrio entre el detalle con que se hacen las respectivas clasificaciones y con la escala de publicación del mapa final (orden del levantamiento). Para fines del estudio de la cuenca del río Achiguate, por ser preliminar,

será de quinto orden y la escala de publicación es 1:250,000 (5).

Para la realización de estos estudios, - no importando su orden o categoría, es recomendable la adquisición de fotografía aérea - para hacer la respectiva interpretación preliminar.

3.5.1.2. Otros usos de la fotografía aérea:

Además de servir para realizar levantamientos edafológicos, la fotografía aérea es útil para efectuar estudios de cualquier orden, de: la geología de la región, uso potencial de la tierra, uso actual de la tierra -- (para este estudio debe ser fotografía de toma reciente a la fecha de realización del mismo), localización de posibles aprovechamientos hidráulicos, localización de recursos minerales y condiciones físico-mecánico de los suelos, entre otros.

La adecuada interpretación de la fotografía que abarca la zona de estudio es la que hará que el trabajo realizado sea representativo de las condiciones reales. La fotografía puede ser blanco y negro (convencional) o fotografía infrarrojo color.

3.5.2. Las imágenes del satélite LANDSAT:

El primer satélite tecnológico para los recursos terrestres ERTS-1 (posteriormente denominado LANDSAT-1), fue lanzado al espacio el 23 de julio de 1,972. - Luego se lanzaron el Landsat-2 y Landsat-3, los cuales se encuentran en operación actualmente. El prin-

principal sistema de adquisición de datos de Landsat lo -- constituye el "rastreador multiespectral Scanner" --- (MSS) que permite obtener datos de la superficie de la tierra, cada 18 días en el mismo punto. Este sistema, a diferencia del fotográfico, permite obtener información acerca de las características termales de la superficie de la tierra. Está basado en la característica de los objetos de emitir diferentes valores de energía en diferentes longitudes de onda del espectro electromagnético. Por ejemplo, para la determinación de -- uso actual de la tierra, se determinan estas longitudes de onda para tres elementos: agua, suelo y vegetación y luego se obtienen rúbricas espectrales de los mismos como representación pictórica (imágenes). También se pueden obtener como cintas compatibles de computadora, que son procesadas para obtener el formato adecuado para ser utilizadas para el procesamiento posterior por medio de sistemas de análisis digital apoyado por computadora (22,27).

Una de las más importantes aplicaciones de las -- imágenes del LANDSAT, obtenidas por el MSS es la de poder llevar a cabo una clasificación de cobertura de la tierra sobre la base de la interpretación de los patrones de uso y ocupación del espacio. Esto se puede realizar de dos formas: por medio de una interpretación visual de datos y por medio de un análisis digital, -- apoyado por computadora. Con la información o datos -- obtenidos de la imagen y una interpretación adecuada, pueden hacerse representaciones de mapas temáticos a -- escala 1:250,000 en forma confiable (27).

Al utilizar el análisis digital, apoyado por computadora, las cintas de LANDSAT son analizadas por medio del sistema LARSYS que comprende el procesamiento, análisis e interpretación de datos numéricos obtenidos con sensores remotos. El resultado del procesamiento

y análisis de los datos es un mapa de tipos de cobertura de clases espectrales.

Las clases espectrales corresponden a elementos de la superficie terrestre como los suelos, el agua y la vegetación; pudiendo las mismas ser cuantificadas y ubicadas. Esta información es versátil, ya que puede ser utilizada por diferentes usuarios e interpretado para los fines que cumplan sus propios objetivos - (27,22) .

3.6. La cartografía en el aprovechamiento de los recursos de una cuenca hidrográfica:

En la tarea de realizar el inventario de los recursos y estudiar el comportamiento ambiental, la cartografía ha jugado un papel trascendental a través de la historia humana. Modernamente el conocimiento geocientífico plasmado en mapas temáticos contribuye a lograr los objetivos de desarrollo. El apoyo de la tecnología permite contar cada día con más y mejor información básica y obtenerla en el momento oportuno - (27) .

Las condiciones complejas que han creado la incrementada densidad poblacional, el desarrollo concentrado y el aumento de la demanda de servicios, en ciertas circunstancias originan conflictos en la forma y prioridad para el uso de los recursos naturales. Ya sea para congeniar beneficios o para evitar estos conflictos, los proyectos de propósitos múltiples en cuencas hidrográficas, pueden ponderarse mejor con el auxilio de mapas cartográficos; siendo necesarios tres tipos: mapas topográficos base, mapas ilustrativos y mapas medio (36) .

Los mapas topográficos base tienen la responsabi

lidad primera y de mayor trascendencia en el estudio de aprovechamiento múltiple de una cuenca, ya que este contiene las curvas de nivel, que son más aprovechables a medida que se reducen de escala. En ellos se determina el alto porcentaje de soluciones primordiales y permitirán el primer análisis comparativo de soluciones en cualquier proyecto, tanto en el aspecto técnico como en el económico. Los mapas ilustrativos son una serie de mapas que resumen un conjunto de datos e información. Entre ellos se pueden mencionar: mapa de localización de la cuenca, en el país, mapa hipsométrico, isotermas, etc. Los mapas medios son los que condensan información o la representan de tal manera que el mapa en sí puede ser utilizado para obtener parámetros cuantitativos que serán necesarios en otras fases del proyecto en estudio. Entre ellos tenemos: mapa de cubrimiento fotográfico, mapa de localización de estaciones hidrológicas y meteorológicas, mapa de zonas de vida vegetal, mapa geológico, mapa de uso potencial (36).

En el manual del Seminario sobre la importancia de la cartografía en el aprovechamiento de los recursos hidráulicos (36), las instituciones participantes recomiendan las escalas necesarias para la realización de un proyecto en una cuenca hidrográfica. El mismo tiene varias fases y para cada una de ellas señalan la escala respectiva. Por ejemplo, para la fase de decisión preliminar (creación de un proyecto), recomiendan mapas a escalas 1:50,000, 1:250,000 y 1:1,000,000.

3.7. Estudios realizados sobre la cuenca del Río Achiguate:

3.7.1. Estudio morfométrico de la cuenca del Río Achi-
guate:

Este estudio fue realizado por técnicos -- del Instituto Geográfico Nacional (25), como -- parte de la fase de recopilación y divulgación de datos del programa de Investigación de los - Recursos de Agua de la República. Los factores físicos seleccionados para ser presentados en - este estudio, son aquellos cuya relación con -- otros factores hidrológicos ha sido determinada en múltiples estudios efectuados en varios paí- ses y se piensa que estos tienen significación en nuestro medio (24).

El procedimiento utilizado para la realiza-
ción del estudio morfométrico fue el siguiente:

- 1o.) Localización de la estación de aforo en un mapa de escala 1:250,000 y delimitación de la cuenca.
- 2o.) Obtención del material básico, cubriendo - la extensión de la cuenca (fotografías aé-
reas, mapas topográficos, información rela-
tiva a estaciones hidrométricas.
- 3o.) Ploteo de la estación de aforo en el mapa topográfico y delineación de la cuenca. -
Comprobación con fotografía aérea.
- 4o.) Trazo, sobre el mapa, del mosaico de cubri-
miento fotográfico.
- 5o.) Delineación, mediante fotointerpretación -
estereoscópica, del Drenaje Superficial. -
Esto se hace en sobre-escritos.
- 6o.) Traslado de la información de los sobrees-

critos al mapa. Para esto se utiliza un proyector de ampliación y reducción.

- 7o.) Calco de la información anterior, en un material estable.
- 8o.) Medición de los factores físicos sobre el calco estable (orden de las corrientes, longitud de las corrientes, aspectos de superficie, aspectos de relieve (24).

Los factores físicos medidos en la cuenca del Río Achiguate, son presentados en los resultados del presente estudio.

3.7.2. Estudio para la reforestación de áreas críticas de la cuenca de los ríos Achiguate-Guacalate:-
(45)

Este estudio fue realizado en 1,971 y nos proporciona información sobre los daños causados por el temporal de 1,969 y los trabajos de reforestación y conservación de suelos realizados en la cuenca, antes y después del temporal. La metodología seguida por Samayoa Ruíz, Comprende: Trabajos de campo (previamente planificados), análisis de laboratorio, trabajos de gabinete (para la interpretación de los resultados de laboratorio y de campo) y, finalmente, hace una descripción del área (localización, precipitación e infraestructura). Basado en lo anterior, Samayoa Ruíz, llega a las siguientes conclusiones:

- a) Durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre de 1,969, se presentó el 73% de la precipitación anual total. Por este motivo se produjeron crecidas en los cauces -

de la Vertiente del Pacífico, principalmente en la superficie que corresponde a la cuenca de los ríos Guacalate-Achiguate.

Los ríos terciarios que son regularmente de bajo caudal, se salieron de sus cauces arrastrando enorme cantidad de piedra, material vegetal y sieno.

- b) Las corrientes fluviales que inundaron los suelos de la costa sur ocasionaron daños a los cultivos al erosionar las partes altas arrastrando materiales arenosos infértiles en unos casos y limosos en otros. Esto dió como resultado un cambio de la estructura de los suelos, lo que los ha hecho más susceptibles a la erosión eólica e hídrica. Los daños a los cultivos de maíz, se estiman en un 20% y el daño ocasionado a los pastos, se estima en un 5%.
- c) Los trabajos de reforestación y conservación de suelos en la cuenca Achiguate-Guacalate, no se han podido realizar por la escasez de fondos de la División Forestal. Unicamente se puede mencionar los realizados en la sub-cuenca del pensativo, en el municipio de Antigua Guatemala. En dicha sub-cuenca se hicieron trabajos de conservación de suelos tales como acequias de ladera, barreras vegetativas, diques de contención y canales de drenaje.
- d) Se puede asegurar que las causas que han dado origen a las inundaciones en la planicie costera de la cuenca Achiguate-Guacalate son: la pérdida de los recursos forestales, sin que exista reposición, la tala inmoderada --

para el consumo en forma de combustible, la - deforestación de las partes altas y media de la cuenca y la falta de leyes adecuadas que - obliguen a un uso racional de los recursos fo- restales.

Como resultado de su trabajo, Samayoa Ruíz delimitó dos áreas críticas, tomando como factores: el % de pendiente (factor principal) y factores ambientales tales como: clima, suelo y vegetación. El autor no expone claramente la metodología adoptada para llevar a cabo esta delimitación. Seguidamente hace una descripción (indicando latitud, longitud, poblaciones, área de la zona y altura de la misma) de las regiones críticas en cuestión. Finalmente, recomienda el tipo de utilización que se debe dar a las áreas críticas, especificando un proyecto de desarrollo forestal; en el que plantea alternativas que son cuestionables debido a lo subjetivo de su concepción. Esto principalmente en lo que se refiere a las especies forestales que recomienda utilizar, por su "rápido crecimiento", para la reforestación de las áreas mencionadas.

4. METODOLOGIA:

4.1. Recopilación y ordenamiento de la información existente:

4.1.1. Información cartográfica:

Esta información se obtuvo en el Instituto Geográfico Nacional, mediante la adquisición de los mapas topográficos escala 1:50,000 que cubren la cuenca del río Achiguate.

Estos mapas topográficos u "hojas cartográficas", son las siguientes:

CHIMALTENANGO.....	No. 2059 IV
GUATEMALA.....	No. 2059 I
ALOTENANGO.....	No. 2059 III
AMATITLAN.....	No. 2059 II
ESCUINTLA.....	No. 2058 IV
OBERO.....	No. 2058 III
SAN JOSE.....	No. 2057 IV

Ver figura No. 1.

4.1.2. Información aerofotográfica:

Esta información se obtuvo mediante la compra de fotografías aéreas (foto-contactos). Se adquirieron 83 fotografías aéreas en blanco y negro (pancromáticas) de toma reciente (1980 - 1981) que cubrieron aproximadamente el 25% de la superficie de la cuenca. Esta información se complementó con fotografía aérea prestada por la División de Estudios Geográficos del Instituto Geográfico Nacional. Además, se consultó la fotografía aérea pancrorámica tomada por el U-2 de la Fuerza Aérea de los E.E.U.U., después del terremoto de 1,976. Ver figura No.2.

4.1.3. Información del Satélite LANDSAT:

Fue obtenida en el Instituto Geográfico Nacional, mediante la interpretación visual de la imagen "Antigua Guatemala" en falso color, computarizada. La imagen fue tomada por el satélite el 28 de enero de 1979. La escala es 1:200,000. Tiene como parámetros: latitud NO 14-00 y longitud WO91-00 al WO90-00.

GUATEMALA
Nº 2059 I

CUENCA
DEL
RIO ACHIGUATE

0	5	10Kms.
---	---	--------

CHIMALTENANGO
Nº 2059 IV

ALOTENANGO
Nº 2059 III

AMATITLAN
Nº 2059 II

ESCUINTLA
Nº 2058 IV

OBERO
Nº 2058 III

SAN JOSE
Nº 2057
IV

MAPA INDICE DE HOJAS
TOPOGRAFICAS
ESCALA 1:50,000
QUE CUBRE LA CUENCA

O C É A N O P A C Í F I C O

La cuenca del río Achiguate está completamente comprendida en esta imagen.

4.1.4. Información fisiográfica:

Dentro de esta información, se incluye la geología y génesis de suelos de la zona de interés; esta información se obtuvo del Atlas Nacional (23) elaborado por el Instituto Geográfico Nacional y de las hojas "positivo", que se archivan en la División de Estudios Geográficos.

4.1.5. Información sobre suelos:

Fue obtenida del mapa Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala, elaborado por Charles Simmons, Miguel Tarano y Manuel Pinto. Este mapa a escala 1:500,000, fue prestado a la División de Estudios Geográficos del Instituto Geográfico Nacional.

4.1.6. Información ecológica:

Esta información se refiere básicamente a las zonas de vida vegetal dentro de la cuenca del río Achiguate. Fue obtenida del mapa de Zonas de Vida vegetal (escala 1:500,000), elaborado por L. Holdridge y adaptado por René de la Cruz para Guatemala. Este mapa se consultó en el Instituto Nacional Forestal (INAFOP).

4.1.7. Información hidroclimática:

Esta información se obtuvo del Atlas Climatológico Nacional publicado en 1,982 por el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), tomando como base

se un registro de 14 años consecutivos (1964 a 1978). Además, se consultó en los archivos -- del Insituto mencionado para ubicar dentro de la cuenca, las estaciones hidrológicas y meteo-rológicas de donde se tomaron los registros.

4.1.8. Información hidrogeológica:

Esta información se refiere específicamen-
te a la Subcuenca del río Guacalate por ser es-
ta la unica zona de la cuenca del Achiguate en
la que se han hecho estudios para el aprovecha-
miento del agua subterránea. Se obtuvo del De-
partamento de Aguas Subterráneas del INSIVUMEH.

4.1.9. Información morfométrica:

La información referente a la forma y me-
dida de la cuenca, se obtuvo del "Estudio Mor-
fométrico de la Cuenca del Río Achiguate (25),
publicado por el Instituto Geográfico Nacional.
Además complementó utilizando las hojas carto-
gráficas 1:50,000 y hojas "positivo", existen-
tes en el archivo del mismo Instituto, sobre -
las cuales se trabajó determinando algunos ele-
mentos de morfometría.

4.1.10. Información sobre infraestructura:

La infraestructura de la zona que abarca
la cuenca, fue obtenida del mapa general de -
infraestructura de la República de Guatemala.
Se utilizaron, para tal efecto, las hojas "po-
sitivo" del mencionado mapa, escala 1:250,000,
que se guardan en el archivo del Departamento
de Estudios Geográficos del Instituto Geográfi-
co Nacional.

4.1.11. Información socioeconómica:

La caracterización socioeconómica de la zona que abarca la cuenca en estudio, requirió de diversa información; obtenida por consiguiente, de distintas fuentes institucionales. Las instituciones consultadas fueron, entre otras, las siguientes: SIECA, Banco de Guatemala, Dirección General de Estadística, BANDESA, INDECA, DIGESEPE, Planificación Económica, Instituto Geográfico Nacional y Desarrollo de la Comunidad.

4.1.12. Información de campo:

Esta información se recopiló mediante visitas a la zona que está comprendida dentro de la cuenca en estudio. La finalidad de estas visitas, fue la de verificar la información cartográfica recabada con antelación y la de aportar al estudio realizado, nuevos datos que den una mejor caracterización a la cuenca.

4.2. Limitantes en la obtención de la información:

Durante la realización de este trabajo de caracterizar preliminarmente la cuenca del río Achiguate, se tuvieron algunas limitantes en cuanto a la obtención de la información necesaria para tal efecto. Entre las principales limitaciones, se mencionan: La falta de material aerofotográfico reciente y la existencia de áreas restringidas por el Gobierno de la República, dentro de la zona en estudio.

4.2.1. Adquisición de fotografía aérea reciente:

Al iniciarse este estudio, se consultó con el Instituto Geográfico Nacional, para la com--

pra de fotografía aérea de este año (1,982), -- pero en esta Institución, la fotografía aérea -- más reciente era de 1,964; por lo que se decidió adquirir este material en una compañía privada dedicada a la tarea de fotografía aérea. -- Se adquirieron 83 fotocontactos (la única existencia) que cubrían solo un 25% del área de la cuenca. Este era un material insuficiente para realizar, principalmente, el estudio del uso -- actual de la tierra; no sólo por el poco cubrimiento de la superficie, sino por la forma en -- que se hicieron los vuelos (ver figura No.2). -- Por este motivo, se utilizó la imagen del satélite LANDSAT, como fuente exclusiva para determinar el uso actual(imagen tomada en 1,978) y -- la fotografía aérea adquirida fue utilizada como un apoyo a esta interpretación.

4.2.2. Existencia de áreas restringidas:

Existen zonas dentro de la cuenca, que son áreas restringidas y de las que fue difícil y -- en algunos casos imposible obtener información. En primer lugar información cartográfica y luego, información diversa (tenencia de la tierra, etc.).

Otra limitante la constituyó, que en algunos casos las instituciones no proporcionaron -- la información existente, debido a que ésta es inédita. Por ejemplo, existe suficiente información sobre proyectos de utilización de agua -- subterránea en la "Cabecera" de la cuenca (aguas arriba) realizados por el Departamento de Aguas Subterráneas del INSIVUMEH, pero la misma, no -- se da en forma completa por el motivo antes expuesto.

4.3. Análisis de la información:

4.3.1. Delimitación de la cuenca hidrográfica:

La delimitación de la cuenca se hizo en las hojas topográficas 1:50:000 y consistió en la identificación del parte-aguas, interpretando las curvas de nivel o isolíneas altitudinales. Además, se hizo comparativamente con la delimitación hecha en el mapa detallado escala 1:75,000, presentado en el "estudio morfométrico de la cuenca del río Achiguate" (25), publicado por el Instituto Geográfico Nacional. La delimitación hecha en las hojas topográficas (escala 1:50,000), coincidió con la realizada en el Estudio Morfométrico (escala 1:75,000), publicado por el IGN (25).

Esta delimitación, sirvió como base para saber la cantidad de fotografías aéreas (foto-contactos) que deberían adquirirse.

Sobre las fotografías, mediante análisis estereoscópico, nuevamente se delimitó la cuenca hidrográfica; para su utilización en determinaciones posteriores (determinación de la superficie de la cuenca, uso actual, etc.).

4.3.2. Ubicación física de la cuenca:

Tomando como base los parámetros: longitud y latitud de las hojas topográficas (donde previamente se delimitó la cuenca) y luego superponiéndolo a un mapa de la República de Guatemala, se determinó la posición geográfica y ubicación política territorial (departamentos y municipios que están comprendidos), de la cuenca en estudio. Además, se consultó el mapa de cuencas de

la República de Guatemala (escala 1:500,000) del Departamento de Estudios Geográficos del IGN., y el "Estudio morfométrico de la cuenca del río -- Achiguate" (25), publicado por el mismo Instituto Geográfico.

4.3.3. Morfometría de la cuenca:

Dentro de los parámetros que definen la forma y medida de la cuenca, fueron determinados y/o medios: la superficie de la cuenca, el perímetro de la cuenca, la longitud del cauce principal, -- el orden de la cuenca (orden de los afluentes), -- el radio de elongación, la densidad de drenaje, el coeficiente de relieve, el factor de forma, el patrón de drenaje, la elevación media y otros.

Con un planímetro se determinó el área de la cuenca, haciéndose tres repeticiones, tomando se el promedio de las mismas y aplicando la fórmula siguiente:

$$A = \left(\frac{E}{E_p} \right)^2 \times 2 \times P$$

A = área en metros cuadrados

E = escala del plano

E_p = escala del planímetro

P = Promedio de las diferentes lecturas.

La longitud del cauce principal y el perímetro de la cuenca fueron medidos con un curvímetro.

Tanto el área como la longitud del cauce -- principal y el perímetro de la cuenca medidos, -- coinciden con los datos publicados por el IGN., -- en el "estudio morfométrico de la cuenca del río Achiguate" (25). Los parámetros morfométricos --

restantes, fueron obtenidos del estudio mencionado. Ver anexo No.1.

4.3.4. Drenaje de la cuenca:

Para la obtención de esta información, se analizaron las hojas topográficas, las fotografías aéreas, el mapa en relieve y las hojas "positivo" del mapa de drenaje de la República de Guatemala, elaborado por el Instituto Geográfico Nacional -- (23). En el mapa elaborado a la escala de trabajo, se presentará únicamente los cauces más importantes, como información proveniente del análisis antes mencionado.

Del estudio morfométrico de la cuenca realizado por el IGN (25), se obtuvieron algunos parámetros que caracterizan el drenaje de la cuenca, tales como: la densidad de drenaje (relación entre la longitud total de los afluentes de todos los órdenes, dividida por el área total de la --- cuenca) y el patrón de drenaje (indicador del tipo de estructura geológica, geomorfogénesis, estado del suelo, cantidad de cobertura vegetal etc.).

4.3.5. Fisiografía de la cuenca:

Mediante el análisis de las fotografías aéreas que cubren la cuenca, de las hojas topográficas (escala 1:50,000), de los mapas en relieve de la región y de la información contenida en el -- Atlas Nacional (23), se obtuvo la geología, génesis y las regiones fisiográficas de la cuenca. -- Fue necesario el uso de la máquina ampliadora-reductora del Instituto Geográfico Nacional, para la elaboración de los mapas respectivos a la escala de presentación, ya que la información se en--

contraba a una escala diferente.

4.3.6. Climatología de la cuenca:

La información al respecto, contenida en el --- Atlas Climatológico Nacional (23) estaba a una escala distinta (no definida) a la escala de trabajo, -- por lo que fue necesario utilizar la máquina ampliadora-reductora del Instituto Geográfico Nacional, para poder, en primer lugar, delimitar la cuenca en cada uno de los mapas que contenían la información climática a nivel nacional para luego trasladar esta información al mapa de la cuenca a la escala de trabajo. También, fue necesario interpolar en los mapas de isolíneas climatológicas, algunas curvas para un mayor detalle de la información presentada. Esta información, consistente en: un mapa de isotermas, -- uno de isoyetas, uno de isohigras y un mapa de clasificación climatológica (según el sistema de Thornthwaite, fue corroborada consultando los estudios escritos que sirvieron como base para la elaboración -- del Atlas en el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. Además, se solicitó al archivo del mismo Instituto, información sobre -- las estaciones meteorológicas, la cual fue analizada para hacer un recuento y ubicación de las mismas, -- dentro de la cuenca en estudio.

4.3.7. Hidrografía:

Mediante fotointerpretación y auxiliado con las hojas topográficas (28), se determinaron los diferentes ríos que se encuentran dentro de la cuenca. --- Esta información se complementó, utilizando la imagen del satélite LANDSAT (26).

4.3.8. Hidrogeología:

La información recabada, se analizó y se resumió para presentarla en este estudio tratando de -- aportar, al mismo, los datos más importantes. Además, se sobrepuso un acetato en el mapa de áreas -- con potencial para utilización del agua, publicado por el Consejo de Planificación Económica en el -- Plan Maestro de los Recursos Naturales Renovables - (33), delimitar la cuenca en el mismo y luego ampliarla para presentarlo a la escala de trabajo.

4.3.9. Infraestructura:

Para analizar la infraestructura de la región, se sobrepuso el mapa de la cuenca del río Achiguate sobre el mapa general de la República de Guatemala (23) y de esa forma se trasladó toda la información necesaria sobre este aspecto a la escala de trabajo.

4.3.10. Demografía:

La información sobre distribución de la población, tasas de mortalidad y natalidad dentro del -- área de la cuenca en estudio, se obtuvo directamente del archivo de la Dirección General de Estadística y sólo se analizó para ordenarla y presentarla - en la forma que se consideró apropiada. Se consultaron el VIII y IX censo de población (13, 15, 16).

4.3.11. Tenencia de la tierra:

El análisis de este aspecto, consistió en la - ordenación y tabulación de la información recabada, en la forma que se consideró conveniente; con la finalidad de conocer la manera en que está distribuida la tierra dentro del área objeto de estudio. Se consultó el III censo agropecuario nacional (14).

4.3.12. Zonas de vida:

Del mapa de Zonas de Vida elaborado por L. -- Holdridge y compilado y adaptado para Guatemala por René de la Cruz, a escala 1:500,000 (6), se obtuvo esta información sobreponiendo un acetato con la -- cuenca delimitada y luego se utilizó la máquina ampliadora-reductora para trasladarla a la escala de trabajo (1:250,000). Además, se analizaron las características de estas zonas de vida y sus aptitudes para determinar si la vegetación existente es la -- correspondiente a la zona en cuestión.

Se utilizó un planímetro para cuantificar las áreas que comprenden las distintas zonas de vida. Luego, se hicieron porcentajes.

4.3.13. Cobertura y uso actual de la tierra:

Se hizo un análisis visual de la imagen del sa télite LANDSAT computarizada, en falso color (escala 1:200,000 (26) y como apoyo un análisis estereos cópico (interpretación) de fotografía aérea cuya fe cha de toma fuera lo más cercano posible a la fecha de toma de la imagen (1979). Además, se utilizaron fotografías infrarrojas del vuelo U-2.

Luego se procedió a elaborar una clave de iden tificación para los diferentes tipos de uso de la -- tierra, tomándose como base, la clave utilizada en el Instituto Geográfico Nacional, con el mismo fin.

Posteriormente, se elaboró un mapa sobre el -- cual se hicieron modificaciones con la información recabada de las visitas hechas a la zona de estudio (este mapa aún a escala 1:200,000).

Finalmente, se elaboró el mapa definitivo de -- la cuenca con los diferentes tipos de cubierta vege tal, teniéndose necesidad de trasladar esta informa

ción a la escala de trabajo, para lo cual fue útil - la máquina ampliadora-reductora del IGN.

También se analizó el mapa de uso de la tierra del año 1,976 (escala 1:250,000), elaborado por el IGN (28). Se sobrepuso un acetato con la cuenca delimitada y se trasladó la información al mapa definitivo por ser la misma escala de trabajo. Este análisis se hizo para luego hacer comparaciones y determinar y discutir los cambios ocurridos en la cubierta vegetal.

Por medio de un planímetro se cuantificaron en los 2 mapas, las áreas abarcadas por cada uso y se obtuvieron porcentajes.

Se hizo además, un mapa de la república para localizar los puntos de toma de las imágenes del satélite, una de las cuales fue la utilizada en este estudio.

4.3.14. Uso potencial de la tierra:

Para la determinación del uso potencial de la tierra en la cuenca bajo estudio se tomó como base el mapa de uso potencial de la tierra para la república de Guatemala (28). El primer paso del análisis consistió en sobreponer un acetato, con la cuenca delimitada a escala 1:500,000, al mapa en cuestión y copiar esta información. Luego como segundo paso, se trasladó la información a un mapa de la cuenca a escala 1:250,000, que es la escala de trabajo para este estudio. Se utilizó aquí la misma clave de identificación del IGN.

Finalmente se usó un planímetro para cuantificar las áreas aptas para los distintos usos.

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES:

5.1. Características generales de la cuenca:

5.1.1. Geográficas:

La cuenca del río Achiguate está entre los meridianos $90^{\circ}30'$ y $91^{\circ}00'$ de longitud oeste y los paralelos $13^{\circ}30'$ y $15^{\circ}00'$ de latitud norte. La extensión que cubre es de 1322 kms^2 , siendo el 5.51 % del área de la vertiente del pacífico.

La superficie de la cuenca abarca parcialmente los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y Escuintla; y en Chimaltenango abarca los municipios de Chimaltenango, - El Tejar, San Andrés Itzapa, Parramos y Yepocapa; en Sacatepéquez, los municipios de Antigua Guatemala, Alotenango, Sumpango, Pastores, Jocotenango, Santa Catarina Barahona, Jocotenango, Magdalena Milpas Altas, San Miguel Dueñas, -- San Antonio Aguas Calientes, Santa Lucía Milpas Altas, San to Domingo Xenacoj, Santa María de Jesús, Ciudad Vieja; en Escuintla, los municipios de Escuintla, San José, Masagua, La Democracia, Palín y Siquinalá.

La cuenca tiene como límites geográficos, al norte la cuenca del río Motagua, al oeste las cuencas de los ríos - Acomé y Coyolate, al este la cuenca del río María Linda y al sur el Océano Pacífico, al cual vierte sus aguas. (Ver figuras 3, 4 y 5).

5.1.2. Topográficas:

La cuenca del río Achiguate presenta caracte--rísticas montañosas al norte y características de planicie al sur. Su máxima elevación es de 3976 msnm, la pendiente media es del 16% y la elevación media es de 850.09 msnm.

Entre los principales accidentes topográficos de la - cuenca podemos mencionar: La montaña El Soco(2668 msnm) al Nor-oeste; montaña de Carmona al nor-este y la montaña Polo

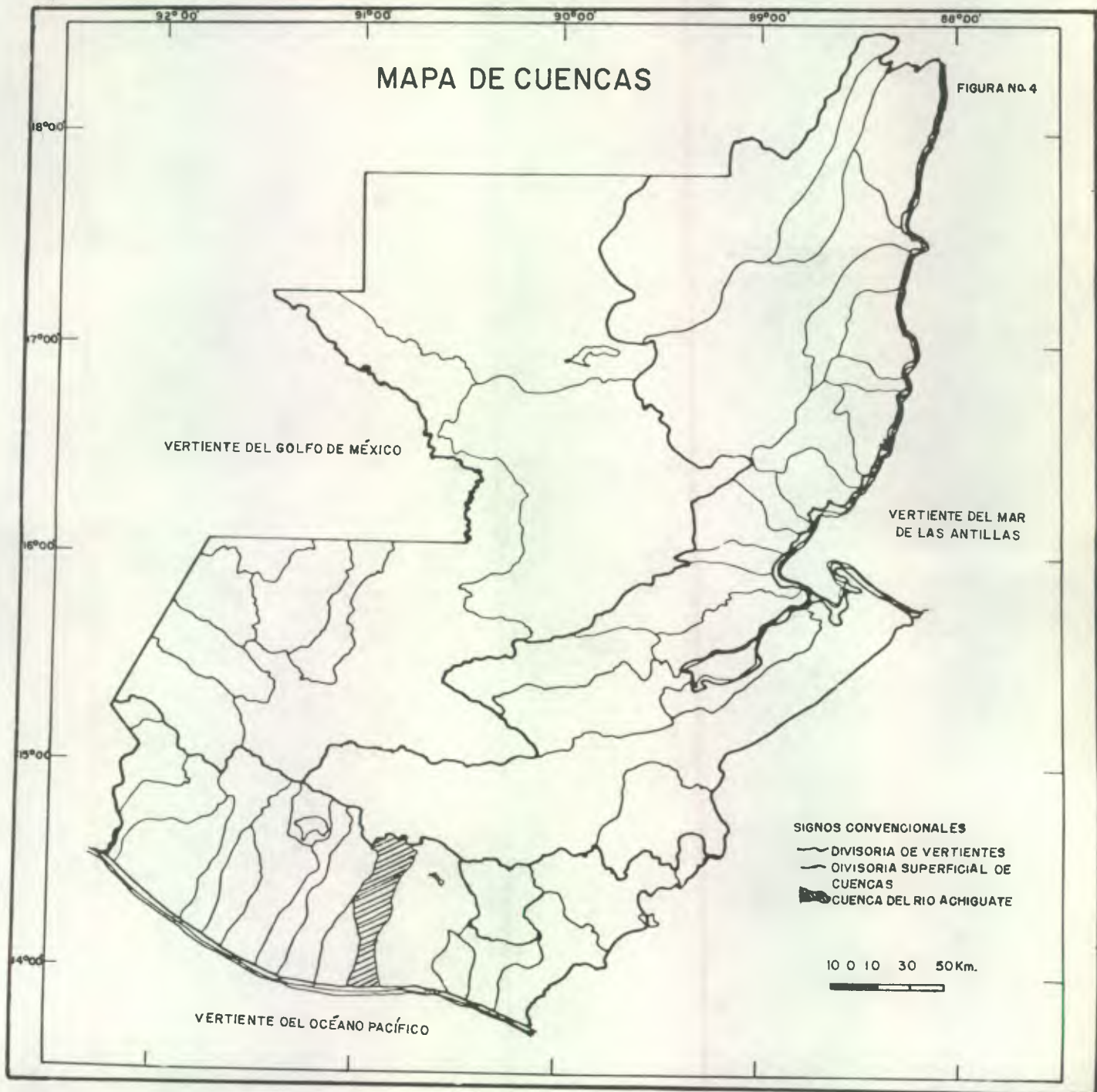
FIGURA No.3

DIAGRAMAS DE LOCALIZACION



LA ALTITUD ES LA DEL CERO DE LA ESCALA DE LA ESTACION HIDROMETRICA.
 DATUM : NIVEL MEDIO DEL MAR EN EL PUERTO DE SAN JOSE EN 1950 (mtrs.)

FUENTE: Estudio morfométrico I. G. N. 1974



91°00'

FIGURA: 5

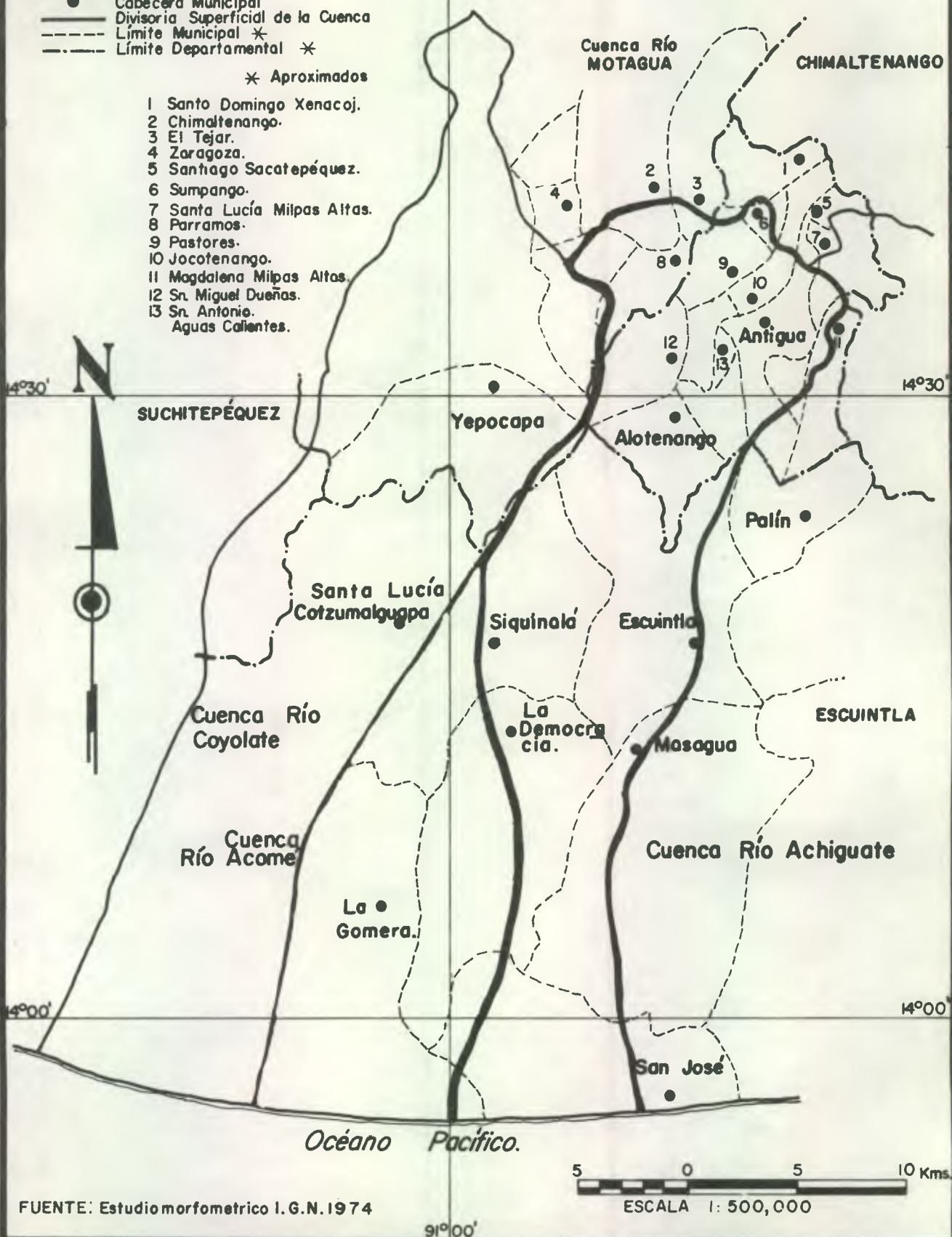
Localización de la Cuenca del Río Achiguate.

REFERENCIAS:

- Cabecera Municipal
- Divisoria Superficial de la Cuenca
- - - Límite Municipal *
- - - Límite Departamental *

* Aproximados

- 1 Santo Domingo Xenacoj.
- 2 Chimaltenango.
- 3 El Tejar.
- 4 Zaragoza.
- 5 Santiago Sacatepéquez.
- 6 Sumpango.
- 7 Santa Lucía Milpas Altas.
- 8 Parramos.
- 9 Pastores.
- 10 Jocotenango.
- 11 Magdalena Milpas Altas.
- 12 Sn. Miguel Dueñas.
- 13 Sn. Antonio.
- Aguas Calientes.



FUENTE: Estudio morfométrico I.G.N. 1974

5 0 5 10 Kms.
 ESCALA 1: 500,000

91°00'

nis al sur; todas cercanas al Océano Pacífico. Además están: el cerro Alto (2560 msnm) y El Portal (2282 msnm) al norte; El Cucurucho (2645 msnm) y El Sabana Grande (2240 msnm) al nor-este.

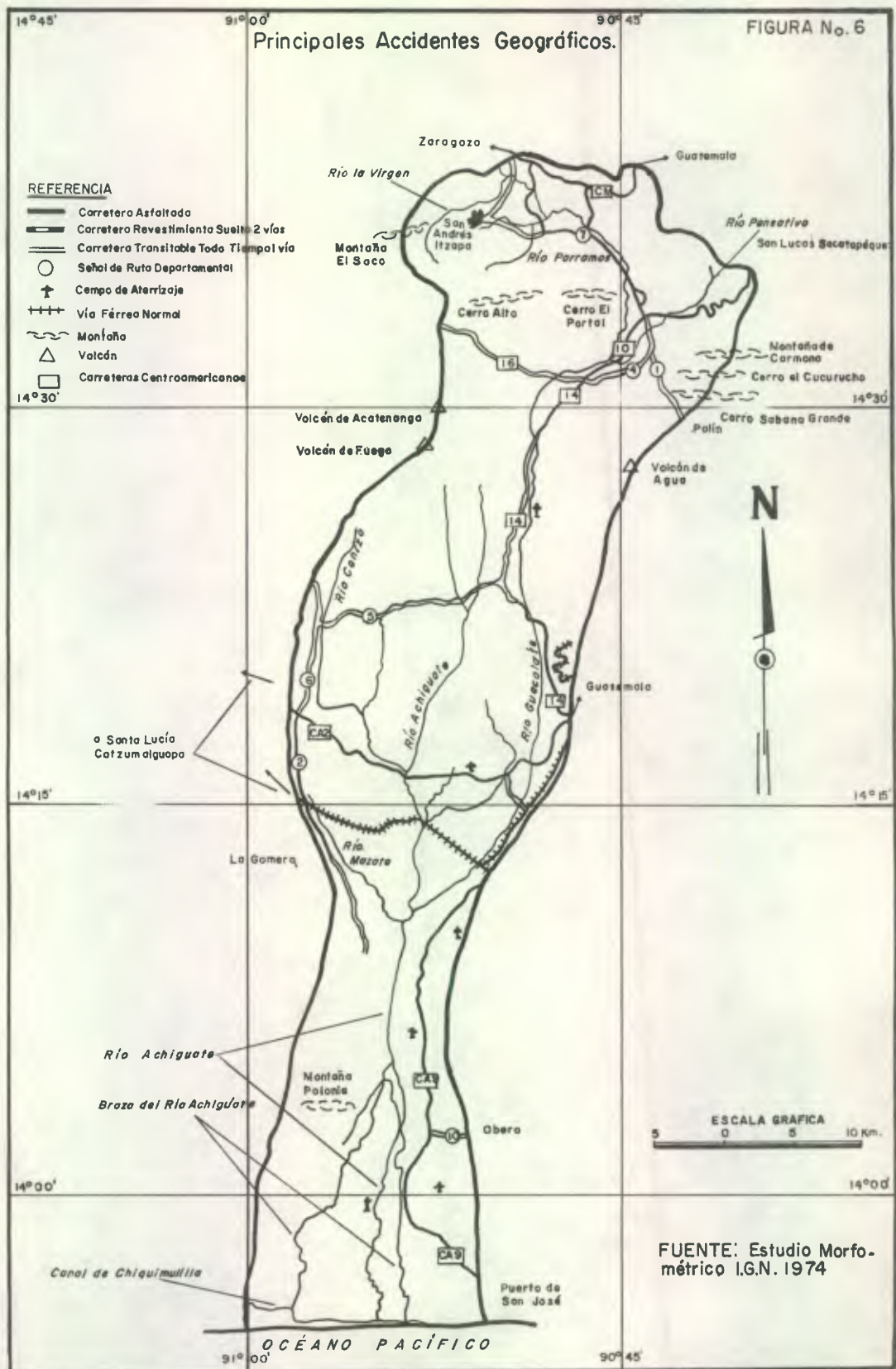
Los volcanes de Acatenango (3976 msnm), de Fuego (3763 msnm) y de Agua (3760 msnm) pertenecen a la cuenca y son parte del perímetro de la misma (222.05 kms.). El volcán de Agua está ubicado al nor-este de la cuenca y los volcanes de Acatenango y Fuego al nor-oeste de la misma. (Ver figura 6).

5.1.3. Geológicas:

Los materiales geológicos que se encuentran en la zona que abarca la cuenca del río Achiguate son, en la parte norte: rocas ígneas y metamórficas, habiendo del cuaternario, rellenos y cubierta gruesa de cenizas pómez de origen diverso (Qp) (5.46% del área total) y del terciario, rocas volcánicas sin dividir (predominantemente mio-plioceno), tobas coladas de lava, material lahárico y sedimentos volcánicos (Tv) (29.75% del área total). Aproximadamente a la altura de San Miguel Dueñas, existen aluviones cuaternarios.

A la altura de los volcanes que se encuentran en la cuenca, aproximadamente entre San Miguel Dueñas y Escuintla, existen del cuaternario, rocas volcánicas que incluye coladas de lava, material lahárico y edificios volcánicos (Qv) (32.08% del área total). También encontramos rocas volcánicas sin dividir del terciario, predominantemente Mio-Plioceno (Tv).

En la parte sur, desde Siquinalá hasta el océano pacífico se encuentran aluviones cuaternarios (Qa) (32.81% del área total) (23). (Ver cuadro 1 y figura 7).



CUENCA
DEL
RIO ACHIGUATE

Escala 1:250,000
0 5 10Kms.

MAPA GEOLOGICO

Referencia

-  Qa Aluviones Cuaternarios
-  Qv Rocas Volcánicas
-  Tv Rocas Volcánicas sin dividir predominantemente Mio-Plioceno
-  Qp Rellenos y cubierta gruesa de cenizas pómez de origen diverso
-  Volcanes

FUENTE: Mapa Geológico de la república Escala 1:500,000 I.G.N.

OCEANO PACIFICO

CUADRO No. 1.
Material geológico en la región que cubre la cuenca del río Achigua
te.

Material Geológico.	Símbolo	Area de la cuenca (km ²)	% del área total
Aluviones cuaternarios	Qa	433.63	32.81
Rellenos y cubierta gruesa de cenizas pomez de origen diverso.	Qp	72.16	5.46
Rocas volcánicas	Qv	423.96	32.08
Rocas volcánicas sin dividir.	Tv	391.75	29.65

TOTALES:

1,321.50

100

FUENTE: Mapa geológico, Atlas Nacional, I.G.N.

5.1.4. Génesis de Suelos:

El origen de los suelos, o sea el material sobre el cual se han formado los suelos determina en gran medida, las características de los mismos y que los situarán dentro de una serie determinada. Con esta base se presenta en la figura 8, un mapa donde se ubican los suelos según el material sobre el cual se desarrollaron. A continuación se hace una breve descripción de los mismos:

5.1.4.1. Suelos desarrollados sobre ceniza volcánica a elevaciones altas:

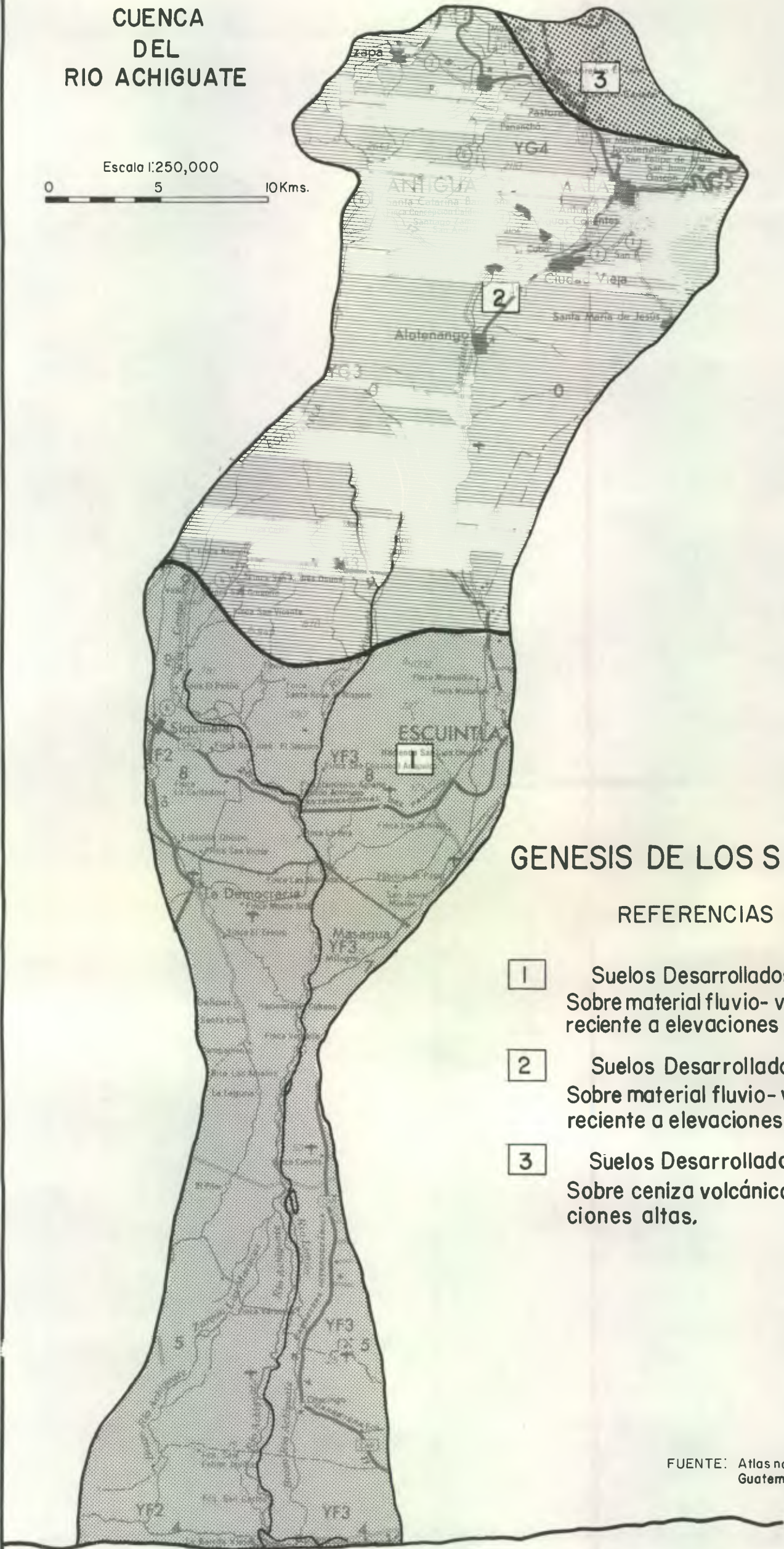
El relieve de estos suelos es muy variable, presentando planicies ondulantes, valles rellenos, barrancos profundos con paredes casi verticales y montañas muy quebradas. Los suelos son de color café, pseudo-alpinos, de textura franca a franco-arcillosa para los suelos superficiales, siendo ligeramente ácido y de un espesor que varía de 25 a 50 cms. Los sub-suelos son de textura franco-arcillosa, ligeramente ácidos, color café rojizo, que llegan hasta un metro de profundidad y más. Estos suelos no contienen cuarzo (23). Se encuentran ubicados al norte de la cuenca.

5.1.4.2. Suelos desarrollados sobre material -- fluvio-volcánico reciente a elevaciones medianas:

Esta área está formada por abanicos -- aluviales traslapados, de material arrojado por los volcanes en época relativamente reciente. La pendiente varía -- desde el 30% al pie de los volcanes, hasta el 2% en la planicie costera. Los suelos son jóvenes, profundos y fértiles. La textura del suelo superficial es franca y franco-arcillosa, ligeramente ácidos, color café amarillento, de -- profundidad variable de uno a dos metros. Se localizan en

CUENCA
DEL
RIO ACHIGUATE

Escala 1:250,000
0 5 10Kms.



GENESIS DE LOS SUELOS

REFERENCIAS

- 1 Suelos Desarrollados
Sobre material fluvio- volcánico
reciente a elevaciones bajas.
- 2 Suelos Desarrollados
Sobre material fluvio- volcánico
reciente a elevaciones medias.
- 3 Suelos Desarrollados
Sobre ceniza volcánica a eleva-
ciones altas.

FUENTE: Atlas nacional de
Guatemala I. G. N. 1972

OCEANO PACIFICO

la parte media de la cuenca, desde los volcanes hasta la planicie costera.

5.1.4.2. Suelos desarrollados sobre material --
fluvio-volcánico reciente a elevacio--
nes bajas:

Los suelos de esta área son franco-are-
nosos, franco y franco-arcillosos, de color gris oscuro a ca-
fé oscuro. Los suelos de mayor productividad agrícola son
profundos, de textura franco arenosa y franca, que descan--
san sobre arena y grava. Han sido intensamente trabajados
con cultivos limpios, especialmente algodón, en los últimos
años. Estos suelos ocupan la parte sur de la cuenca, abar-
cando toda la planicie costera.

5.1.5. Fisiográficas:

En la cuenca del río Achiguate se presentan ---
tres regiones fisiográficas: tierras altas volcánicas, pen-
diente volcánica reciente y llanura costera del pacífico --
(23).

5.1.5.1. Tierras altas volcánicas:

En esta región, las erupciones de tipo
grieta lanzaron cantidades de material, principalmente ba--
salto y radiacitas, que cubrieron las formaciones de tierra
preexistentes, desarrolladas sobre el basamento cristalino
y sedimentario que se encuentra hacia el norte.

La formación de esta región volcánica fue seguida por
fallas causadas por tensión local, la cual quebró y movió -
el material de la superficie. La cuenca ha sido parcialmen-
te llenada a cubierta con pómez cuaternaria, lo que propor-
ciona un paisaje muy contrastante con las áreas volcánicas
escabrosas que la rodean. Los valles en los que se locali-
zan las ciudades de Chimaltenango y Guatemala, son ejemplos

de lo anterior.

5.1.5.2. Pendiente volcánica reciente:

Esta región incluye los volcanes de -- más reciente formación en Guatemala, así como el material - asociado que ha sido drenado o depositado hacia la costa -- sur. Dicho material es principalmente de edad cuaternaria y la actividad que lo produjo está asociada con una falla - paralela a la costa sur, a lo largo de las laderas hacia el sur del altiplano volcánico.

Los conos de esta región están compuestos predominantemente de andesita. Formando el parte-aguas de la cuenca -- del río Achiguate se encuentran el volcán de Fuego, el de - Agua y el Acatenango.

Las fallas hacia el sur son formadas por coladas de lava, ceniza volcánica y, en algunos lugares, laháricos o de lodo volcánico. Este material proporciona la base de los - buenos suelos volcánicos, en los cuales se cultiva mucho el café. El área también se caracteriza por la cantidad de -- ríos de corriente rauda que forman caídas de agua antes de alcanzar la llanura costera del sur.

5.1.5.3. Llanura costera del pacífico:

Dentro de esta provincia fisiográfica del sur, está comprendido el material aluvial cuaternario - que cubre los estratos de la plataforma continental. Los - ríos que corren desde el altiplano volcánico, al cambiar su pendiente, han depositado grandes cantidades de materiales que han formado esta planicie de poca ondulación y de aproximadamente 50 kms. de ancho a lo largo de la costa del pacífico. Por lo general, las elevaciones son menores de 200 metros y el drenaje, en su mayor parte, es deficiente. Son comunes las extensas áreas sujetas a inundación. Aquí, las

playas de arena negra con áreas de pantano de mangle y algunos esteros, son las características predominantes de la región.

5.1.6. Agrológicas:

En la zona que comprende la cuenca del río Achiguate están localizadas veinticuatro series de suelos, según la clasificación hecha por Simmons, Tárano y Pinto (48). Estos suelos se cuantificaron y el resultado puede observarse en el cuadro 2. La serie de suelos Alotenango (Al) es la más extensa en la región, teniendo una superficie de 304.59 kms² que equivale al 23.05% del total.

La distribución de las series de suelos se presenta en la figura 9 y la descripción de las características de los suelos que están comprendidos en la cuenca, se encuentra en los cuadros del anexo 1.

5.1.7. Morfométricas:

Los parámetros principales que son indicadores de la forma y medida de la cuenca del río Achiguate, son los que se dan a continuación:

- <u>Area de la cuenca</u>	1,321.5302 Km ²
- <u>Perímetro de la cuenca</u>	222.050 Kms.
- <u>Longitud del cauce principal</u>	123.500 kms.
- <u>Longitud de todos los afluentes</u>	4,554.0 kms.
- <u>Orden de los afluentes</u> (Orden de la cuenca)	8
- <u>Radio de elongación</u>	0.33
- <u>Densidad de drenaje</u>	3.446 Km/km ²
- <u>Coeficiente de relieve</u>	0.03217
- <u>Factor de forma</u>	11.54
- <u>Elevación máxima en la cuenca</u>	2,627 msnm.
- <u>Elevación media</u>	850.09 msnm.
- <u>Pendiente media</u>	162 mts/km.
- <u>Elevación máxima en el perímetro de la cuenca.</u>	3,976 msnm.

CUENCA DEL RÍO ACHIGUATE

Escala 1:250,000

0 5 10Kms

SERIES DE SUELOS DENTRO DE LA CUENCA (Segun Simmons)

AM	Arena playa de Mar
Ah	Achiguate
Al	Alotenango
Bu	Bucul
Cj	Colojate
Cl	Comantulul
Tj	Tecoiate
Cv	Cimas volcánicas
Cq	Cauqué
Cz	Cutzán
Es	Escuintla
Gc	Guacalate
Gn	Guatalón
Mz	Mazatenango
Ou	Osuna
Pl	Palín
Pn	Panán
Px	Paxinamá
Sq	Siquinalá
Sv	Suelos de los valles
Ts	Tiquisate
Ti	Tiquisate
Ye	Yepocapa
Tc	Tecpán

FUENTE: Mapa de clasificación de reconocimiento de suelos (Segun Simmons) de la Republica Escala: 1:250,000 I.G.N.

OCEANO PACÍFICO

CUADRO No. 2.

Serie de Suelos (según Simmons, Tárano y Pinto), área y % de área dentro de la cuenca del río Achiguate.

S E R I E	Símbolo	Área (Km ²)	% del área total
Arena playa de mar	AM	15.23	1.15
Achiguate	Ah	34.72	2.63
Alotenango	Al	304.59	23.05
Bucul	Bu	110.30	8.34
Colojate	Cj	12.55	0.95
Camantulul	Cl	16.02	1.21
Tecojate	Tj	11.75	0.89
Cimas Volcánicas	Cv	20.56	1.56
Cauqué	Cq	79.05	5.98
Cutzán	Cz	3.46	0.26
Escuintla	Es	12.68	0.96
Guacalate	Gc	63.96	4.84
Guatalón	Gn	23.16	1.75
Mazatenango	Mz	11.21	0.85
Osuna	Ou	93.47	7.07
Palín	Pl	7.74	0.59
Panán	Pn	27.97	2.12
Paxinamá	Px	55.55	4.20
Siquinalá	Sq	118.84	9.00
Suelos de los valles.	Sv	62.73	4.75
Tiquisate	Ts	99.34	7.52
Tiquisate	Ti	49.87	3.76
Yepocapa	Ye	41.85	3.17
Tecpán	Tc	44.90	3.40
TOTALES		1321.50	100

CUENCA
DEL
RIO ACHIGUATE

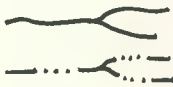
Escala 1:250,000

0 5 10Kms



MAPA DE DRENAJE
SUPERFICIAL

Referencia



Río Perenne
Río Intermittente

FUENTE : Mapa
Escala 1:250,000 I.G.N.

OCEANO PACIFICO

- Drenaje externo: En base al escurrimiento estacional o anual, se divide en: perenne (cuando es continuo en todo tiempo), indicado en la figura 10 por la línea -- continua; intermitente (cuando es continuo pero estacional), indicado en la figura 10 con una línea discontinua con tres puntos intercalados; y el efímero (cuando es discontinuo y estacional) que se interpreta en base a la topografía del mapa, la cual está expresada en el mapa topográfico por las curvas de nivel, en la figura 11 (*). El drenaje externo se puede interpretar en base a varios factores que indican procesos geomorfológicos; por ejemplo, la densidad de drenaje (3.446 kms/km^2), indica la susceptibilidad a la denudación -- de las formas de la tierra. Entre más denso es el drenaje, hay más denudación.
- Patrón de drenaje: Para la cuenca del río Achiguate -- el patrón de drenaje es dendrítico debido a la forma -- en que se unen los tributarios, primarios y secundarios con la corriente principal. Este patrón es característico en zonas tropicales húmedas (41), siendo una característica de esta cuenca. Además de las características climáticas, el patrón de drenaje indica el tipo de estructura geológica, geomorfogénesis, estado del -- suelo y cantidad de cobertura vegetal, entre otros factores índices de procesos geomorfológicos. (Ver figuras 10 y 11 y anexo 2).

5.1.8. Ecológicas:

La cuenca del río Achiguate, presenta 5 zonas de vida según el sistema de L. Holdridge (38). Estas zonas son las siguientes:

* Ver al final de la tesis.

5.1.8.1. Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical
(bh-MB):

El área de esta zona dentro de la cuenca es de 376.87 km², que constituyen el 28.52 % de la superficie total.

Esta zona se encuentra localizada en la parte norte de la cuenca; abarca los municipios San Antonio Aguas Calientes, San Miguel Dueñas, Antigua, Magdalena Milpas Altas, Jocotenango, Pastores, Parramos, Santa Lucía Milpas Altas, Sumpango, El Tejar, Santo Domingo Xenacoj y Chimaltenango.

La precipitación se presenta en forma variable, alcanzando unos 1,344 mm. al año; la biotemperatura va de 15°C.

La topografía de esta zona varía de ondulada a accidentada, pero presenta algunas pequeñas mesetas que constituyen las mejores áreas agrícolas de la región. El área en su mayor parte es de vocación forestal, presentando rodales de robles o encinos (Quercus sp.) en asociación con diferentes especies de pinos. La altitud va de los 1,500 a los 2,400 msnm.

El uso apropiado para esta zona es agro-forestal, pero los terrenos planos se pueden utilizar para cultivos, principalmente: maíz, frijol, hortalizas y frutales de zonas templadas.

5.1.8.2. Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical (bmh-MB):

Esta formación abarca un área de 57.01 km², que constituyen el 4.31% del total del área de la cuenca.

Esta zona se ubica en la parte nor-este y nor-oeste de la cuenca, en las faldas de los volcanes de Agua, Fuego y Acatenango y se extiende desde Alotenango, pasando por San -

Miguel Dueñas, hasta Parramos, en la región nor-oeste; en la región nor-este, se extiende por las faldas del volcán de Agua, abarcando parte de Palín y San Antonio Aguas Calientes.

La precipitación total anual es variable, promediando unos 2,730 mms.; la biotemperatura varía de 12.5°C a 18.6°C. La altitud va de los 1800 a 3000 msnm.

La topografía de esta zona es accidentada, por lo que el uso más adecuado es el de aprovechamientos agro-forestales. La cobertura vegetal predominante incluye: bosques, maíz, pastos naturales y café.

Además de las pendientes, otras limitantes para la producción de cultivos son la humedad excesiva y la ocurrencia de heladas.

5.1.8.3. Bosque muy húmedo subtropical (cálido) (bmh-S(c)):

Dentro de la cuenca, constituye la zona de vida más extensa; con una superficie de 726.97 km², los cuales constituyen el 55.01% del área total.

Esta zona se localiza en toda la región fisiográfica conocida como pendiente volcánica reciente, teniendo una pequeña franja que se extiende hacia el norte, hasta San Antonio Aguas Calientes. Hacia el sur, se extiende por Escuintla, Siquinalá y la Democracia, hasta antes del municipio de San José.

La precipitación total anual va desde 2,136 mm. hasta 4,327 mm., con un promedio anual de 3,284 mm. La altitud varía desde 80 a 1,600 msnm.

Los cultivos principales dentro de esta zona son: Caña de azúcar, maíz, frijol, café, cacao, cítricos, hule y los pastos cultivados. La ganadería constituye una actividad importante en esta zona.

5.1.8.4. Bosque húmedo Subtropical (cálido)
(bh-S(c)):

Esta zona de vida se encuentra inmediatamente al sur de la zona anterior, o sea que consiste en una faja totalmente comprendida en el municipio de San José, del Departamento de Escuintla con un área de 130.4 km², que representan el 9.87% del área total de la cuenca.

Las lluvias en esta zona van de 1,160 mm. a 2000 mm. como promedio total anual. La biotemperatura varía de 22°C a 27°C.

La topografía es plana y los terrenos correspondientes a esta zona de vida son los más adecuados para actividades agropecuarias, por tener suelos profundos, más fértiles y mejor drenados. Los cultivos principales en esta formación son: pastos cultivados, algodón, caña de azúcar, maíz y explotación de ganado bovino.

5.1.8.5. Bosque seco Subtropical (bs-S):

Faja angosta de aproximadamente 3.5 kms. de ancho en el litoral del pacífico, con un área de 30.25 - km², que constituyen el 2.29% del área total de la cuenca.

La precipitación en esta zona, varía de 500 mm a 855 - mm., como promedio anual. La biotemperatura va de 19°C a - 24°C, variando su altitud de 0 a 200 msnm.

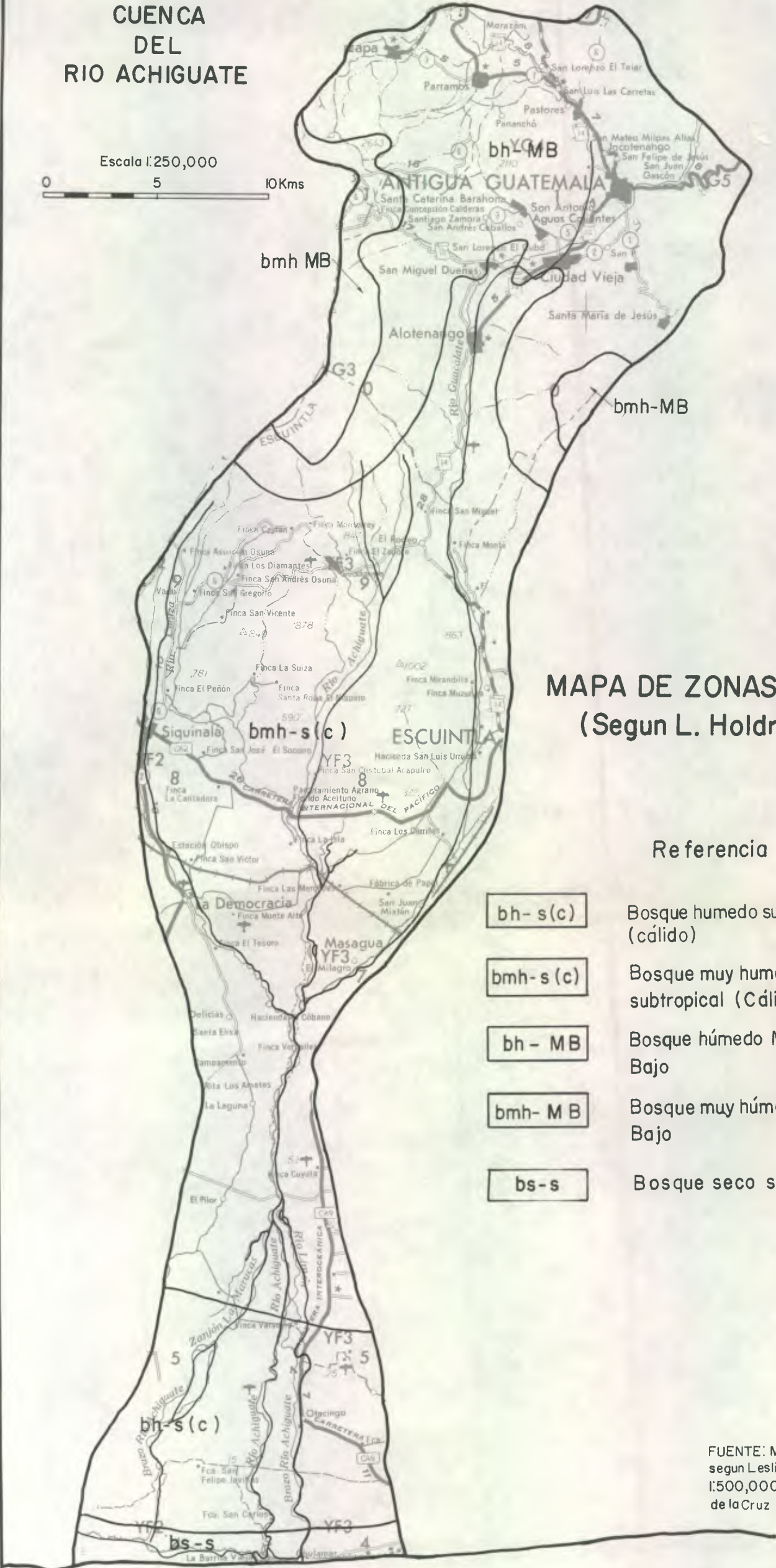
Los cultivos principales dentro de esta zona son: Pastos inundados, algodón, maíz, caña de azúcar; siendo además apto para la explotación ganadera bovina.

El gran potencial agrícola de esta zona podría ser notablemente incrementado con el riego.

En la figura 12 se muestra la ubicación de las zonas de vida mencionadas en la cuenca del río Achiguate. En el cuadro 3 se proporciona la cuantificación de cada zona de -

CUENCA
DEL
RIO ACHIGUATE

Escala 1:250,000
0 5 10Kms



MAPA DE ZONAS DE VIDA
(Segun L. Holdridge)

Referencia

- bh - s(c) Bosque humedo subtropical (cálido)
- bms - s (c) Bosque muy humedo subtropical (Cálido)
- bh - MB Bosque húmedo Montano Bajo
- bms - MB Bosque muy húmedo Montano Bajo
- bs - s Bosque seco subtropical

FUENTE: Mapa de zonas de vida, segun Leslie Holdridge, Escala 1:500,000 Modificado por Rene de la Cruz 1976 INAFOR

OCÉANO PACÍFICO

CUADRO No.3.

Zonas de vida (según L. Holdridge) en la cuenca del río Achiguate.

Zona de vida	Símbolo	Area (kms ²)	% del área total
Bosque húmedo Subtropical (cálido)	bh-S (c)	130.40	9.87
Bosque muy húmedo Subtropical (cálido)	bmh-S (c)	726.97	55.01
Bosque húmedo Monta no Bajo.	bh-MB	376.87	28.52
Bosque muy húmedo Montano Bajo	bmh-MB	57.01	4.31
Bosque Seco Subtro- pical.	bs-S	30.25	2.29

TOTALES 1321.50 100

vida dentro de la cuenca. (En el anexo 3 se dan las características generales de las zonas de vida que aparecen en esta cuenca).

5.1.9. Climáticas:

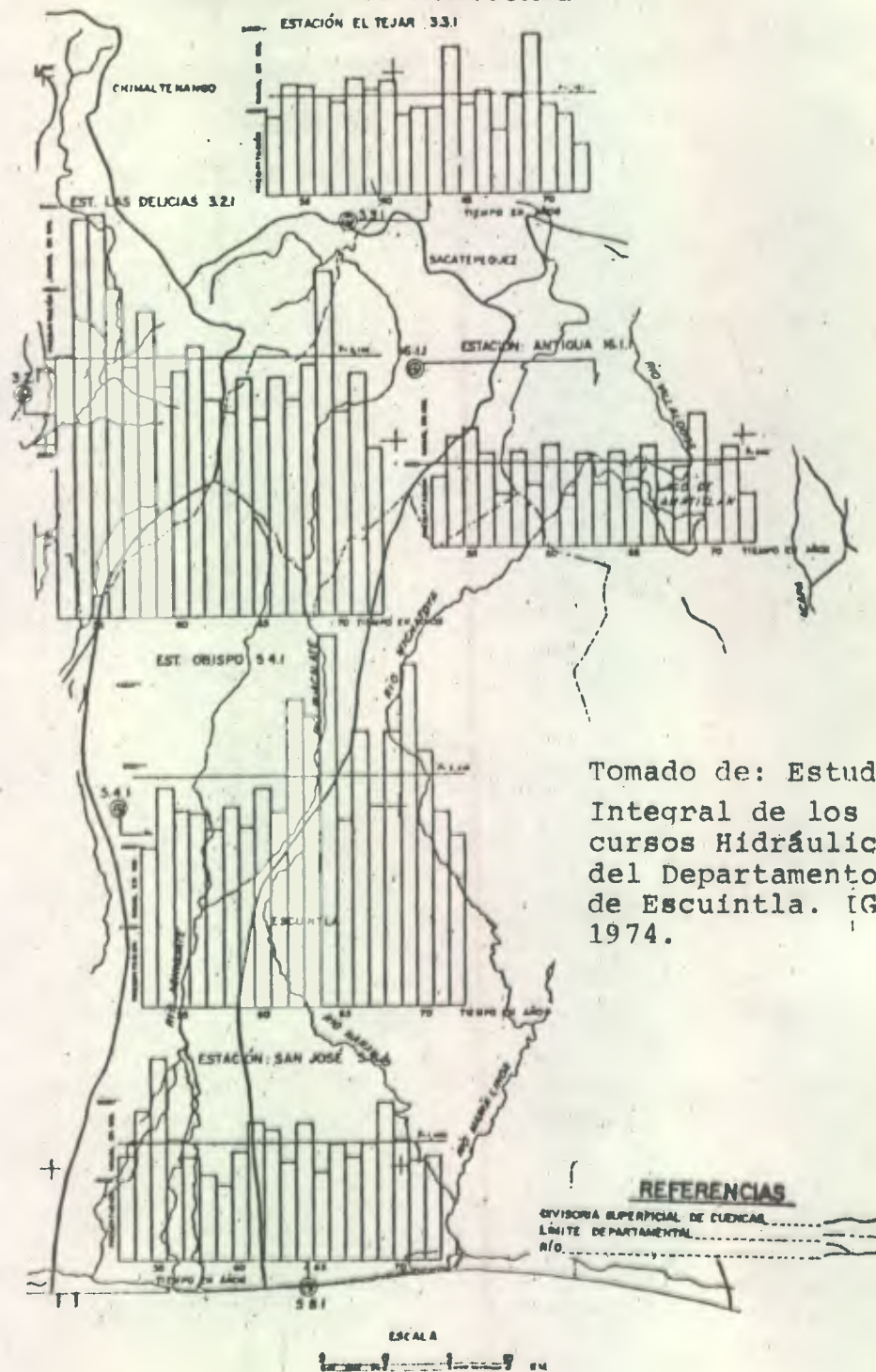
En la cuenca del río Achiguate se presentan 8 tipos diferentes de climas, según el sistema de Clasificación de Thornthwaite (31).

En la parte norte de la cuenca, abarcando algunos municipios de Chimaltenango y Sacatepéquez, el clima es templado, - con invierno benigno, húmedo, con invierno seco; existiendo - otra región aledaña al volcán de Agua con este mismo clima. - Luego, siempre al norte en el departamento de Sacatepéquez, - el clima es templado, con invierno benigno, subhúmedo, con invierno seco. En la parte media de la cuenca, de norte a sur, los climas que predominan son: mesotermal, con invierno benigno, húmedo, con invierno seco; mesotermal, sin estación fría, muy húmedo, sin estación seca bien definida; cálido, sin estación fría, muy húmedo, sin estación seca bien definida; cálido, con invierno benigno, muy húmedo, sin estación seca bien definida; cálido, sin estación fría, muy húmedo, con invierno seco; en ese orden. Finalmente, en la parte sur de la cuenca (del municipio de Escuintla al litoral del pacífico) el clima es cálido, sin estación fría, húmedo, con invierno seco (31). (Ver figuras 11,13,14,15,16,17 y 18).

5.1.10. Hidrográficas:

Entre los principales ríos que drenan la cuenca del río Achiguate, están: El río Achiguate, el río Guacalate y el río Ceniza. El río Achiguate tiene como afluentes principales al río Guacalate y río Ceniza y como afluentes de menor caudal: la quebrada zarca, río de las cantaderas o de las Pilas, río las Marías, riachuelo Cuncún, Riachuelo Monte Ramos

Fig. 13. HISTOGRAMAS DE PRECIPITACIÓN ANUAL
CUENCA DEL RIO ACHIGUATE



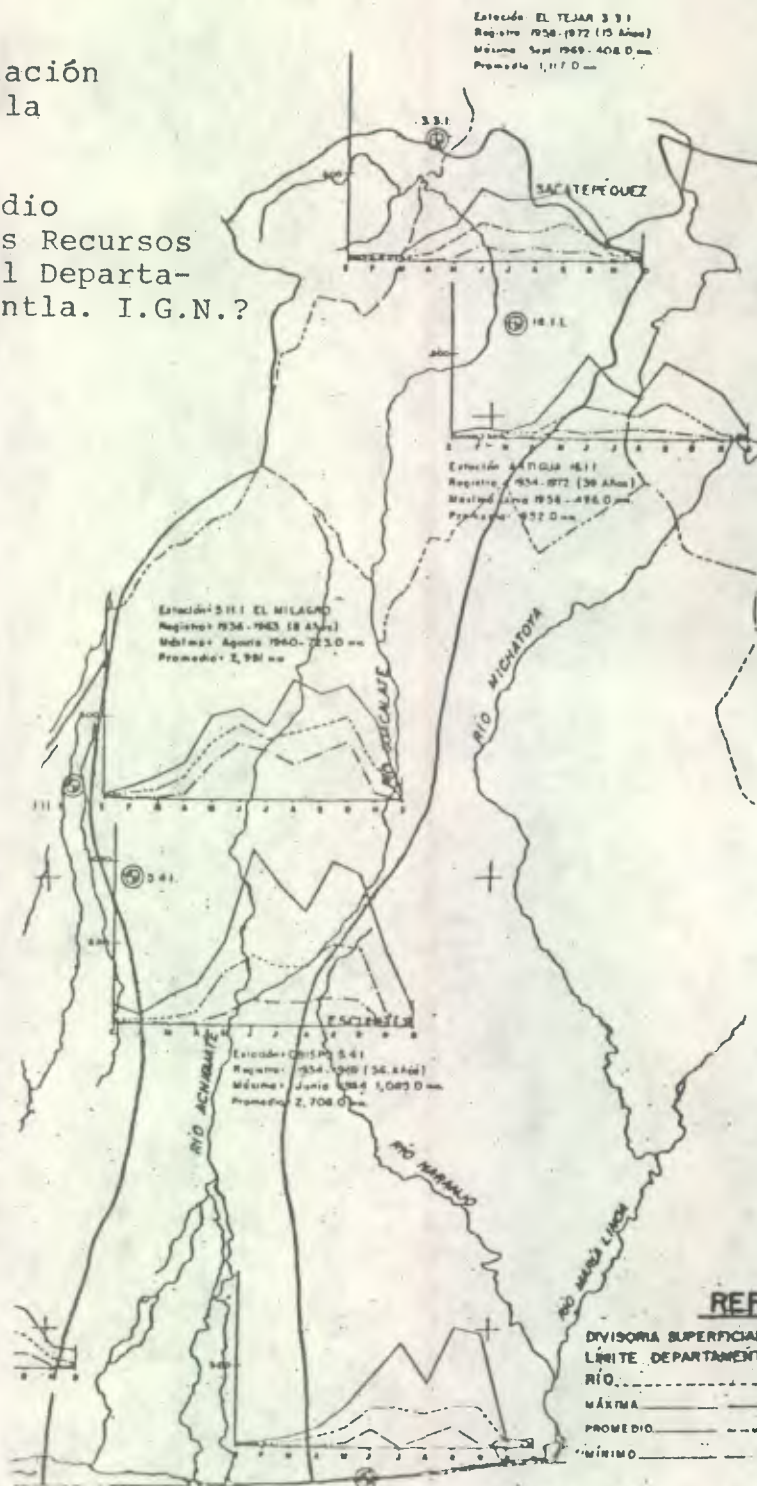
CUENCA DEL RIO ACHIGUATE

90°45'

Fig. 14.

Curvas de variación
estacional de la
lluvia.

Tomado de Estudio
Integral de los Recursos
Hidráulicos del Departamento de Escuintla. I.G.N.? 1,974.



Estación EL TEJAAL 3 31
Registro 1958-1972 (15 Años)
Máxima Sept 1969-408.0 mm
Promedio 1,117.0 mm

Estación SAN MIGUEL 4611
Registro 1954-1972 (39 Años)
Máxima Julio 1958-496.0 mm
Promedio 1,572.0 mm

Estación 5111 EL MILAGRO
Registro 1956-1963 (8 Años)
Máxima Agosto 1960-723.0 mm
Promedio 2,981.0 mm

Estación 5151 SAN JUAN 541
Registro 1954-1966 (12 Años)
Máxima Junio 1956-1,083.0 mm
Promedio 2,708.0 mm

REFERENCIAS

- DIVISORIA SUPERFICIAL DE CUENCAS
- LÍMITE DEPARTAMENTAL
- RÍO
- MÁXIMA
- PROMEDIO
- MÍNIMO

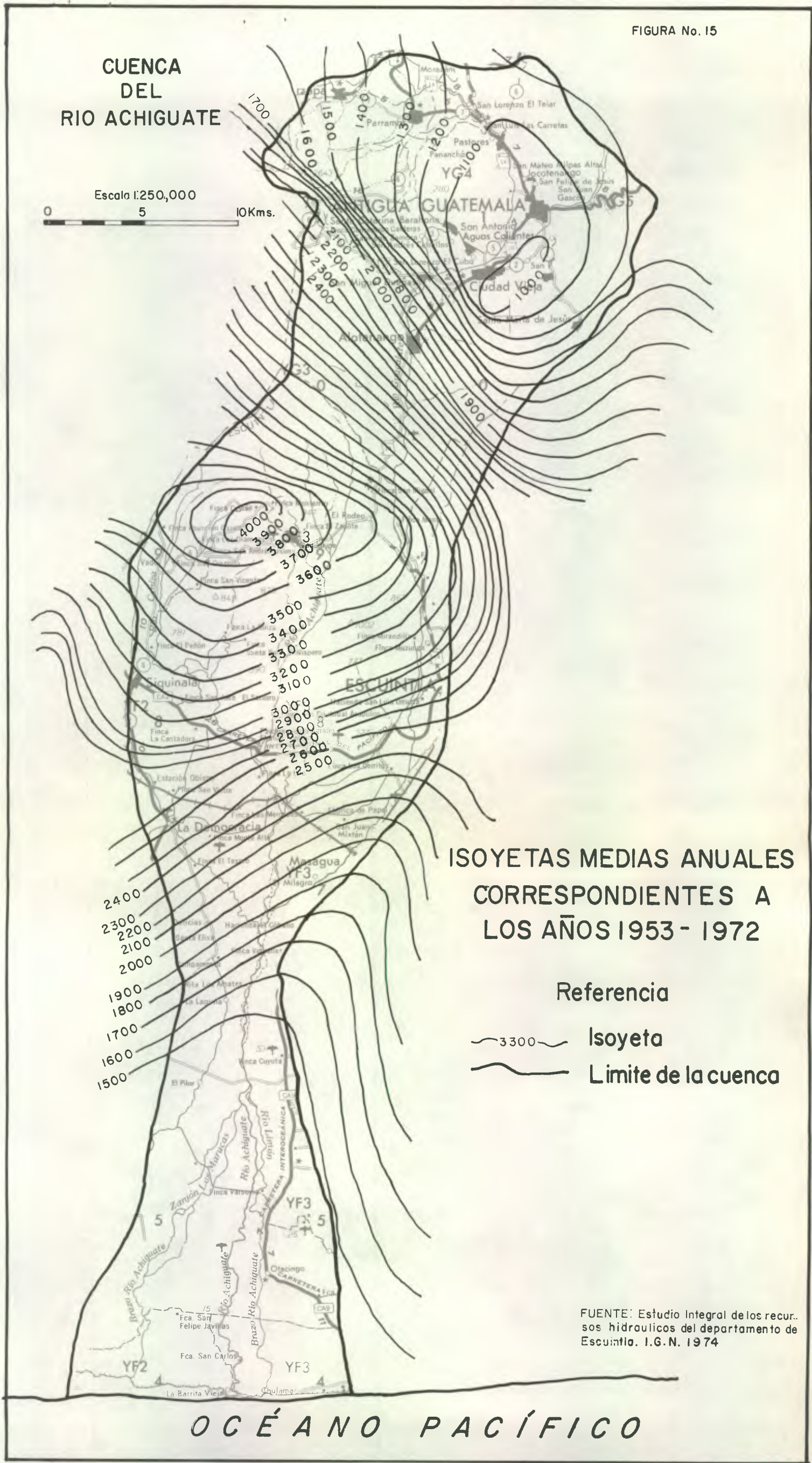
Estación 981 SAN JUAN
Registro 1947-1959 (12 Años)
Máxima Sept 1955-734.0 mm
Promedio 1,456.0 mm

ESCALA

1:25,000

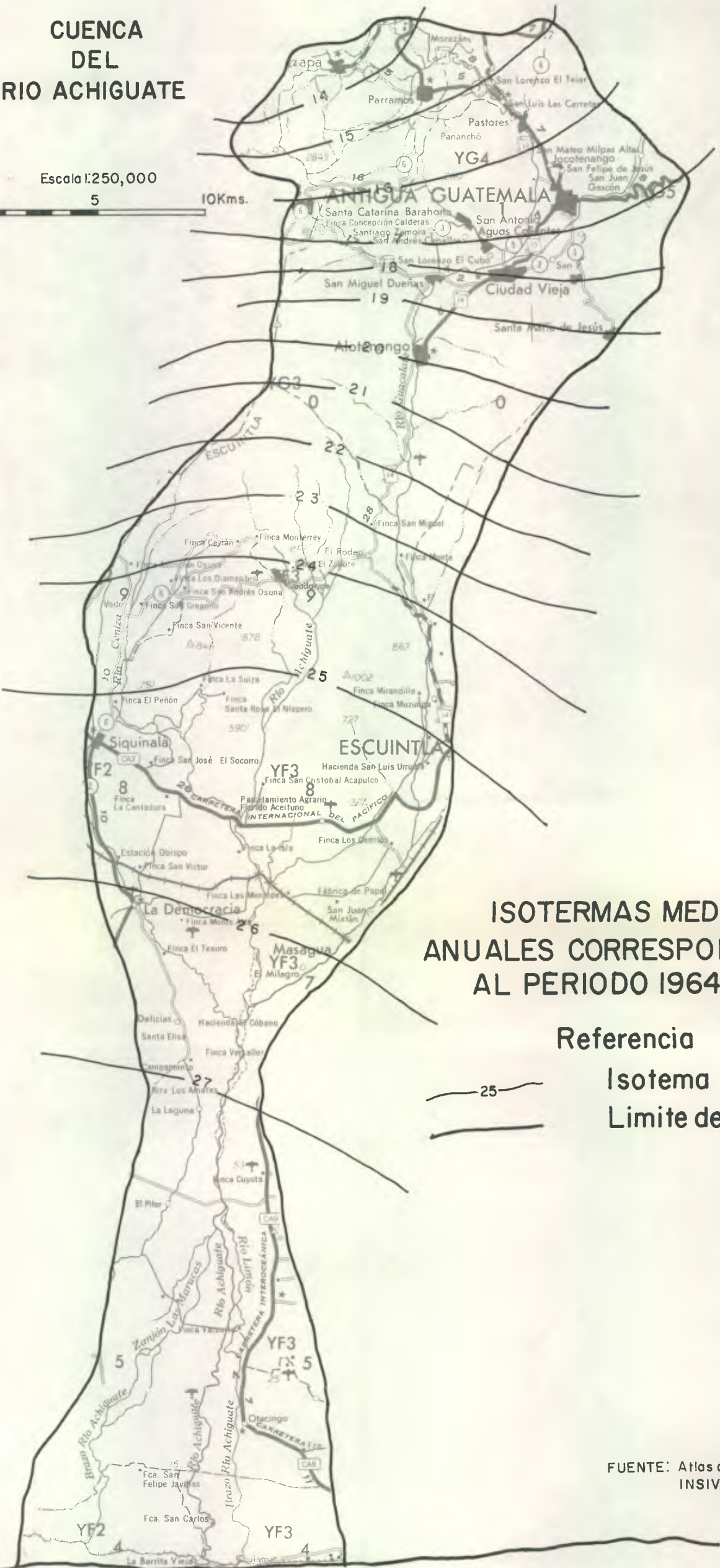
CUENCA
DEL
RIO ACHIGUATE

Escala 1:250,000
0 5 10Kms.



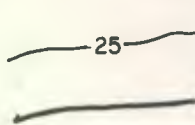
CUENCA
DEL
RIO ACHIGUATE

Escala 1:250,000
0 5 10Kms.



ISOTERMAS MEDIAS
ANUALES CORRESPONDIENTES
AL PERIODO 1964-1978

Referencia



Isotema
Limite de la cuenca

FUENTE: Atlas climatológico Nacional
INSIVUMEH. 1982

O C É A N O P A C Í F I C O

CUENCA
DEL
RIO ACHIGUATE

Escala 1:250,000

0 5 10Kms.

800

900

1000

1100

1200

1300

1400

1500

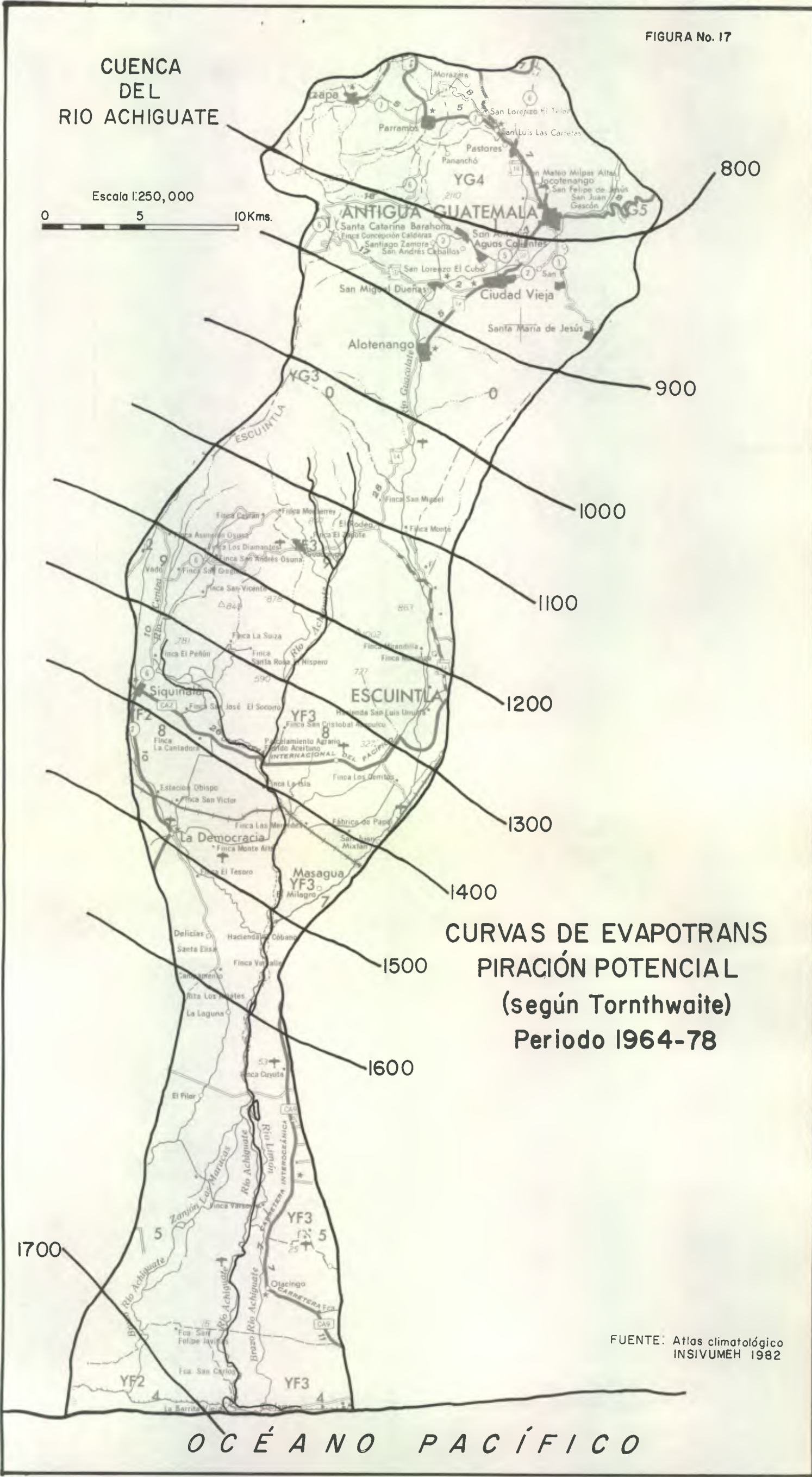
1600

1700

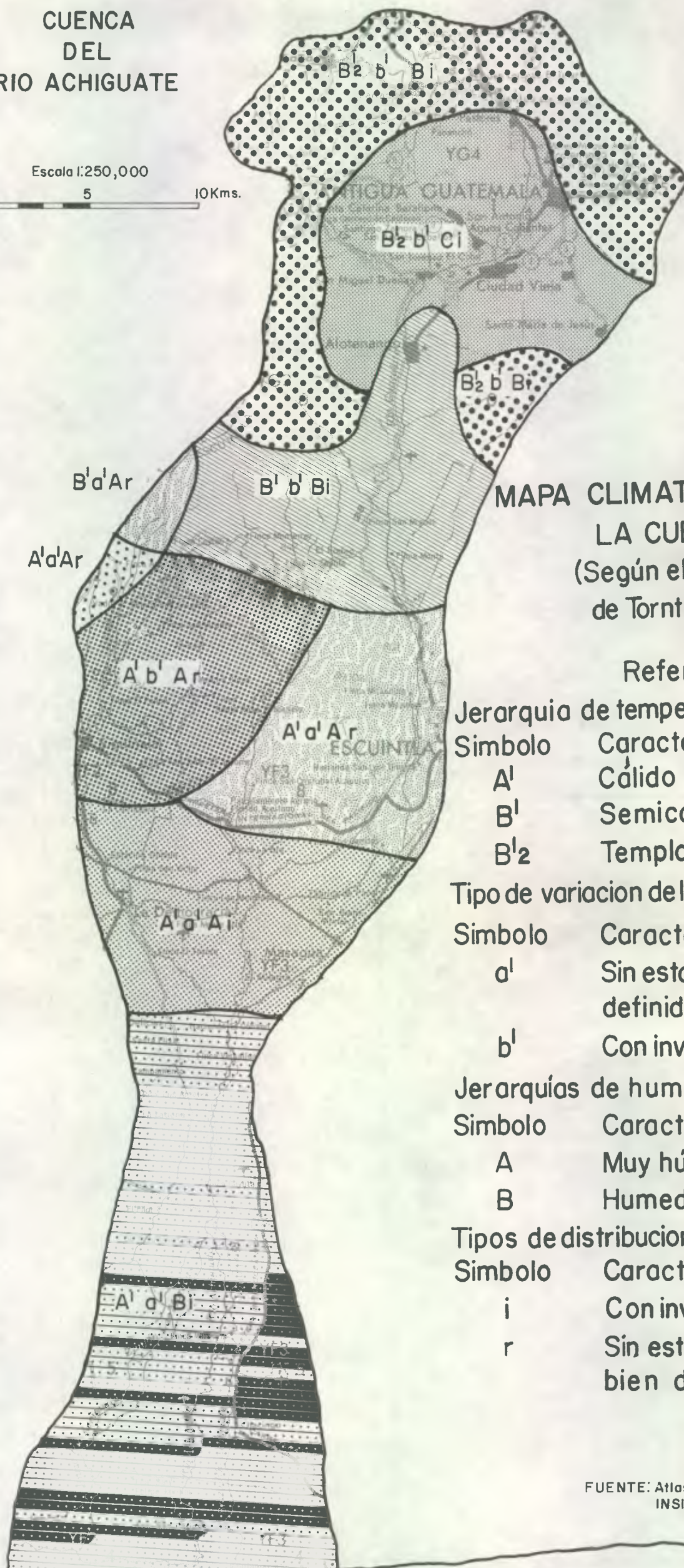
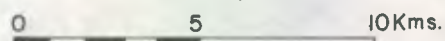
CURVAS DE EVAPOTRANS
PIRACIÓN POTENCIAL
(según Thornthwaite)
Periodo 1964-78

FUENTE: Atlas climatológico
INSIVUMEH 1982

O C É A N O P A C Í F I C O



0 5 10 Kms.



MAPA CLIMATOLOGICO DE
LA CUENCA
(Según el sistema
de Thornthwaite)

Jerarquía de temperatura	
Simbolo	Caracter del clima
A ¹	Cálido
B ¹	Semicálido
B ¹ ₂	Templado

Tipo de variación de la temperatura	
Simbolo	Caracter del clima
a ¹	Sin estación fría bien definida
b ¹	Con invierno benigno

Jerarquías de humedad	
Simbolo	Caracter del clima
A	Muy húmedo
B	Humedo

Tipos de distribución de la lluvia	
Símbolo	Carácter del clima
i	Con invierno seco
r	Sin estación seca bien definida

FUENTE: Atlas climatológico Nacional
INSIVUMEH 1982

OCEANO PACÍFICO

y río Botón Blanco, en su margen oeste; el río Los Encuentros formado a su vez por la quebrada Playa Trinidad, quebrada Las Cañas, río El Jute, río Aceituno, río Provincias, río Agua Zarca y río Escalante, por su margen este.

El río Achiguate nace en las faldas del volcán de Fuego, uniéndose con el río Los Encuentros a la altura de los $14^{\circ} 21' 43''$ latitud norte y $90^{\circ} 51' 30''$ longitud oeste, -- quién tiene su origen, también, en el volcán de Fuego. El río Achiguate continúa su recorrido hacia el sur, hasta -- unirse con el río Ceniza ($14^{\circ}16' 05''$ y $90^{\circ}53' 43''$) a la altura de la carretera que va de Escuintla a Santa Lucía Cotzumalguapa (CA-2).

El río Ceniza o platanares, tiene su origen también -- en el volcán de Fuego, pero al contrario del Achiguate, -- corre hacia la parte oeste del volcán. Este está formado por los ríos: Platanares, Melina, Cucunhá y Capulín.

Los ríos (Achiguate y Ceniza) corren por pendientes -- fuertes en la parte norte: + 32%; pendiente mediana, en la parte central: + 16% y pendiente suave en la unión de los ríos: + 4%. Juntos siguen su recorrido hacia el sur, con el nombre de Achiguate; recibiendo los afluentes: río Provincias (formado por el Aceituno y el Jute), Las Minas, -- Agua Zarca, Cuncuá y Escalante.

El río Guacalate tiene como principal afluente al río Pensativo, con el cual se une a la altura de Ciudad Vieja.

El río Pensativo nace en el Cerro El Rejón, en San -- Bartolomé Milpas Altas, con el nombre de río Colorado. En su recorrido hacia la Antigua Guatemala, se une con el río Santa María, Las Cañas, Manzano y río San Miguel; luego recibe al río El Sauce, antes de unirse con el Guacalate.

El río Guacalate nace con el nombre de Quebrada del -- Rastro, en Chimaltenango, al unirse con el río Itzapa que nace en la montaña El Soco (donde recibe el nombre de río La Virgen), en el municipio de Zaragoza. En su recorrido

recibe muchos afluentes, siendo los principales: El riachuelo Barranca Grande, río Parramos, riachuelo Tocán, Agua Caliente, Tizate y Paso de San Luis. El mismo es muy serpenteado (corre entre el 4% al 32% de pendiente) y se une al río pensativo, siguiendo su curso Sur-Oeste. Recibe las aguas del riachuelo Nimayá y de los ríos: Blanco, Agua Blanca, El Chorro, los Palines, El Cantil, Escalón, Limoncito y Tulipo; uniéndose, luego, con el río Achiguate a la altura de los $14^{\circ}00' 47''$ y $90^{\circ}50' 30''$. Aproximadamente un kilómetro hacia el Sur, se le une el río Mazate y luego, los ríos Limón y Botón Blanco; para desembocar en el canal de Chiquimulilla (25, 23). (Ver figuras 10 y 11).

5.1.11. Hidrológicas:

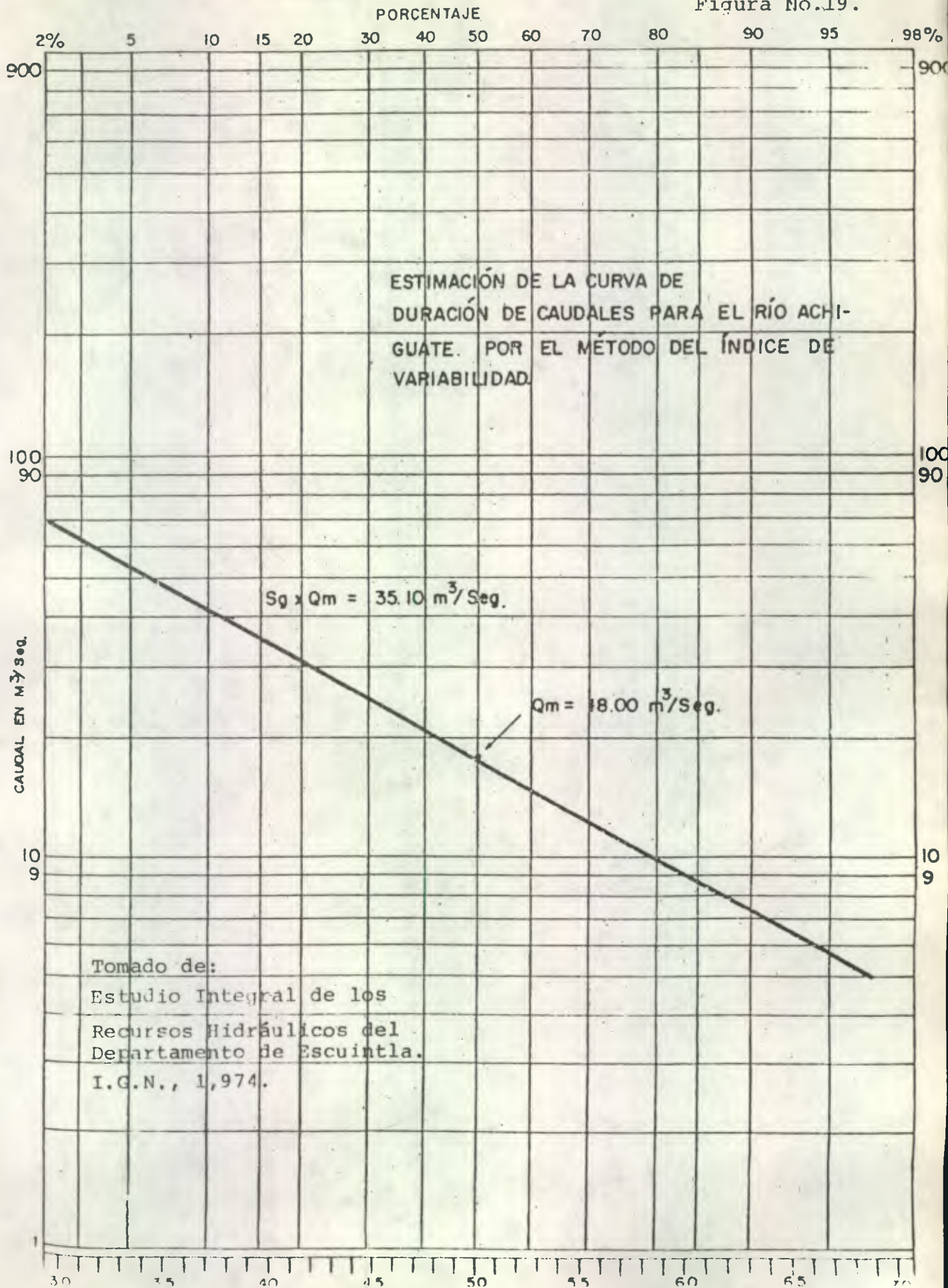
5.1.11.1. Curva de duración de caudales:

La cuenca del río Achiguate presenta un cauce con una dirección marcada de norte a sur, con afluentes tributarios que también corren en esta dirección. Prácticamente se puede dividir su recorrido en dos tramos, uno de pendiente fuerte que llega aproximadamente hasta la carretera del pacífico CA-2, a 200 msnm y otro tramo desde la carretera hasta la desembocadura, en el pacífico, de pendiente suave y material aluvial (*).

En el río Achiguate ha sido imposible medir su caudal por medio de estaciones de aforo de tipo permanente, ya que su fuerte pendiente y el volumen de sedimentos arras-
trados en épocas de lluvia deja un cauce inestable y con
muchas ramificaciones. Es por ello que en el período de 1971-1972 se determinó la curva de duración de caudales en forma sintética, a partir del análisis regional (cuencas de los ríos Madre Vieja, Coyolate, María Linda y Aguacapa) del índice de variabilidad.

*Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Estudio Integral de los Recursos Hidráulicos del Depto. de Escuintla: Guatemala, IGN, 1974. 166 p.

Figura No.19.



RÍO ACHIGUATE

CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES (Sintética)

ESTACIÓN= DESEMBOCADURA

NÚMERO= 5.2.1. H

CUENCA= ACHIGUATE

LATITUD= 14° 06' 45"

LONGITUD= 90° 57' 57"

ELEVACIÓN= 54.91 M.S.N.M.

CAUDALES= MEDIOS DIARIOS

PERÍODO= 1 AÑO (1971-1972)

ÁREA DRENADA= 1321.53 Kms²

PROMEDIO DE CAUDALES= 18.00 m³/Seg

ÍNDICE DE VARIABILIDAD= 0.29

CAUDALES CARACTERÍSTICOS DEDUCIDOS DE LA CURVA

VOLUMEN TOTAL ESCURRIDO= 677,956,197.6 m³

Q (CAUDAL PROMEDIO)= 21.50 m³/Seg

Q (CAUDAL PROMEDIO ENTRE EL 80% Y EL 20%)= 18.04 m³/Seg

MÁXIMO= 61.00 m³/Seg.

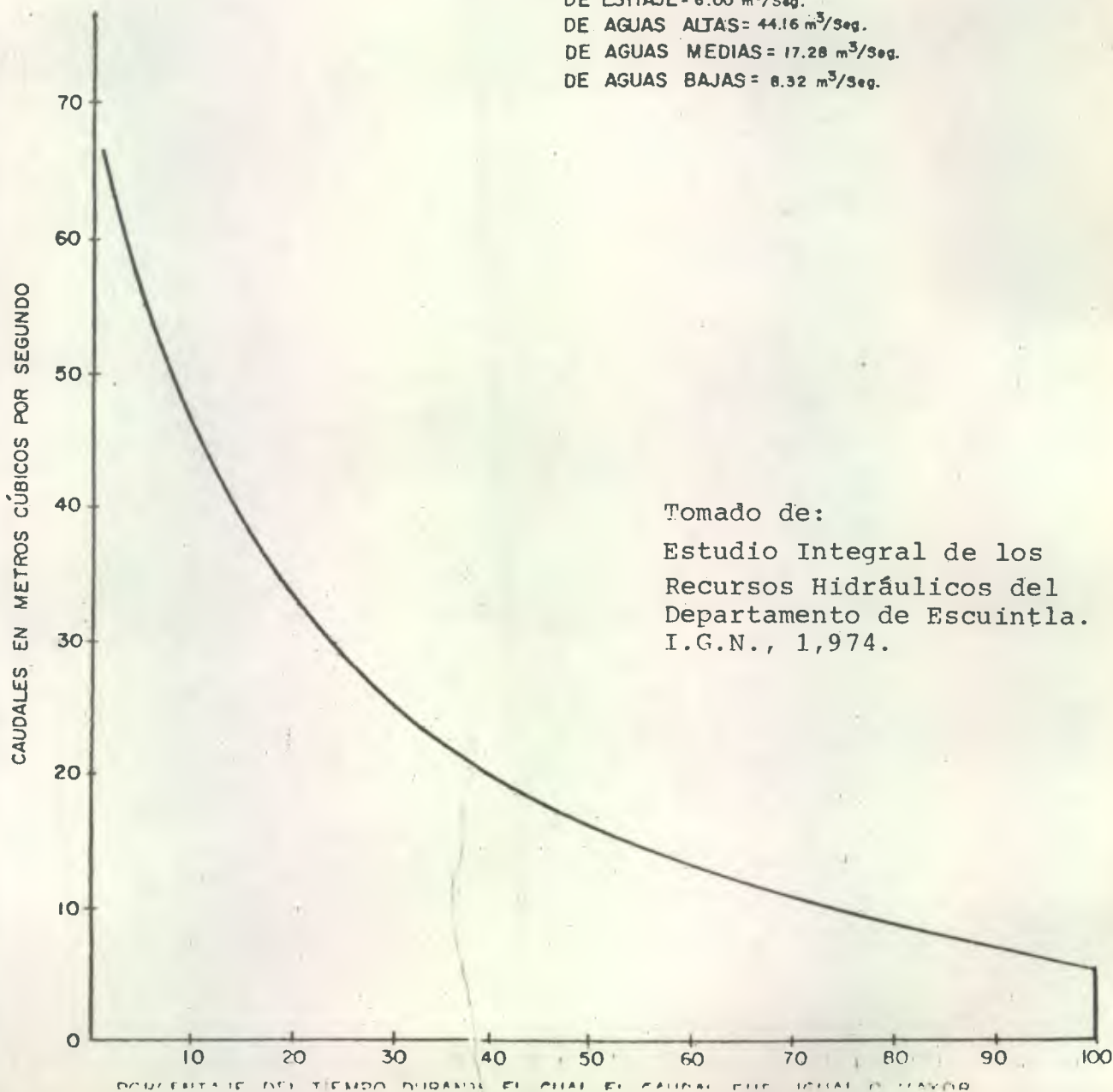
MEDIO= 16.25 m³/Seg.

DE ESTIAJE= 6.00 m³/Seg.

DE AGUAS ALTAS= 44.16 m³/Seg.

DE AGUAS MEDIAS= 17.28 m³/Seg.

DE AGUAS BAJAS= 8.32 m³/Seg.



Una curva de duración de caudales nos indica el porcentaje del tiempo durante el cual un determinado valor -- del caudal fue igualado o excedido en el período de registros cuyos datos fueron utilizados. La curva en sí, es -- una curva de frecuencias acumuladas (ver figuras 19 y 20).

El río Achiguate posee un régimen variable en épocas de lluvias, lo que representa muy poca posibilidad de almacenamiento en su cauce, por lo que la tendencia de su curva de duración de caudales es de fuertes pendientes, tanto en su extremo inferior como en su extremo superior. Sus caudales provienen en su mayor parte de escorrentía superficial llegando en épocas de lluvia a tener coeficientes -- de escorrentía altos, por encima del 60% (*).

La curva de duración de caudales, así como el índice de variabilidad obtenidos por interpolación regional, se -- determinaron para una estación hidrométrica supuestamente ubicada en la desembocadura del río Achiguate; ya que no -- existían, hasta 1,972, las estaciones Monte María y Desvío de Monte María, que fueron instaladas por el INDE en 1972 y 1973, respectivamente. (Dichas estaciones tienen la finalidad de generar información sobre caudales para la planta térmica ubicada en el municipio de Escuintla; las aguas del río Monte María sirven para enfriar las calderas de esta planta).

En 1969 el INDE inauguró la estación hidrométrica -- "Achigüipin", ubicada muy cerca del puente de la carretera -- CA-2 sobre el río Achiguate (aguas abajo); esta estación -- no registró ningún dato, ya que fue destruída completamente por el río durante el temporal que ocurrió ese mismo -- año.

En 1974 el INSIVUMEH puso a funcionar la estación hidrométrica "Alotenango", con ubicación en el Municipio de ese mismo nombre, en el departamento de Sacatepéquez; siendo ésta del tipo limnimétrica. (Ver cuadro 4 y anexo 4).

* Op. Cit.

CUADRO No. 4.

Estaciones hidrométricas en la cuenca del río Achiguate.

Clave	Estación	Tipo	Río	Inicio	Latitud	Longitud	Elevación (msnm)	Área (Km ²)	Departamento	Municipio	Localización	Años de Registro	Caudales extremos en todo el registro (m ³ /seg.)		Institución
													Máximo Inst.	Mínimo Prom. Diario	
05.01.03H	Monte María	Limnigráfica	Nacimiento Monte María	16/06/72	14°23' 23"	90°49' 02"	725	Nacimiento	Escuintla.	Escuintla.	Finca Monte María	8	2.310	0.520	INDE
05.01.04H	Desvío Monte María	Limnigráfica	Desviación Nacimiento Monte María	1/04/73	14°23' 23"	90°49' 02"	725	Nacimiento	Escuintla.	Escuintla.	Finca Monte María	7	1.880	1.050	INDE
06.10.01H	Alotenango	Limnigráfica	Guacalate	21/09/74	14°28' 56"	90°48' 26"	1,350	328.05	Sacatepéquez.	Alotenango	Bajo el Puente Antigua-Escuintla.	6	9.450	0.240	INSIVUMEH

De las estaciones hidrométricas que operan actualmente se llevan registros continuos hasta la fecha, pero no se ha calculado el índice de variabilidad para determinar la curva de duración de caudales; esto es posible de realizar en cada estación ya que se cuenta con los datos necesarios.

5.1.11.2. Aguas subterráneas:

Para analizar la capacidad de almacenamiento de aguas subterráneas en la zona de material aluvial (departamento de Escuintla, desde una altura de 200 msnm hasta el litoral del pacífico), es necesario acudir a las curvas de agotamiento en la época no influenciada por las precipitaciones; debido a que no existían registros limnigráficos, no se han hecho determinaciones del rendimiento de esta cuenca y, por lo tanto, no se tiene idea de los límites entre los cuales fluctúa el rendimiento de los acuíferos de esta zona.

En esta parte de la cuenca, debido a que la falta de agua es menos crítica en la época seca comparado con la parte alta o aguas arriba de la misma, los estudios sobre aguas subterráneas con fines de abastecimiento o servicio a poblaciones y de riego, se hacen menos necesarios.

Del Estudio Integral de los Recursos Hidráulicos del Departamento de Escuintla (*), publicado en 1974, se tiene información sobre el aprovechamiento de los recursos hidráulicos de la cuenca en la región mencionada anteriormente; entre estos, aprovechamientos de aguas subterráneas. (Ver anexo 4).

De la zona correspondiente a la cabecera de la cuenca, se tiene información^{1]} de un proyecto de aprovechamiento de

* Op. Cit.

^{1]} Ing. Agr. Víctor Aragón, Depto. Aguas Subterráneas, INSIVU MEH. Comunicación personal.

agua subterránea, que esta siendo realizada por el Departamento de aguas subterráneas del INSIVUMEH en la cuenca del río Guacalate (subcuenca del Achiguate), con fines de servicio de agua para algunas comunidades que están dentro de la cuenca.

Las actividades realizadas por el departamento de -- aguas subterráneas del INSIVUMEH, en la ejecución del proyecto, son: estudios geológicos, de geofísica, hidrológicos, hidrogeológicos, censos de pozos excavados y perforados y censo de manantiales.

Para la realización de los estudios meteorológicos, - esta institución instaló en toda la cuenca del río Guacalate una red de estaciones meteorológicas e hidrométricas.

Con el censo de pozos excavados, se han hecho histogramas, relacionado el % de pozos con la profundidad, para - evaluar la profundidad media de los mismos. El número de pozos censados oscila entre 800 a 1,000, en toda la cuenca. De estos se perforaron 10 pozos para hacer investigaciones hidráulicas en los acuíferos. En estas investigaciones se determinaron las siguientes características: transmisibilidad, permeabilidad y porosidad específica (coeficiente de almacenamiento).

En el departamento de Chimaltenango, cuyos suelos comprenden cenizas volcánicas, pómez y rellenos de piroclastos, el nivel estático del agua se encontró entre 50 a 70 metros de profundidad. En el valle de Antigua Guatemala, aluvial, con rellenos de arenas y gravas depositadas por - corrientes fluviales, el nivel estático medio de agua subterránea está entre 5 a 20 metros de profundidad; igual nivel se encontró en el municipio de Ciudad Vieja.

En el área montañosa (en los macizos volcánicos), los niveles de agua subterránea han sido muy variables y difíciles de determinar, debido a las características geológi

cas de la región.

De cada pozo censado se tienen datos de: Porosidad total, diámetro, niveles estático y dinámico y caudales de bombeo (lts./seg.).

Con los niveles estáticos de los pozos se elaboró un plano de curvas de igual nivel freático.

De estos pozos, algunos ya están en servicio para las comunidades y otros disponibles para empezar a prestarlo. En la sección 5.4. (programas de desarrollo en ejecución), se indica el tipo de servicio, cantidad de pozos que lo -- prestan, rendimiento y comunidades beneficiadas.

La curva de duración de caudales (figura 20), en su parte inferior indica un buen aporte de agua subterránea en la hidrología de la cuenca, de aproximadamente $8 \text{ m}^3/\text{seg}$, lo que da una idea de la participación de estas aguas, en el drenaje de la cuenca.

5.1.12. Socioeconómicas:

5.1.12.1. Demografía:

5.1.12.1.1. Población total:

Según el IX censo de población, realizado en diciembre de 1981, la población en los municipios que abarca total y parcialmente la cuenca del río Achiguate es de 313,541 habitantes. De este total el 48.74% pertenece a Escuintla, el 32.7% a Sacatepéquez y el 18.56% a Chimaltenango. (Ver cuadro 5).

5.1.12.1.2. Densidad de la población:

En el cuadro 5 se presenta la densidad de habitantes por municipio. Como puede observarse en dicho cuadro, la mayor densidad se presenta en el municipio de Sumpango, con 2,609 habitantes por kilómetro cuadrado. Esta es una alta densidad comparada con la densi-

CUADRO No.5.
Población según censo de 1,981. Superficie, densidad, categoría, altura (msnm.) y distancia de la cabecera; según municipio de la cuenca del río Achiguate.

M U N I C I P I O	Población (Habs)	Superficie (Kms ²)	Densidad (Habs./Km ²)	Categoría	Altura (msnm)	Distancia de la Cabecera municipal a la Departamental (Kms)
Chimaltenango	27,012	212	127	Ciudad	1,800	-----
San Andrés Itzapa	11,809	60	197	Pueblo	2,150	5
El Tejar	4,139	144	29	Pueblo	1,775	5
Parramos	3,928	16	245	Pueblo	2,225	10
Yepocapa	11,308	217	52	Pueblo	1,380	56
Antigua	27,014	78	346	Ciudad	1,530	--
Alotenango	8,980	95	95	Pueblo	1,388	14
Sumpango	13,046	5	2609	Pueblo	1,900	20
Pastores	5,520	19	291	Pueblo	1,650	10
Jocotenango	6,600	9	733	Pueblo	1,450	2
Magdalena Milpas Altas	3,849	8	481	Pueblo	2,030	12
Sn. Miguel Dueñas	4,737	35	135	Pueblo	1,500	11
Sn. Antonio Aguas Caltes	4,519	17	266	Pueblo	1,550	10
Sta. Lucia Milpas Altas	3,549	19	187	Pueblo	2,100	9
Sto. Domingo Xenacoj	3,602	37	97	Pueblo	1,850	20
Sta. Maria de Jesús	8,289	34	244	Pueblo	2,050	10
Sta. Catarina Barahona	1,436	31	46	Pueblo	1,450	13
Ciudad Vieja	11,400	51	224	Pueblo	1,519	5
Escuintla	73,688	332	222	Ciudad	347	--
San José	23,099	280	82	Pueblo	2	51
Masagua	20,377	448	45	Pueblo	110	15
La Democracia	12,633	320	39	Pueblo	165	35
Siquinalá	8,616	168	51	Pueblo	337	26
Palín.	14,391	88	164	Pueblo	1,048	17

T O T A L... 313,541

FUENTE: Dirección General de Estadística. IX censo de población, cifras preliminares, diciembre 1,981 y IV de habitación.

dad promedio nacional, que es de 56 habitantes por kilómetro cuadrado.

La densidad promedio en los municipios que abarca la cuenca en estudio es de 292 habitantes por kilómetro cuadrado; que aún es una densidad elevada, comparándola con la densidad promedio nacional.

En terminos generales, se observa una densidad de población mayor en la parte alta de la cuenca que en la parte baja.

5.1.12.1.3. Analfabetismo:

De acuerdo con el VIII censo de población, realizado en 1973, se puede observar que el 45.26% de la población de 7 años y más de edad, es analfabeta. De esta, el 43.62% son hombres y el 56.38% son mujeres.

El municipio que más analfabetismo tiene, en su población con edad igual o mayor de 7 años, es San Andrés Itzapa, con el 68.2%, seguido de Yepocapa con el 67.7%; ambos del departamento de Chimaltenango. Le sigue Sumpango (63%) y Santa María de Jesús (62.64%), del departamento de Sacatepéquez. El municipio de Escuintla, aún cuando es el que tiene más analfabetos dentro de la cuenca, solamente tiene el 40.27% de analfabetismo en su población de 7 años y más. (Ver cuadro 6).

5.1.12.1.4. Asistencia escolar:

La mayoría de la población con edad entre 7 y 29 años, no asisten a ningún centro educativo.

Según el censo de población realizado en 1973, hasta ese año existían en la cuenca 127,468 personas con una edad entre 7 a 29 años. De este total, 87, 840 (68.63%) no asistían a ningún centro educativo.

CUADRO No.6.

Población de 7 años y más de edad, por alfabetismo y sexo, según municipio, área urbana y rural, en la cuenca del río Achiguate.

M U N I C I P I O	Ambos Sexos	Hombres	Mujeres	A L F A B E T A			A N A L F A B E T A			Ignorada
				Ambos Sexos	Hombres	Mujeres	Ambos Sexos	Hombres	Mujeres	
Chimaltenango	15,616	7,801	7,815	8,234	4,813	3,421	7,367	2,979	4,388	15
San Andrés Itzapa	6,553	3,288	3,265	2,081	1,224	857	4,469	2,062	2,407	2
El Tejar	2,345	1,196	1,149	1,570	886	684	774	310	464	1
Parramos	2,476	1,268	1,208	1,089	666	4,223	1,385	601	784	2
Yepocapa	8,017	4,381	3,636	2,584	1,735	849	5,429	2,645	2,784	4
Antigua	21,875	10,509	11,366	16,934	8,804	8,130	4,970	1,695	3,225	21
Alotenango	5,785	3,060	2,725	2,704	1,728	976	3,075	1,328	1,747	6
Sumpango	7,855	3,914	3,941	2,905	2,002	903	4,945	1,910	3,035	5
Pastores	3,576	1,825	1,751	2,470	1,418	1,052	1,102	404	698	4
Jocotenango	2,655	1,342	1,313	1,811	1,032	779	841	310	531	3
Magdalena Mipás Altas	2,266	1,186	1,080	1,465	914	551	800	272	528	1
San Miguel Dueñas	3,298	1,736	1,562	1,872	1,111	761	1,425	624	801	1
Sn. Antonio Aguas Caltes.	3,064	1,524	1,540	2,113	1,224	889	951	300	651	--
Sta. Lucía Milpas Altas	1,970	1,030	940	1,391	775	616	579	255	324	--
Sto. Domingo Xenacoj	2,147	1,081	1,066	942	639	303	1,203	441	762	2
Sta. María de Jesús	5,535	2,854	2,681	2,066	1,540	526	3,467	1,313	2,154	2
Sta. Catarina Barahona	920	462	458	666	363	303	254	99	155	--
Ciudad Vieja	6,948	3,471	3,477	4,021	2,297	1,724	2,927	1,174	1,753	--
Esquintla	50,816	26,811	24,005	30,232	17,406	12,826	20,463	9,352	11,111	121
San José	15,113	8,035	7,078	8,435	5,004	3,431	6,675	3,030	3,645	3
Masagua	13,665	7,296	6,369	5,947	3,537	2,410	7,693	3,744	3,949	25
La Democracia	8,940	4,833	4,107	3,822	2,287	1,535	5,111	2,544	2,567	7
Siquinalá	6,157	3,296	2,861	3,185	1,901	1,284	2,972	1,395	1,577	--
Palín	7,441	3,826	3,615	3,471	2,128	1,343	3,963	1,692	2,271	7
T O T A L..	205,033	106,025	99,008	112,010	65,434	50,376	92,790	40,479	52,311	

FUENTE: Dirección General de Estadística. VIII censo de población 1,973.

Haciendo un análisis comparativo entre el número de personas que asisten y el número de personas que no asisten a ningún centro educativo, podemos observar que en cada municipio dentro de la cuenca, el porcentaje de inasistencia escolar es mayor que el de asistencia. Santo Domingo Xenacoj es el municipio con más inasistentes escolares, con el 82.92%; le sigue el municipio de Yepocapa con el 81.96% y San Andrés Itzapa con 79.66% de inasistencia. --- (Ver cuadro 7).

5.1.12.1.5. Nivel de Instrucción:

De la población que --- asiste a centros educativos en los municipios estudiados, el 67.03% lo hace hasta sexto grado de primaria, el 8.34% llega a educación básica, el 4% a educación diversificada y únicamente el 0.6% llega a educación superior.

En el municipio de Antigua es donde se encuentra la mayor cantidad de personas que reciben educación superior --- (representando el 52% del total), lo cual indudablemente se debe a lo relativamente cercano de la población a las --- Universidades de la ciudad capital. (Ver cuadro 7).

5.1.12.1.6. Población económicamente activa:

Según el VIII censo de población, realizado en 1973, en todos los municipios que están comprendidos total o parcialmente dentro de la cuenca del río Achiguate, la población de 10 años y más económicamente activa (ocupada y desocupada) suma un total de --- 80,881; con una tasa promedio de actividad de 45.34 (urbana y rural). En el área urbana se tienen 44,166 personas económicamente activas que hacen un 54.61% del total, con una tasa promedio de actividad de 45.23. En el área rural existen 36,215 personas que hacen un 44.78% del total, con una tasa promedio de actividad de 43.47, lo que indica que

CUADRO No. 7.

Población de 7 a 29 años de edad, por asistencia escolar y último grado aprobado, por municipio en la cuenca del río Achiquate.

M U N I C I P I O	Total ambos sexos	Asisten	Ningún grado	Primaria	Media	Diversificado	Superior	No. asisten
Chimaltenango	10,096	3,636	525	2,298	469	316	22	6,419
Sn. Andrés Itzapa	3,993	803	163	572	161	47	18	3,181
El Tejar	1,488	571	120	414	28	7	1	913
Parramos	1,472	365	116	222	18	9	--	1,105
Yepocapa	4,984	878	341	528	5	-	1	4,085
Antigua	13,696	6,399	577	3,702	1,270	702	121	7,178
Alotenango	3,441	848	204	626	13	3	--	2,557
Sumpango	4,914	1,081	341	723	12	2	--	3,823
Pastores	2,155	718	131	539	40	4	2	1,430
Jocotenango	1,646	584	97	421	35	27	4	1,049
Magdalena Milpas Altas	1,342	410	120	290	--	--	--	929
San Miguel Dueñas	1,947	516	103	388	14	9	--	1,419
San Antonio Aguas Calientes	1,820	625	159	440	16	7	--	1,191
Sta. Lucía Milpas Altas	1,233	439	110	322	3	2	1	787
Sto. Domingo Xenacoj	1,247	212	46	162	2	--	1	1,034
Sta. María de Jesús	3,379	592	150	436	3	1	1	2,782
Sta. Catarina Barahona	507	202	47	153	--	--	--	305
Ciudad Vieja	4,186	1,148	281	742	89	30	4	3,031
Escuintla	31,578	10,414	1,755	7,426	821	331	51	20,945
San José	9,677	2,836	624	2,067	119	14	1	6,283
Masagua	8,641	2,035	628	1,371	26	4	--	6,572
La Democracia	5,644	1,174	278	862	20	8	4	4,406
Siquinalá	3,801	1,057	316	507	30	6	--	2,738
Palín	4,581	1,193	383	752	36	15	2	3,318
T O T A L....	127,468	38,736	7,615	25,963	3,230	1,545	234	87,480

FUENTE: Dirección General de Estadística. VIII censo de población, 1973.

existe mayor tasa de actividad en el área urbana de todos los municipios de la cuenca. Este resultado es contradictorio, y se debe a que en el censo realizado se excluyó a las amas de casa y a los niños, quienes, en el área rural, tienen una gran participación en la realización de las actividades agrícolas; esto, principalmente, en los municipios de la parte alta de la cuenca. (Ver cuadro 8).

5.1.12.1.7. Natalidad y Mortalidad:

Se consultaron el registro de población estimada para 1,980 y la tabulación manual de nacimientos y defunciones del año 1,980 para obtener los índices de natalidad (I.N.) y mortalidad (I.M), para 1,980, presentados en el cuadro 8. Estos índices están en valores por mil de población.

De los resultados presentados, se nota que la relación natalidad-mortalidad es muy variable entre todos los municipios de la cuenca, pero siempre la natalidad es mayor que la mortalidad. De esta relación se puede inferir o estimar la población que habrá en futuras fechas.

El mayor índice de natalidad lo tiene el municipio de Antigua, con 61.70‰, pero también su índice de mortalidad es uno de los más elevados de la región (15.58‰).

Los índices para toda la región que abarca la cuenca, son: de natalidad el 36.26 ‰ y de mortalidad el 10.52 ‰. Puede considerarse los de Antigua, comparados con estos, - como muy elevados.

5.1.12.2. Tenencia de la tierra:

5.1.12.2.1. Tipos de tenencia, Número y Extensión:

Según el III censo nacional agropecuario realizado en abril de 1979, la tenen-

CUADRO No. 8.

Población de 10 años y más de ambos sexos, económicamente activa (ocupada y desocupada) por área rural y urbana. Tazas de actividad por área, índices de Natalidad (IN) y Mortalidad (IM) (por mil) por municipio en la cuenca del río Achiguate, para el año 1,980.

M U N I C I P I O	Total	Urbana	Rural	Taza de Ac- tividad (Ur- bana y Rural)	Taza de Ac- tividad (Ur- bana)	Taza de Ac- tividad (Rural)	Año 1,980	
							I.N. (‰)	I.M. (‰)
Chimaltenango	5,353	3,377	1,976	38.8	37.9	40.6	44.78	8.93
San Andrés Itzapa	2,593	1,447	646	44.7	44.9	44.3	44.66	12.20
El Tejar	821	594	227	39.8	37.5	47.1	29.60	7.40
Parramos	957	734	223	43.5	42.5	47.3	42.78	7.64
Yepocapa	3,111	835	2,276	44.0	41.1	45.1	47.23	12.16
Antigua	8,544	5,777	2,767	43.6	42.7	45.7	61.70	15.58
Alotenango	2,335	1,752	583	45.9	46.0	45.4	33.92	8.89
Sumpango	2,984	2,188	796	43.5	43.5	43.3	45.32	7.71
Pastores	1,494	871	623	47.3	47.3	47.3	29.87	8.35
Jocotenango	1,013	899	114	43.3	43.6	40.7	40.62	15.69
Magdalena Milpas Altas	958	634	324	47.7	46.0	51.2	30.51	8.94
San Miguel Dueñas	1,299	849	450	44.9	44.5	45.6	36.31	8.94
San Antonio Aguas Caltes.	1,169	1,026	143	43.1	46.1	29.4	36.33	8.03
Sta. Lucía Milpas Altas	750	245	505	43.8	42.7	44.4	31.51	9.70
Sto. Domingo Xenacoj	858	815	43	45.2	45.0	50.0	58.86	17.98
Sta. María de Jesús	2,290	2,264	26	46.3	46.3	54.2	41.02	9.17
Sta. Catarina Barahona	500	500	---	61.1	61.1	----	31.59	7.74
Ciudad Vieja	2,874	2,312	562	46.1	45.8	47.6	35.84	8.79
Escuintla	20,271	10,100	10,171	44.9	42.7	47.4	31.76	12.25
San José	5,923	3,142	2,781	44.5	47.5	41.6	26.91	7.89
Masagua	5,620	373	5,247	47.7	46.3	47.8	30.81	7.77
La Democracia	3,664	584	3,080	46.7	47.5	46.6	29.27	9.28
Siquinalá	2,521	691	1,830	46.2	50.1	44.8	27.28	8.16
Palín	2,979	2,157	822	45.5	45.3	45.8	23.37	8.35
T O T A L E S:	80,881	44,166	36,215					

FUENTE: Dirección General de Estadística. VIII censo de población, serie 3, Tomo I, 1973; Registro de población estimada por departamentos y municipios, años 1,974 a 1,985. Guatemala, 1,979 y tabulación manual de nacimientos y defunciones, año 1,980.

cia de la tierra se encuentra dividida en 11 tipos diferentes. Esta clasificación puede verse en el cuadro 9.

Dentro de la cuenca del río Achiguate existen 25,890 explotaciones con una extensión total de 307,960.733 manzanas. De este total, 18,486 (equivalentes al 71.33%) se encuentran en propiedad, con una extensión de 288.84 manzanas (equivalentes al 93.7% de la extensión total), constituyéndose así en el tipo de tenencia mayoritario, tanto en número como en extensión.

El tipo de tenencia que le sigue, tanto en número como en extensión mayoritaria dentro de la cuenca, es la arrendada ya que existen 2,274 tipos (8.7% del total) con una extensión de 7,597.88 manzanas (2.52% de la extensión total).

Existe un marcado contraste entre la parte alta (cabecera) y la parte baja de la cuenca (costa sur), en cuanto al número de unidades de explotación propias y su extensión; ya que, mientras en la parte alta se reduce la extensión y aumenta el número (minifundios), en la parte baja ocurre a la inversa: aumenta la extensión y disminuye el número (latifundios). Por ejemplo, el municipio de Chimaltenango, de la parte alta de la cuenca, existen 1,602 unidades propias con una extensión de 3,377.12 manzanas que hacen un promedio de 1.25 manzanas por propietario; mientras que en el municipio de la Democracia, en la parte baja de la cuenca, existen 547 unidades con una extensión total de 41,963.61 manzanas, que hacen un promedio de 76.72 manzanas por propietario. (Ver cuadro 10).

5.1.12.2.2. Distribución de la tierra:

Tomando como base los datos reportados por el censo nacional agropecuario de 1979, se presenta en el cuadro 10, la forma en que se encuentra

CUADRO No. 9.

Tipos de tenencia de la tierra, número ("N") y extensión ("E") en manzanas por municipio, en la cuenca del río achiguate.

MUNICIPIO.	Propias	arrendadas	Colonatas	Comuneros	Ocupantes	Otras formas SIAPIS.	Propias/arren- dadas.	Propias/Co- lonatas.	Propias Comunal	Otras for- mas mixtas	TOTAL.
Chimaltenango	N 1,602 E 3,377.12	174 119.76	17 26.88	44 2.41	2 1.28	5 4.11	300 445.83	---	2 2.56	24 65.92	2,170 4,045.87
San Andrés Itzapa	N 914 E 2,336.08	324 300.08	1 0.96	24 0.42	1 0.32	4 2.08	191 396.28	---	---	13 31.84	1,472 3,068.06
El Tejar	N 374 E 485.63	57 32.96	---	22 0.34	1 0.32	3 1.92	63 67.84	2 1.44	1 0.64	9 10.00	532 601.09
Parramos	N 460 E 1,067.90	63 67.36	2 1.60	7 0.09	4 2.72	1 0.48	140 244.003	2 4.96	1 0.32	10 12.48	690 1,401.943
Yepocapa	N 322 E 24,475.05	75 38.97	6 2.00	---	1 1.92	---	7 12.56	1 1.76	1 1.62	1 1.92	414 24,935.80
Antigua	N 637 E 4,421.50	33 26.28	60 82.20	22 8.13	---	---	57 91.04	---	6 4.80	10 33.56	825 4,667.51
Alotenango	N 560 E 6,132.20	113 105.48	70 42.04	11 0.30	---	2 1.28	38 90.49	1 0.96	---	5 12.16	800 6,384.91
Sumpango	N 1,237 E 3,134.61	46 33.44	5 4.16	2 0.08	3 3.20	5 4.92	375 605.12	---	---	27 41.20	1,700 3,826.65
Pastores	N 448 E 1,780.55	90 87.48	1 0.68	4 0.63	3 1.56	---	123 170.56	---	15 10.60	18 15.44	702 2,067.50
Jocotenango	N 64 E 44.22	21 43.04	3 1.76	3 4.48	1 0.80	1 0.96	27 37.57	---	11 15.68	3 3.68	134 852.19
Magdalena Milpas Altas.	N 388 E 484.31	16 9.44	---	52 45.12	2 2.48	---	14 18.28	---	29 28.48	3 1.92	504 590.03
San Miguel Dueñas.	N 435 E 3,141.92	42 39.00	23 35.00	5 0.19	1 0.80	1 0.80	47 204.26	4 7.28	1 0.64	13 27.39	572 3,457.28
San Antonio	N 280 E 1,315.17	82 44.06	---	1 0.02	---	---	80 103.80	---	---	3 4.32	446 1,467.37
Aguas Calientes	N 415 E 361.04	11 4.13	14 17.28	2 0.20	1 0.06	---	6 3.80	---	5 2.56	2 3.04	456 992.11
Santa Lucía Mil- pas Altas	N 367 E 439.07	10 7.48	---	---	---	---	44 43.40	2 0.82	---	---	423 490.77
Santo Domingo Xenacoj.	N 559 E 1,440.93	47 37.16	---	1 0.01	---	---	18 33.28	---	---	6 288.28	631 1,799.66
Santa María de Jesús	N 120 E 131.74	37 14.92	---	1 0.06	---	---	12 14.24	---	2 6.72	---	172 169.68
Santa Catarina Barahona	N 714 E 2,870.15	176 153.60	29 28.64	7 1.16	---	2 1.60	92 207.20	---	---	2 2.24	1,022 3,264.59
Ciudad Vieja	N 3,683 E 69,749.66	211 1,277.14	177 203.01	702 276.82	2 0.56	13 12.55	71 136.48	2 7.94	---	52 152.10	4,913 71,816.26
Escuintla	N 1,748 E 27,168.94	218 440.21	42 185.00	296 14.59	27 139.12	23 17.44	67 282.28	---	1 1.18	14 526.60	2,436 28,775.36
San José	N 1,743 E 70,111.28	298 1518.42	56 73.72	258 53.52	6 4.60	54 72.40	45 204.68	3 1.55	---	40 544.28	2,503 72,584.45
Masagua	N 547 E 41,365.61	66 2226.85	222 154.89	112 3.44	6 4.28	7 7.64	16 3,193.90	---	0.00	1,229.52	43,786.13
La Democracia	N 263 E 14,267.27	49 645.84	69 30.24	5 0.04	3 2.80	1 0.16	41 173.36	---	---	3 0.00	434 15,119.71
Siquinalá	N 588 E 6,554.89	15 324.78	32 17.14	232 114.79	2 2.85	---	14 43.48	---	48 127.54	4 9.55	936 7,195.81
Palín											
TOTALES:	N 18,468 E 288,558.84	2274 7597.88	829 90.72	1,813 526.75	66 169.67	123 129.14	1,888 6,823.763	17 26.71	124 203.34	288 3017.44	25,890 307,960.733

CUADRO NO. 10.

Número de las Fincas por tamaño, según municipio, en la cuenca del río Achiguate

M U N I C I P I O	Menores de una Cuerda	1 Cuerda a 1 1/2 Manzanas	1 Manza a 2 Manzanas	2 Manzanas a 5 Mz.	5 Mz. a 10 Mz.	10 Mz. a 32 Mz.	32 Mz. a 64 Mz.	1 Cabs a 10 Cabs.	10 Cabs a 20 Cabs.	20 Cabs a 50 Cabs.	50 Cabs a 100 Cabs.	100 Cabs a 200 Cabs.	Mayor de 200 Cabs.	Total.
Chimaltenango	435	1,002	431	223	45	20	9	4	1	--	--	--	--	2,170
San Andrés Itzapa	179	615	346	235	59	30	6	2	--	--	--	--	--	1,472
El Tejar	137	229	103	47	10	5	1	--	--	--	--	--	--	532
Parramos	64	282	181	123	27	9	2	2	--	--	--	--	--	690
Yepocapa	1	206	49	47	28	26	10	38	6	2	1	--	--	414
Antigua	96	360	192	112	19	24	11	9	2	--	--	--	--	825
Alotenango	108	312	164	136	52	17	2	7	--	2	--	--	--	800
Sumpango	12	565	561	472	64	20	2	4	--	--	--	--	--	1,700
Pastores	14	310	247	114	9	3	--	5	--	--	--	--	--	702
Jocotenango	10	62	37	14	3	5	--	3	--	--	--	--	--	134
Magdalena Milpas Altas	33	291	113	55	9	3	--	--	--	--	--	--	--	504
San Miguel Dueñas	27	169	150	180	25	12	3	5	1	--	--	--	--	572
San Antonio Aguas Calte.	46	226	92	59	16	4	2	--	1	--	--	--	--	446
Sta. Lucía Milpas Altas	82	170	94	80	16	9	1	4	--	--	--	--	--	456
Sto. Domingo Xenacoj	8	287	91	28	8	--	--	1	--	--	--	--	--	423
Sta. María de Jesús	61	253	173	112	18	10	1	3	--	--	--	--	--	631
Sta. Catarina Barahona	2	118	30	20	2	--	--	--	--	--	--	--	--	172
Ciudad Vieja	82	426	244	189	53	19	4	5	--	--	--	--	--	1,022
Escuintla	3,659	692	140	161	111	27	7	88	11	14	2	1	--	4,913
San José	1,061	539	185	142	167	240	43	51	6	2	--	--	--	2,436
Masagua	746	645	234	349	87	283	31	100	18	8	2	--	--	2,503
La Democracia	232	306	72	52	217	52	4	40	18	9	1	--	--	1,003
Siquinalá	115	178	42	39	19	18	4	12	5	1	1	--	--	434
Palín	395	218	111	128	34	14	6	29	1	--	--	--	--	936
T O T A L.....	7,605	8,461	4,082	3,117	1,098	850	149	412	70	38	7	1	--	25,890

FUENTE: Dirección General de Estadística. III censo nacional agropecuario, abril 1,979.

distribuida la tierra en los municipios que abarca la --
cuenca del río Achiguate.

Es notable que las extensiones más pequeñas se en---
cuentran caracterizando las partes altas de la cuenca, re
presentando un minifundio típico de esa zona; aunque esta
distribución también se encuentra en las partes bajas pe-
ro no constituye la forma predominante. En la parte baja
de la cuenca encontramos las mayores extensiones, con fin
cas hasta de 100 caballerías (Escuintla), que dan la pau-
ta del latifundismo que caracteriza la parte sur del país.

Las explotaciones de 1 cuerda a menos de 1 manzana,
hacen un total de 8,461 unidades, que representan el ---
32.68% del total de las explotaciones en el área. Le si-
guen las explotaciones menores de 1 cuerda con 7,605 uni-
dades que representan el 29.37% del total.

Chimaltenango es el municipio que presenta la mayor
cantidad de explotaciones con áreas de 1 cuerda a menos -
de 1 manzana, con 1,002 y Escuintla es el único municipio
que posee una unidad con una extensión mayor de 100 caba-
llerías. (cuadro 10).

5.1.12.3. Asistencia técnica y crediticia:

Las estadísticas sobre asistencia -
técnica y crediticia se encuentra únicamente a nivel de -
departamento. Estas se presentan por número de fincas --
que recibieron dichas asistencias durante el año agrícola.
En los cuadros 11 y 12, se da información de la fuente de
la que provino la asistencia y la actividad a la que esta
asistencia se destinó.

Puede notarse que la principal actividad a la que se
dedicó esta asistencia, es la agrícola.

5.1.13. Infraestructura:

5.1.13.1. Carreteras:

CUADRO NO. 11.

Número de fincas que recibieron asistencia técnica, por actividad a la que se aplicó en el año agrícola según departamento en la cuenca del río Achiguate y fuente de suministro en la república.

Depto. y fuente de suministro de asistencia técnica.		Total	Agrícola	Pecuaria	Otra	Agrícola y Pecuaria	Agrícola y otra	Pecuaria otra	Agrícola, pecuaria y otra.
CHIMAL- TENANGO	Total	667	616	23	18	6	2	1	3
	Estado	196	183	7	3	3	-	-	-
	Cooperativa	269	263	1	2	1	1	-	1
	Agencias casas comerciales.	41	37	1	2	1	-	-	-
	Otras	161	133	14	9	1	1	1	2
SACATE- PEQUEZ.	Total	194	173	13	2	6	-	-	-
	Estado	49	48	1	--	-	-	-	-
	Cooperativa	72	70	1	--	1	-	-	-
	Agentes Casas Comerciales	25	20	3	1	1	-	-	-
	Otras	48	35	8	1	4	-	-	-
ESCUIN- TLA.	Total	626	477	110	9	28	1	-	1
	Estado	276	250	18	2	6	-	-	-
	Cooperativa	54	48	2	1	3	-	-	-
	Agentes Casas Comerciales	124	97	15	1	10	1	-	-
	Otras	172	82	75	5	9	-	-	1
PAIS.	Total	15,146	13,654	869	188	372	37	4	22
	Estado	7,862	7,292	303	66	191	4	1	5
	Cooperativa	3,512	3,337	33	39	64	26	1	12
	Agentes Casas Comerciales	1,415	1,227	102	11	72	1	-	2
	Otras	2,357	1,798	431	72	45	6	2	3

FUENTE: Dirección General de Estadística, III censo Nacional Agropecuario, abril de 1,979.

CUADRO No. 12.

Número de fincas que recibieron asistencia crediticia, por actividad a la que se aplicó en el año agrícola, según departamento en la cuenca del río Achiguate y fuente de suministro en la república.

Departamento y fuente de suministro de Crédito.		Total	Agrícola	Pecuaría	Otra	Agrícola y pecuaría	Agrícola y otra	Pecuaría y otra	Agrícola pecuaría y otra.
CHIMALTENANGO	Total	2,473	2,211	19	218	5	14	1	5
	Estado	762	619	13	120	-	10	-	-
	Cooperativa	1,098	1,057	2	28	3	3	1	4
	Bancos privados	304	241	1	59	1	1	-	1
	Personas particulares	309	294	3	11	1	-	-	-
SACATEPEQUEZ	Total	152	131	5	14	2	-	-	-
	Estado	73	58	2	13	-	-	-	-
	Cooperativa	40	40	-	-	-	-	-	-
	Bancos privados	28	23	3	1	1	-	-	-
	Personas particulares	11	10	-	-	1	-	-	-
ESCUINTLA	Total	934	819	69	15	28	3	-	-
	Estado	480	430	41	2	7	-	-	-
	Cooperativa	91	83	2	3	2	1	-	-
	Bancos privados	238	197	19	4	18	-	-	-
	Personas particulares	125	109	7	6	1	2	-	-
PAIS	Total	22,917	20,934	584	948	289	128	5	29
	Estado	9,546	8,560	395	419	137	30	3	2
	Cooperativa	7,001	6,587	34	238	71	58	1	12
	Bancos privados	2,429	2,104	97	144	64	4	1	15
	Personas particulares	3,941	3,683	58	147	17	36	-	-

FUENTE: Dirección General de Estadística, III censo Agropecuario Nacional, abril de 1,979.

La red de carreteras esta integrada por la carretera interamericana, Rutas Nacionales, Interoceánicas, Departamentales y vecinales. Estas carreteras atraviesan de sur a norte y de este a oeste la cuenca del río Achiguate.

Al norte de la cuenca está la carretera Interamericana CA-1, las nacionales Nos. 1, 2 y 7; y las departamentales Nos. 10 y 14. En la región central está la carretera CA-2 llamada la carretera Internacional del Pacífico, las Nacionales Nos. 2, 5 y 6 y la Departamental No. 14. Al sur se encuentra la carretera CA-9 llamada Interoceánica y la Nacional No. 10. Además, se localizan en toda la superficie de la cuenca varias carreteras vecinales. (Ver figuras 6 y 11).

5.1.13.2. Vías férreas:

Existe una vía férrea que atraviesa la cuenca del río Achiguate, en dirección este-oeste, pasando por el municipio de Escuintla. A la altura del municipio de Masagua, en la estación denominada "Santa María", parte un ramal hacia el Puerto de San José y otra hacia la ciudad Tecún Umán, fronteriza con México.

En la cuenca existen, además, algunas vías férreas angostas de servicio local. (Ver figuras 6 y 11).

5.1.13.3. Puertos marítimos:

En el municipio de San José (que está parcialmente dentro de la cuenca), se encuentra el Puerto de San José en el litoral del pacífico. A este puerto, se va de la ciudad capital por la carretera Interoceánica CA-9 y también por medio de la vía férrea.

Según datos suministrados por la Dirección General de Estadística (17), por este Puerto se exportaron, en el primer trimestre del 1980, la cantidad de 16,200 unidades con un peso de 129, 717,445 kilogramos, con valor

de 54,154,718 quetzales y se importaron 42,454,930 unidades con un peso de 177,275,865 kilogramos, con valor de 77,599,574 quetzales.

5.1.13.4. Termoeléctricas:

En la cuenca se encuentra una termoeléctrica, perteneciente al Instituto de Electrificación (INDE). Está ubicada en el municipio de Escuintla y utiliza aproximadamente 250 lts. diarios de agua, del río "Nacimiento Monte María" para su enfriamiento.

5.1.13.5. Pistas de aterrizaje:

Las pistas de aterrizaje que se encuentran dentro de la cuenca son de grama y pertenecen a las fincas de la región. En la figura 6, se muestra la ubicación de seis de estas pistas.

5.1.13.6. Navegación:

El canal de Chiquimulilla ofrece posibilidad de navegación a embarcaciones de poco calado a lo largo de su cauce, el cual se encuentra al sur de la cuenca del río Achiguate (25). Ver su ubicación en las figuras 6 y 11.

5.1.13.7. Escuelas e institutos:

En el cuadro 13, se presentan las escuelas e institutos que funcionaron en 1978 en los departamentos comprendidos en la cuenca, según el nivel de educación (pre-primario, primario o medio) y el sector (oficial o privado, urbano o rural).

En todos los niveles de educación, es el departamento de Escuintla el que posee la mayor cantidad de escuelas. Esto, lógicamente se debe a la mayor cantidad de

CUADRO No. 13.
Numero de escuelas que funcionaron en 1,973, por departamento en la cuenca del río Achiguate, según nivel y sector.

D E P A R T A M E N T O .	TOTALES	P R E - P R I M A R I O			TOTAL	P R I M A R I O						M E D I O			
		TOTAL	OFIC	PRIV		O F I C I A L			P R I V A D O			TOTAL	OFIC	PRIV	COOP
						TOTAL	URB	RURAL	TOTAL	URB.	RURAL				
Chimaltenango	295	10	6	4	262	208	28	180	54	13	41	23	4	12	7
Sacatepéquez	110	12	8	4	84	62	28	34	22	16	6	14	3	9	2
Escuintla	410	19	11	8	365	216	36	180	149	13	136	26	5	15	6

FUENTE: Dirección General de Estadística. Estadística de Educación de USIPE 1,978.

población escolar de ese departamento, en relación a los otros dos que están comprendidos en la cuenca.

5.1.13.8. Bancos:

Al 31 de marzo de 1982, las oficinas bancarias que operan en los municipios que están en la cuenca del río Achiguate suman 19.

Del departamento de Sacatepéquez solamente el municipio de Antigua posee cuatro agencias: Una del Banco -- central, una de Bandesa, una del Banco del Agro y una -- del Lloyds Bank.

Del departamento de Chimaltenango, solo el municipio de Chimaltenango posee 2 agencias: Una del Banco Central y una del Bandesa.

En el departamento de Escuintla, existen agencias bancarias en el municipio de Escuintla y en el de San José (en el Puerto). En el municipio de Escuintla operan 10 agencias: Del Banco central, Crédito Hipotecario Nacional, Bandesa, Banco de Occidente, Banco del Agro, Banco Industrial, Banco de los Trabajadores, Banco Inmobiliario, Banco Metropolitano y del Lloyds Bank. En el -- Puerto de San José operan 3 agencias: Una del Banco central, Banco Granai & Towson y del Banco Metropolitano -- (*).

Es notable la mayor concentración de agencias bancarias en el municipio de Escuintla, con relación a los -- otros municipios dentro de la cuenca. Esto se debe, sin duda, a la oportunidad que tienen los bancos en esta región de obtener mayores beneficios en la realización de sus operaciones bancarias.

* Boletín de Estadísticas Bancarias, Sección de Estadística de la Superintendencia de Bancos, 1982.

5.1.13.9. Hospitales, centros de salud y --
puestos de salud:

En el cuadro no.14, se hace un de-
talle de los Hospitales, Centros de Salud y Puestos de
Salud, ubicados en aldeas y municipios que abarca la --
cuenca. En total son 5 hospitales, 7 centros de salud
y 26 puestos de salud.

Hata 1979, el hospital Regional de Escuintla y los
puestos de salud de San José Parrojas y Chimachoy, esta-
ban todavía en ejecución. El hospital era financiado -
por el gobierno central y los puestos de salud por prés-
tamos al BID.

Existen en el área, otros centros hospitalarios de
carácter privado, de los cuales no se encontró ningún -
registro.

5.1.13.10. Instituciones estatales:

Con la finalidad de mejorar el -
nivel de vida de los pobladores, al lograr un mejor ---
aprovechamiento de los recursos sobre los que ejerce su
influencia, se crearon Instituciones gubernamentales, -
de las cuales existen varias en la región que abarca la
cuenca del río Achiguate.

Al momento de requerir la información en cada ins-
titución, surgieron algunas limitantes como: informa--
ción no actualizada (DÍGESA, la información más recien-
te es de 1,964), información restringida (INACOP: capi-
tal de Cooperativas) e información existente basada en
una regionalización en grandes grupos, que no es adapta-
ble a los límites de la cuenca. Debido a ello la infor-
mación servida en esta sección es muy general.

El Instituto Nacional de Comercialización Agrícola
(INDECA) es una de las instituciones estatales y su di-

CUADRO No. 14.
Hospitales, Centros de Salud y Puestos de Salud por Aldea y Municipio en la Cuenca del río Achiguate.

M U N I C I P I O S	H O S P I T A L E S	C E N T R O S D E S A L U D	P U E S T O S D E S A L U D	
			EN CABECERA MUNICIPAL	EN A L D E A S
Chimaltenango		1. Chimaltenango		1. San Jacinto 2. Tonaruyu
San Andrés Itzapa			1. San Andrés Itzapa	3. Chimachoy
El Tejar			2. El Tejar	
Parramos			3. Parramos	4. San José Parrojas
Yepocapa			4. Yepocapa	
Antigua	1. Pedro de Bethancourt 2. Elisa Martínez 3. Fray Rodrigo de la Cruz	2. Antigua Guate mala		
Alotenango		3. Alotenango		
Sumpango			5. Sumpango	
Pastores			6. Pastores	5. San Luis Pedro Nuevo
Jocotenango			7. Jocotenango	
Magdalena Milpas Altas			8. Magdalena Milpas Altas	
San Miguel Dueñas			9. Sn. Miguel Dueñas	
Sn. Antonio Aguas Calts.			10. Sn. Antonio Aguas Calientes	
Sta. Lucía Milpas Altas			11. Sta. Lucía Milpas Altas	6. Sto. Tomás Milpas Altas
Sto. Domingo Xenacoj			12. Sto Domingo Xenacoj	
Sta. María de Jesús			13. Santa María de Jesús	
Sta. Catarina Barahona			14. Santa Catarina Barahona	
Ciudad Vieja			15. Ciudad Vieja	
Escuintla	4. Escuintla 5. Regional de Escuintla	4. Escuintla		7. El Rodeo
San José		5. Puerto San José		8. Los Angeles
Masagua			16. Masagua	9. Las Guacas
La Democracia		6. La Democracia		
Siquinalá			17. Siquinalá	
Palín		7. Palín		

FUENTE: Dirección General de Estadística. Boletín informativo No. 3. del Ministerio de Salud Pública y A.S., 1,979. Boletín de Unidades de Salud, año 1,979; Unidad de Planeamiento Urbano y Regional D.S.E.

rectriz regional es ejecutar los programas de comercialización de granos básicos, en cuanto a la captación, + almacenamiento, conservación, distribución y venta de los productos.

Las direcciones regionales del INDECA, dentro de la cuenca del río Achiguate, son la Región IV (Escuintla y Yepocapa) y la Región V (Todos los municipios de Chimaltenango, menos Yepocapa) y todos los municipios de Sacatepéquez).

En el departamento de Chimaltenango y Sacatepéquez no existe ningún lugar de compra del INDECA, estando el más cercano en la Ciudad Capital de Guatemala (de la región V), que posee la instalación conocida como "Silo Central". Este "silo" tiene una capacidad neta en silos de 364,931 quintal, de bodegas 90,146 quintales; que hacen un total de 425,077 quintales.

En el municipio de la Democracia, del departamento de Escuintla (Región IV), existe la estación de compra "La Democracia" con una capacidad de silos de 10,954 quintales y de bodega: 5,997 quintales que hacen un total de 16,951 quintal.

El principal producto que compra el INDECA en esta región es el maíz.

La capacidad de almacenamiento (silos y bodegas) del INDECA es insuficiente para la producción de granos a nivel nacional, ya que hasta el año 1980 su capacidad era de 1,797,062 quintales.

Otra institución estatal de importante servicio a nivel república es el Instituto Nacional de Cooperativas, INACOP que desarrolla programas de formación de cooperativas en todo el país. En el cuadro 15 se presenta el número de socios y el número de cooperativas por departamento total o parcialmente dentro de la cuenca. El capital de las cooperativas fue un dato imposi-

CUADRO No. 15.

Número de cooperativas en los departamentos que abarca la cuenca del río Achiguate.

Departamento	No. de Cooperativas	No. de Socios	Capital
Chimaltenango	38	9,766	?
Sacatepéquez	13	628	?
Escuintla	23	5,350	?
TOTALES:	74	15,744	?

FUENTE: Instituto Nacional de Cooperativas, INACOP. Departamento de Registro. Sección Cooperativas.

ble de obtener pues está restringido el público. En el cuadro puede observarse que, de los departamentos en estudio dentro de la cuenca, el de Chimaltenango es el - que posee el mayor número de cooperativas, con un total de 38 y el mayor número de socios, que asciende a --- 9,776.

Hasta el 31 de enero de 1982, el número de cooperativas en todo el país fue de 770, de las cuales 74 --- (9.61% del total, están ubicadas en el área de afluen-- cia de la cuenca.

El Instituto Nacional Forestal INAFOR, que tiene a su cargo los bosques del país, es otra de las institu-- ciones estatales que operan con direcciones regionales en los departamentos que abarca la cuenca.

De acuerdo a la regionalización agrícola del país, el INAFOR tiene una sede subregional (V-1) en el munici-- pio de Chimaltenango y otra regional (la V) en el depar-- tamento de Sacatepéquez.

Cada una de las jefaturas sub-regionales, cuenta - con un número de guardabosques que son rotados contínuamente, dependiendo de las necesidades y de la época. -- Por esta razón, no se determinó el número de guardabosques de cada región.

Por las limitantes expuestas al inicio de esta -- sección, la información de las actividades de institu-- ciones como: BANDESA, DIGESEPE Y DIGESA, no se obtuvo y sería conveniente recabarla por medio de un censo en el campo.

5.2. Uso actual de la tierra:

5.2.1. Uso actual obtenido por medio de interpreta-- ción visual de imagen LANDSAT, falso color, computarizada (año 1,979):

Para la realización de esta cuantificación en la cuenca del río Achiguate, se tomó como referencia la agrupación de tipos de uso utilizado por el IGN. Esta, presenta 9 grupos básicos:

- centros poblados,
- horticultura
- árboles y otros cultivos perennes
- tierras de cultivo
- pastos mejorados permanentes
- praderas no mejoradas
- tierras boscosas
- pantanos, cienagas y áreas inundables
- tierras improductivas.

Además se clasifican tierras en formas asociadas de los grupos anteriores.

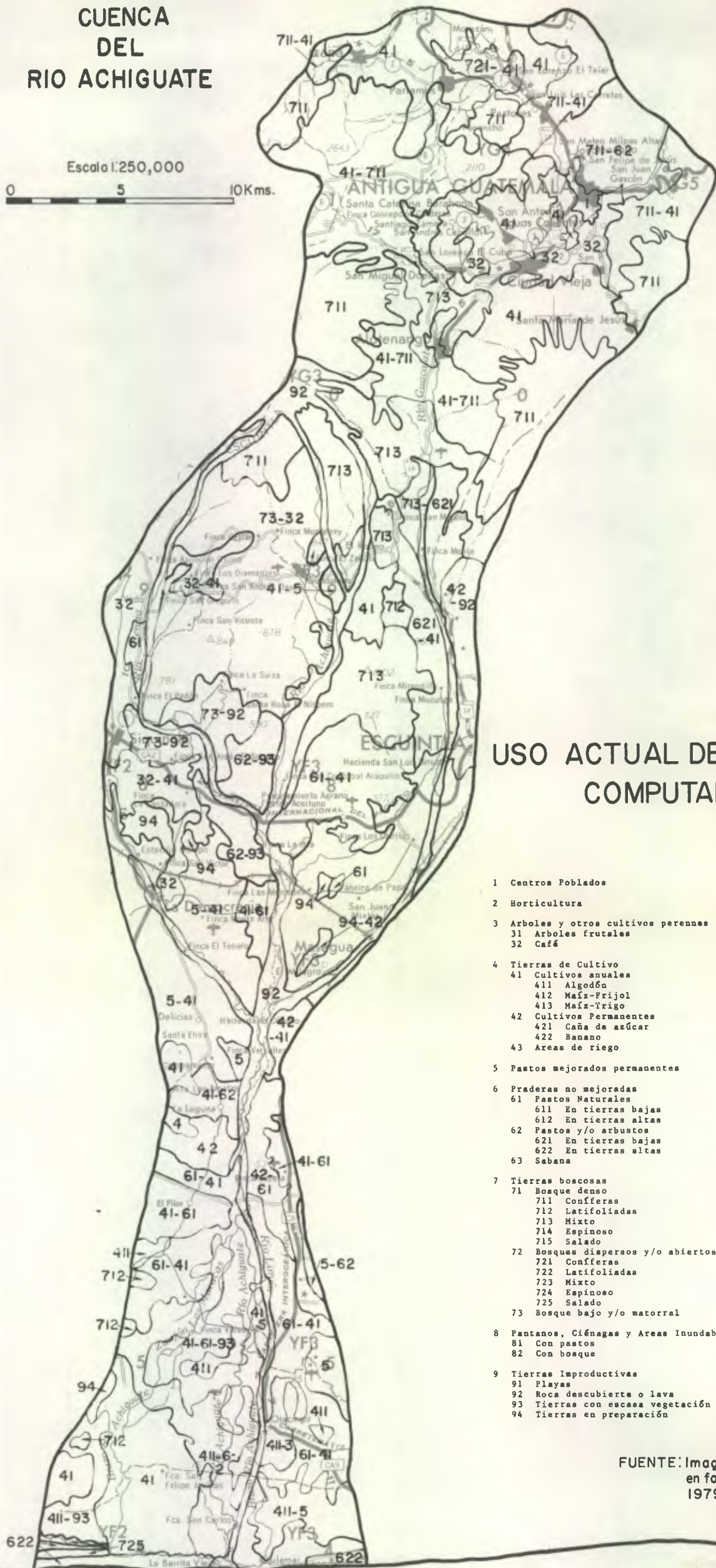
En la cuenca se determinaron 38 tipos de usos de la tierra, principalmente en asociaciones de cultivos, como se muestra en la figura 21 y cuantificados en el cuadro 16. En la leyenda de las asociaciones de cultivos mencionadas, el orden de los números de identificación está dado de acuerdo a la predominancia del tipo de cobertura.

En la figura y cuadro mencionados podemos observar que la cobertura predominante en toda la cuenca es la de cultivos anuales (sin especificación), que cubre 148 Km², equivalentes al 11.25% del área de la cuenca. Estos cultivos están constituidos principalmente por maíz y frijol. Debe considerarse que estos cultivos anuales se clasifican, al estar asociados con otros, en forma específica y por lo tanto su cobertura real en la cuenca es mucho mayor.

Analizando la información de la figura 21 vemos que, en la parte alta de la cuenca existe predominancia de cultivos anuales (maíz-frijol) en sus diversas asociaciones con otros cultivos. En la parte media se dan distintas --

CUENCA DEL RIO ACHIGUATE

Escala 1:250,000
0 5 10Kms.



USO ACTUAL DE LA TIERRA COMPUTARIZADO

- 1 Centros Poblados
- 2 Horticultura
- 3 Arboles y otros cultivos perennes
 - 31 Arboles frutales
 - 32 Café
- 4 Tierras de Cultivo
 - 41 Cultivos anuales
 - 411 Algodón
 - 412 Maíz-Frijol
 - 413 Maíz-Trigo
 - 42 Cultivos Permanentes
 - 421 Caña de azúcar
 - 422 Banano
 - 43 Areas de riego
- 5 Pastos mejorados permanentes
- 6 Praderas no mejoradas
 - 61 Pastos Naturales
 - 611 En tierras bajas
 - 612 En tierras altas
 - 62 Pastos y/o arbustos
 - 621 En tierras bajas
 - 622 En tierras altas
 - 63 Sabana
- 7 Tierras boscosas
 - 71 Bosque denso
 - 711 Coníferas
 - 712 Latifoliadas
 - 713 Mixto
 - 714 Espinoso
 - 715 Salado
 - 72 Bosques dispersos y/o abiertos
 - 721 Coníferas
 - 722 Latifoliadas
 - 723 Mixto
 - 724 Espinoso
 - 725 Salado
 - 73 Bosque bajo y/o matorral
- 8 Pantanos, Ciénagas y Areas Inundables
 - 81 Con pastos
 - 82 Con bosque
- 9 Tierras Improductivas
 - 91 Playas
 - 92 Roca descubierta o lava
 - 93 Tierras con escasa vegetación
 - 94 Tierras en preparación

FUENTE: Imagen de satélite LANDSAT
en falso color, computarizado
1979. I.G.N. 1982

O C É A N O P A C Í F I C O

CUADRO No. 16.

Uso actual de la tierra en la cuenca del río Achiguate, obtenido por medio de interpretación visual de imagen - LANDSAT, falso color, computarizada. Área y porcentaje de área de cada cobertura.

Leyenda según referencia del mapa	Área (Km ²)	% del área total
1	3.71	0.28
32	50.00	3.78
32-41	18.78	1.42
4	1.60	0.12
41	148.60	11.25
41-5	6.84	0.52
41-61	20.86	1.58
41-62	7.23	0.55
41-711	104.43	7.90
411	6.72	0.51
411-3	7.78	0.59
411-5	22.28	1.69
411-62	38.83	2.94
411-93	9.64	0.73
42	8.06	0.61
42-41	3.23	0.24
42-61	10.95	0.83
49-92	14.94	1.13
5	8.30	0.63
5-41	56.70	4.29
61	58.38	4.41
61-41	111.86	8.47
62-41	19.24	1.46
62-93	20.14	1.52
622	7.52	0.57
711	101.24	7.66
711-41	44.00	3.33
711-62	29.00	2.19
712	5.40	0.40
713	102.30	7.74
713-621	15.30	1.16
721-41	8.53	0.65
725	1.60	0.12
73-32	123.00	9.31
73-92	18.76	1.42
92	85.14	6.44
94	18.75	1.42
94-42	1.86	0.14

T O T A L E S: 1,321.5 100.00

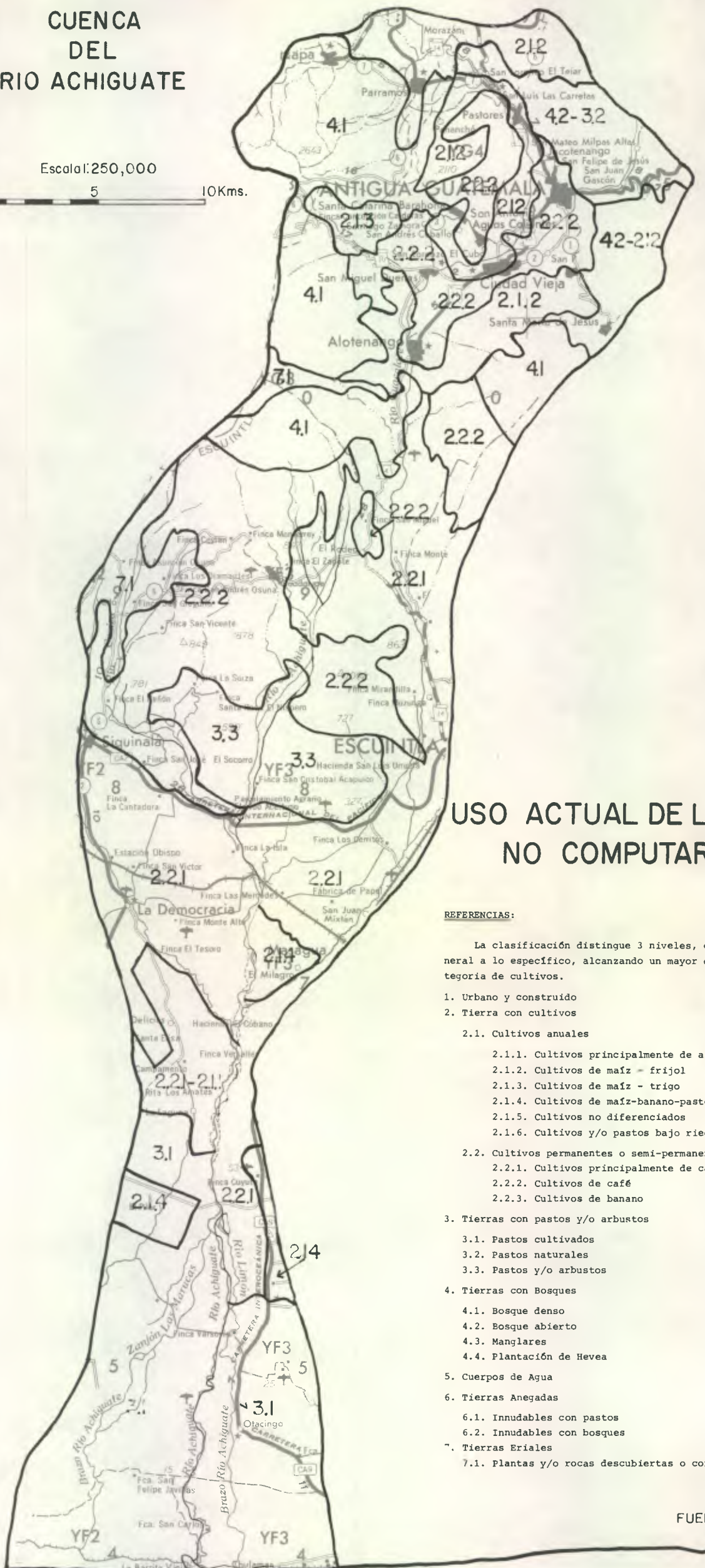
asociaciones de bosques (coníferas, mixto y bosque bajo)-- con cultivos de café, pasto y otros; siendo predominante la asociación bosque bajo-café (73-32), con una extensión de 123 km² que representa el 9.31% del área total de la cuenca. Por último, en la parte baja, la asociación predominante es la de pastos naturales no mejorados con cultivos anuales (en ese orden de importancia de cobertura), con una extensión de 111.86 km², equivalentes al 8.47% del área total de la cuenca.

5.2.2. Uso actual obtenido del mapa de cobertura y uso actual de la tierra, elaborado por medio de la interpretación visual de imágenes LANDSAT a color no computarizados (años 1,975 a 1978):

La clasificación de cobertura y uso actual de la tierra es presentada por el IGN en 7 grupos distintos, detallados y varias asociaciones de coberturas en toda la república. La cuenca del río Achiguate, que es una región del país, se analizó bajo este marco de referencia, lográndose determinar 5 grandes grupos de cobertura y uso actual: tierras con cultivos (anuales y permanentes o semipermanentes), tierras con pastos y/o arbustos, tierras con bosques, tierras eriales y tierras con asociaciones de cobertura.

El tipo de cobertura vegetal que predominaba en la cuenca en el año 1,976 (fecha de toma de la imagen LANDSAT no. 2, donde está comprendida la cuenca) era cultivos principalmente de caña de azúcar, con una extensión de 291.46 km² que constituyen el 22.06% de la superficie total de la cuenca. Le seguía en tamaño las tierras con pastos cultivados con 244.93 km² equivalentes al 18.53 % del área total. En tercer lugar, se tenían las tierras con cultivos de café con una superficie de 241.92 km² que constituían el 18.31% del área total de la cuenca. A estos, les siguen otros tipos de coberturas, que se muestran y cuantifican en la figura 22 y cuadro 17, respectivamente.

0 5 10Kms.



USO ACTUAL DE LA TIERRA NO COMPUTARIZADO

REFERENCIAS:

La clasificación distingue 3 niveles, que van de lo general a lo específico, alcanzando un mayor detalle en la categoría de cultivos.

1. Urbano y construido
2. Tierra con cultivos
 - 2.1. Cultivos anuales
 - 2.1.1. Cultivos principalmente de algodón
 - 2.1.2. Cultivos de maíz - frijol
 - 2.1.3. Cultivos de maíz - trigo
 - 2.1.4. Cultivos de maíz-banano-pastos cultivados
 - 2.1.5. Cultivos no diferenciados
 - 2.1.6. Cultivos y/o pastos bajo riego
 - 2.2. Cultivos permanentes o semi-permanentes
 - 2.2.1. Cultivos principalmente de caña de azúcar
 - 2.2.2. Cultivos de café
 - 2.2.3. Cultivos de banano
3. Tierras con pastos y/o arbustos
 - 3.1. Pastos cultivados
 - 3.2. Pastos naturales
 - 3.3. Pastos y/o arbustos
4. Tierras con Bosques
 - 4.1. Bosque denso
 - 4.2. Bosque abierto
 - 4.3. Manglares
 - 4.4. Plantación de Hevea
5. Cuerpos de Agua
6. Tierras Anegadas
 - 6.1. Innudables con pastos
 - 6.2. Innudables con bosques
7. Tierras Eriales
 - 7.1. Plantas y/o rocas descubiertas o corrientes de lava.

FUENTE: Mapa uso Actual
I.G.N.

OCEANO PACÍFICO

CUADRO No. 17.

Cobertura y uso actual de la tierra en la cuenca del río Achiguate, elaborado por medio de la interpretación visual de imágenes LANDSAT a color, no computarizadas. -- Area y por ciento de área de cada cobertura.

Leyenda, según referencia del mapa	Area (Km ²)	% del área total
2.1.1.	28.16	2.13
2.1.2.	134.29	10.16
2.1.3.	9.56	0.72
2.1.4.	26.41	2.00
2.2.1.	291.46	22.06
2.2.1 - 2.1.1.	31.69	2.40
2.2.2	241.92	18.31
3.1.	244.93	18.53
3.3.	49.29	3.73
4.1.	172.00	13.01
4.2 - 2.1.2.	21.37	1.62
4.2 - 3.2.	38.73	2.93
7.1.	31.69	2.40

T O T A L E S: 1,321.5 100.00

En la parte alta de la cuenca (la cabecera), el tipo de cobertura vegetal que predominaba esta constituido por cultivos de maíz-frijol que ocupan 134.29 km^2 , equivalente a 10.16% del área total de la misma. Al nor-este de esta parte de la cuenca se encontraban asociaciones de bosque -abierto con cultivos de maíz y frijol (1.62 % del área total) y al nor-oeste existía una región de tierras con bosque denso (13.01 % del área total).

En la parte media de la cuenca, predominaba el tipo -de cubierta vegetal constituida por caña de azúcar, que es la que ocupa la mayor extensión de la superficie total de la cuenca. También en esta parte de la cuenca, se encontraba una gran extensión de cultivos de café con 241.92 km^2 que, hacen un 18.31 % del área total. Además existían algunas tierras dentro de la cuenca con pastos y/o arbustos (3.73 % del área total).

En la parte baja de la cuenca (costa sur) predominaban las tierras cultivadas con pastos con 244.93 km^2 que equivalen al 18.53 % del área total. Además se encontraban algunas explotaciones de caña de azúcar y pequeñas regiones con cultivos no diferenciados entre sí, maíz-banano y pastos cultivados. Es notable la completa inexistencia de áreas boscosas en esta parte de la cuenca.

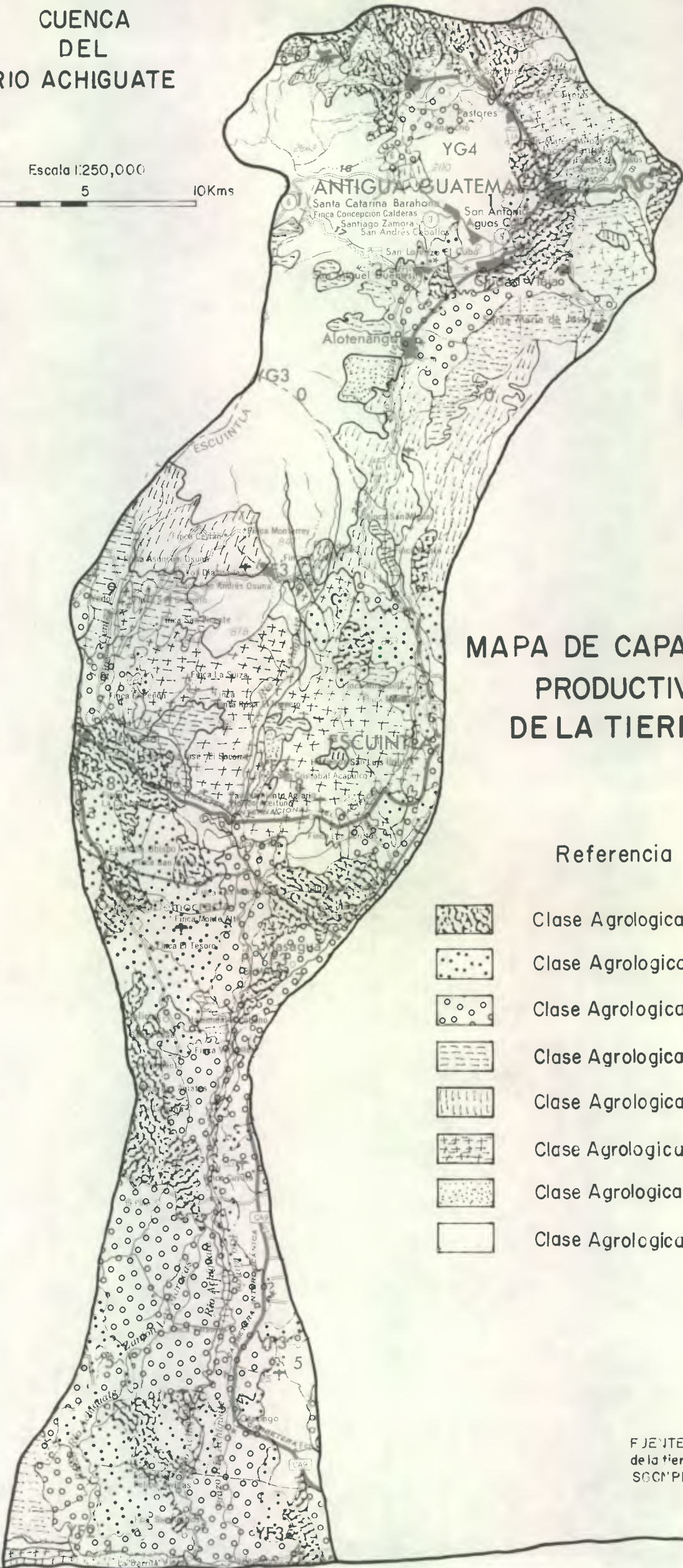
5.3. Uso potencial de la tierra:

Los resultados obtenidos con relación al uso potencial de la tierra en la cuenca del río Achiguate se resúmen en la figura 23 y cuadro 18.

En forma general, las tierras clasificadas en este estudio, se ubican en 2 grandes grupos: tierras aptas para cultivos (clases: I, II, III y IV) y tierras con uso agrícola limitado y generalmente no aptas para cultivos (clases V, VI, VII y VIII). En el primer grupo esta comprendida un área de 600.19 km^2 , equivalente al 45.42 % del área

CUENCA
DEL
RIO ACHIGUATE

Escala 1:250,000
0 5 10Kms



MAPA DE CAPACIDAD
PRODUCTIVA
DE LA TIERRA

Referencia

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

FUENTE: Mapa de capacidad productiva
de la tierra 1:250,000, 1979 I.G.N
SGC/PE- INAFOR

OCEANO PACIFICO

CUADRO No. 18
Capacidad productiva de la tierra en la cuenca del río Achi-
guate. Area y porciento de área de cada clase agrológica.

Clase agrológica	Area (Km ²)	% del área total
I	115.67	8.75
II	246.76	18.67
III	119.52	9.05
IV	118.24	8.95
V	161.73	12.24
VI	190.21	14.39
VII	61.69	4.67
VIII	307.68	23.28

T O T A L E S: 1,321.5 100.00

total de la cuenca. El 54.58 % restante (721.31 km²) -- corresponde al segundo grupo; o sea que existe mayor cantidad de tierra no apta para cultivos agrícolas dentro de la cuenca.

En la parte alta de la cuenca, existe predominancia de tierras clase VIII, no aptas para cultivos; aptas solo para parques nacionales, recreación y vida silvestre y para protección de cuencas hidrográficas; su topografía es muy quebrada, suelos muy pocos profundos de textura muy - deficiente con erosión severa, drenaje destructivo, baja capacidad de retención de agua. Estas tierras ocupan la mayor extensión de toda la cuenca, con 307.68 km², equivalentes al 23.28 % del área total.

En la parte media de la cuenca, predomina la clase - agrológica VI, con una extensión en toda la cuenca de -- 190.21 km² que hacen un 14.39 % del área total. Las características de esta clase son suelos con severas limitaciones que los hacen no aptos para cultivos, siendo aptos solamente para pastos o praderas, bosques o para sustentación de vida silvestre, con factores limitantes muy severos de topografía; profundidad y rocosidad; topografía ondulada fuerte o quebrada y fuerte pendiente; suelos muy - poco profundos, de textura y drenaje deficiente, no mecanizables.

En la parte baja de la cuenca se tiene predominancia de la clase agrológica III. Esta región correspondiente a la Costa Sur, en el departamento de Escuintla es considerado como la región con mayor potencial agrícola. Las tierras de esta clase agrológica se consideran como cultivables y sujetas a medianas limitaciones, aptas para el - riego con cultivos muy rentables, con topografía plana a ondulada o suavemente inclinada, productividad mediana -- con prácticas intensivas de manejo; suelos poco profundos en microrelieve o pendiente moderada, drenaje deficiente, con limitaciones para la mecanización. Esas tierras ocu--

pan un área de 119.52 km² en toda la cuenca, que equivalen al 9.05 % del área total.

Es notable que mientras la relación tierra apta para cultivo - tierra no apta, es positiva para la costa sur, - esta misma relación resulta negativa para la cabecera de la cuenca.

Tanto en la parte baja como en la media y la alta - de la cuenca se dan todas las clases agrológicas, en distinta proporción; una descripción más amplia de cada una de ellas se puede encontrar en el anexo 1, de la tesis de grado de Molina Urizar, C. A. (41), con el título de "Clave de interpretación de clases de capacidad agrícola de los suelos".

5.4. Programas de desarrollo existentes:

Existen, hasta el momento, algunos proyectos de desarrollo dentro de cuenca del río Achiguate. El proyecto de mayor relevancia es el que actualmente está realizando el Departamento de Aguas subterráneas del INSIVUMEH y cuyo estudio se encuentra en su fase de publicación. En la sección 5.1.11.2. de este libro (Aguas Subterráneas) se hizo una descripción de este estudio, cuyo objetivo fundamental es el de proveer de agua potable a las comunidades insertas y aledañas a la cuenca del río Guacalate (en la cabecera de la cuenca) a través de la perforación y puesta en funcionamiento de una red de pozos.

Las comunidades favorecidas han sido: San Miguel Dueñas, donde se hicieron 3 pozos; 2 de ellos para realizar estudios hidrogeológicos y litológicos de la región y el otro para servicio de agua a la comunidad, con una producción media de 500 galones por minuto. Estos pozos se hicieron para la municipalidad de ese lugar, quién hasta el momento no ha puesto en servicio el pozo en mención.

En el municipio de Jocotenango se hicieron, para la

municipalidad, 2 pozos: uno para los estudios respectivos y el otro para servicio, de 400 galones por minuto. Así mismo, en el municipio de Parramos se ha puesto a disposición de la municipalidad un pozo con un rendimiento aproximado de 300 galones por minuto, para servicio de agua potable; este pozo aún no está en funcionamiento.

Para un proyecto de riego del ICTA en la Alameda, Chimaltenango, se hizo un pozo con un rendimiento aproximado de 350 galones por minuto. Este ya está funcionando.

Otro proyecto que está en construcción es el que realiza la Dirección de Recursos Naturales Renovables (DIRENARE) y consiste en derivar un caudal de $6 \text{ m}^3/\text{seg.}$ del río Achiguate, para utilizarlo como riego en el parcelamiento de Cuyuta, Escuintla. A la altura de Cuyuta el río lleva un caudal medio aproximado de $12.8 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Es importante mencionar que el túnel del acueducto del proyecto Xayá - Pixcayá, atravieza la cabecera de la cuenca en 2 partes: El túnel de Chimaltenango, con una longitud aproximada de 5 kms. y el túnel de las Cañas, con una longitud aproximada de $4 \frac{1}{2}$ kms.

En el anexo 4, se dan algunos mapas que ubican la infraestructura para el desarrollo de los recursos hidráulicos en el país, las áreas con potencial para estudios de utilización del agua y prioridades para el estudio del desarrollo integral y uso múltiple de cuencas, según el Plan Maestro sobre el recurso agua. En uno de los mapas, se muestran las regiones que han sido determinadas como áreas con potencial para estudios de utilización del agua; en otro, la clasificación de prioridades hecha en el Plan Maestro para la realización de estudios sobre el aprovechamiento del agua y un tercer mapa, donde se localizan algunos aprovechamientos de los recursos hidráulicos de la cuenca, en el departamento de Escuintla.

6. DISCUSION GENERAL:

6.1. Comparación del uso actual obtenido de la imagen com putarizada con el obtenido de la imagen no computar izada:

Haciendo un análisis cuidadoso al comparar los mapas donde se representan estos usos y los cuadros donde se --
cuantifican los mismos, se determinaron diferencias en --
cuanto a ubicación, tamaño y tipos de uso dentro de la --
cuenca. Estas diferencias, se justifican si se toman en
cuenta varias razones; siendo las más importantes:

- a) La fecha de toma de las imágenes es distinta, existien
do una diferencia de 3 años entre la no computarizada
(1,976) y la computarizada (1,979).
- b) Las tonalidades del color de la imagen computarizada --
permiten, por su gama, una mejor diferenciación de las
tierras con distinto uso.
- c) Lo anterior tiene como consecuencia una clasificación
más detallada de los usos, a partir de una imagen com-
putarizada.

Estas son razones suficientes para poder afirmar que
la información proporcionada en la figura 21 (uso actual
de la tierra, "computarizado") es el que tiene mayor con-
fiabilidad para ser utilizado en discusiones posteriores.

Cabe señalar que se hicieron comprobaciones con visi
tas a la región en estudio que corroboran lo afirmado en
el párrafo anterior.

Tomando en cuenta que existen 3 años de diferencia --
en la toma de las imágenes que se comparan, los resulta--
dos de las figuras 21 y 22 y los cuadros 16 y 17 pueden
utilizarse para determinar cambios ocurridos en cuanto al

uso de la tierra en la región que abarca la cuenca del río Achiguate. Por ejemplo, se puede determinar que en la -- Costa Sur se ha venido incrementando el uso de la tierra para cultivos anuales (maíz, algodón), en sustitución de los pastos cultivados.

6.2. Relación uso actual - capacidad productiva de la -- tierra:

Esta relación reviste caracteres dramáticos en la región localizada en la parte alta de la cuenca, pues mientras que la mayoría de la tierra esta clasificada como no apta para cultivos agrícolas (ver figura 23 y cuadro 18), Esta es la más intensamente explotada con cultivos anua--les, principalmente maíz y frijol, aún en tierras consideradas de Clase VIII.

En la parte media es menos drástico el contraste uso actual - uso potencial, pero se ha venido incrementando -- la utilización de tierras con vocación forestal para cultivos anuales, principalmente maíz.

La utilización más apropiada de la tierra se hace en la parte baja de la cuenca (Costa Sur) ya que en esta zona la mayoría de las tierras, por sus características, -- son aptas para cultivos agrícolas (anuales y/o perennes). El mapa de uso actual computarizado (figura 21) y el cuadro 16, nos muestran que la tierra de esta región está -- siendo utilizada de acuerdo con su capacidad productiva.

Es importante señalar que se está incrementando la -- explotación ganadera extensiva de la Costa Sur, mediante estímulos crediticios del exterior; aún cuando esta forma de explotación es considerada como inadecuada, ya que se podría obtener una mayor productividad con una explota---ción ganadera y/o agrícola intensiva.

Se considera que en esta zona ecológica, constituida

por un bosque muy húmedo subtropical (cálido) y un bosque húmedo subtropical (cálido) (ver figura 12), se está subutilizando no solo el suelo, sino la energía radiante y la precipitación que la caracterizan.

6.3. Relación del uso actual con las características de las unidades de producción:

Para la realización de este análisis comparativo y tomando en cuenta sus características socioeconómicas, se consideró conveniente dividir la cuenca del río Achiguate en zonas: La parte alta (incluye Chimaltenango y Sacatepéquez), la parte media y la parte baja (Escuintla).

En la parte alta de la cuenca, la población étnica, en su mayoría, es indígena; el régimen principal de tenencia de la tierra es el minifundio (promedio en esta región de 0.40 mz/hab.; ver cuadros 8, 12 y 13). Se practica la agricultura de subsistencia, donde la mayor parte de la cosecha es consumida por la familia. Los principales cultivos de esta zona son el maíz y el frijol; siendo el producto más importante, el maíz. Sin embargo existen algunas unidades económicas que, además de producir maíz, se especializan en la producción de hortalizas y flores que, en su mayoría son vendidas.

Por el método de producción, la agricultura de la parte alta de la cuenca es la más tradicional del país, siendo los instrumentos básicos de labranza para el campesino, el azadón y el machete. Por su topografía quebrada, generalmente estas tierras no son susceptibles de mecanización.

Según el estudio de prefactibilidad para el Plan Maestro de los Recursos Renovables de Guatemala (33), la re

lación tierra-hombre en la región central y del altiplano (incluida la parte alta de la cuenca del río Achiguate) - era de 0.91 Ha. por persona en el año 1,975; según los -- censos de 1,979 (13, 14, 15, 16), específicamente para es ta región de la cuenca esta relación es de 0.28 Ha. por persona (cuadros 8, 12 y 13). Esta tendencia hace suponer la destrucción de más bosques para utilizar estas tierras como unidades de producción agrícola de subsistencia.

En la parte baja de la cuenca, existen fincas multifamiliares mixtas de ganado, algodón, caña y otros cultivos. La relación tierra-hombre en 1,979, era de 1.12 Ha/persona. Este dato promedio presenta una gran desviación debido a la ocurrencia de tamaños de propiedad extremadamente grandes o muy pequeños.

La forma extensiva de explotación y el tipo de tenen cia de la tierra en la costa sur (predominancia de lati-- fundios), hacen que el recurso suelo de esta zona esté -- siendo sub-utilizado. A esto debe agregarse el deterioro edáfico y la contaminación ambiental ocasionados por el - incorrecto uso de la tecnología (por ejemplo, en el cultii vo del algodón). Se reporta una alta concentración de in secticidas clorinados en la fauna marina de la costa sur, la contaminación de agua de los ríos y la completa erradi cación del bosque y la fauna de esta zona (6).

Una proyección lógica de esta comparación, nos lleva a la consideración de que, la parte baja de la cuenca debe ser la base del desarrollo agrícola de la misma; en -- ella se debe intensificar la producción agropecuaria; por otro lado, la parte alta deberá ser objeto de un desarrollo forestal en su mayor parte, sin olvidar la producción agrícola (especialmente hortícola) con practicas de conser vación de suelos, en las áreas apropiadas.

7. CONCLUSIONES:

7.1. Desde el punto de vista fisiográfico, la cuenca del río Achiguate está compuesta por tres regiones bien diferenciadas: las tierras altas volcánicas, la pendiente volcánica reciente y la llanura costera del pacífico. Esto determina, en parte, las más importantes características hidráulicas de la cuenca. La topografía y las características físicas de los suelos, afectan los cursos de agua que puedan haber en la cuenca, tales como formación de meandros en la parte alta debido a las fuertes pendientes (hasta del 32%).

7.2. El uso de la tierra en la parte alta es inapropiado si se toman en cuenta las características del suelo, relieve y clima. Esto determina el deterioro progresivo de los recursos de la cuenca, especialmente del suelo y del bosque, no solo en la parte alta, sino que también tiene consecuencias, a veces espectaculares, en la parte baja. Básicamente se pueden observar: excesiva escorrentía superficial y alto transporte de sedimentos.

7.3. La parte baja de la cuenca posee las tierras con mayor potencial de producción agrícola. Esta región debe ser la base del desarrollo agropecuario de la cuenca y en ella se debe de incrementar la productividad con prácticas agrícolas y ganaderas intensivas. El desarrollo de la parte alta de la cuenca debe de fundamentarse en el impulso a la producción forestal y, en las regiones donde el suelo lo permita, la producción hortícola, frutícola (de frutales decíduos) y las agroindustrias afines.

7.4. La situación económico - social de la población rural, el crecimiento de la población y la falta de una política adecuada de fomento agrícola y forestal con base en -

la vocación del suelo, son algunos de los principales factores que contribuyen a la deforestación en la cuenca.

8. RECOMENDACIONES:

8.1. Para las próximas fases del proyecto de caracterización de cuencas hidrográficas del país, se recomienda que se sigan utilizando los sensores remotos (principalmente imágenes de satélite), por su relativo bajo costo y por ser instrumentos que generan información más exacta y oportuna para la planificación global, sectorial y regional.

8.2. A fin de determinar el uso óptimo, bajo el principio del rendimiento sostenido, de los recursos naturales en las 3 regiones fisiográficas de la cuenca y así resolver los principales problemas que actualmente se observan en el manejo de los mismos, se recomienda que, con base en el presente estudio, se lleven a cabo estudios detallados sobre: uso potencial, conservación y manejo del suelo, calidad de agua, transporte de sedimentos, uso y manejo de los recursos hidráulicos con fines de aprovechamiento integral (hidroelectricidad, riego, recreación, piscicultura); caracterización y manejo del bosque, caracterización y manejo de la fauna; así como de las interacciones de los distintos recursos naturales con el componente socioeconómico en la cuenca.

8.3. Con el propósito de controlar las inundaciones anuales que se suscuden en la parte baja de la cuenca, con sus dramáticas consecuencias, es imperativo el desarrollo de programas de conservación de suelos y protección de subcuencas en la región de las tierras altas volcánicas (parte alta de la cuenca circunscrita en los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez).

8.4. Impulsar en la parte alta y media de la cuenca, sistemas agrosilvopastoriles, con la finalidad de proteger el suelo, conservar el recurso forestal y, al mismo tiempo, mejorar el nivel de vida de la población.

8.5. Se recomienda la realización de campañas educativas y de concientización de la población acerca del uso adecuado de los recursos naturales de la región, logrando de esta forma su mejor participación en la ejecución de los programas que se emprendan en las siguientes fases.

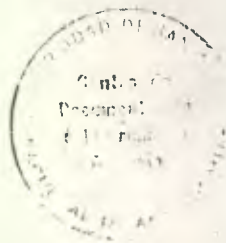
BIBLIOGRAFIA:

1. ALVARADO ARREAGA, D. H. Análisis hidrológico de la cuenca del río Madre Vieja hasta la estación Palmira. Tesis - Ing.Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1979. 128 p.
2. ALVARADO CABRERA, G. D. Modelo general para el desarrollo agrícola forestal de la cuenca del río Blanco. Tesis - Ing.Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1980. 38 p.
3. ALVARADO GONZALEZ, F. G. Recomendaciones para el uso, manejo y conservación de la cuenca superior del río Los Esclavos. Tesis Ing.Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1979. 58 p.
4. ARAGON CASTILLO, V. R. Aprovechamientos agrícolas potenciales de la cuenca del río Villalobos, hasta la desembocadura del Lago de Amatitlán. Tesis Ing.Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1969. 136 p.
5. BOTERO, P. J; BENAVIDES, S. T. y ELBERSEN, G. W. Una metodología para levantamientos edafológicos. Bogotá, Colombia, CIAF. 1975. 21 p.
6. CASTAÑEDA, C. y PINTO, D. Recursos naturales de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, Area de Ciencias, 1981. 80 p.
7. CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO INTEGRAL DE AGUAS Y TIERRAS. DIRECCION DE MANEJO DE CUENCAS. Curso sobre planificación y manejo de cuencas. Instructivo para diagnóstico físico conservacionista. Comajarca, Perú, 1980. 85 p.
8. CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA. AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL. Interpretación de fotografías aéreas para la clasificación y elaboración de cartas geográficas del suelo, México, 1971. 89 p.
9. CONTRERAS SALAS, M. Esquema propuesto para la investigación sobre cuencas hidrográficas en Chile. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, Instituto Americano de Ciencias Agrícolas, 1970. 154 p.

10. CRUZ, J. R. DE LA. Clasificación de zonas de vida en Guatemala basado en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1976. 24 p.
11. GARAVITO, F. Hidrología aplicada a la investigación de las aguas subterráneas. Guatemala, INSIVUMEH, 1981. 15 p.
12. GUATEMALA. BANCO NACIONAL DE DESARROLLO AGRICOLA. DEPARTAMENTO DE PROGRAMACION. Registros estadísticos. Guatemala, 1981. 5 p.
13. _____. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. CENTRO NACIONAL DE INFORMACION. VIII Censo de población. Serie 3. Guatemala, 1973. V.1.
14. _____. III Censo agropecuario nacional 1979. Guatemala, 1979. S.p.
15. _____. VIII Censo de población. Guatemala, 1973. S.p.
16. _____. IX Censo de población, cifras preliminares. Guatemala, 1981. S.p.
17. _____. Informador estadístico. No. 21:2, 1982.
18. _____. Informador estadístico de educación. Guatemala, - s.f. 40 p.
19. _____. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS PECUARIOS. DEPARTAMENTO DE OPERACIONES. Registros estadísticos. Guatemala, 1982. S.p.
20. _____. DEPARTAMENTO DE PROGRAMACION. Memoria de labores 1981. Guatemala, 1981. 93 p.
21. _____. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. CENTRO DE INFORMACION Y DOCUMENTACION AGRICOLA. Memoria de labores 1981. Guatemala, 1981. 87 p.
22. _____. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Análisis de datos multiespectrales de Landsat por medio del sistema LARSYS. Laboratorio de aplicación de sensores remotos. - Guatemala, 1978. 55 p.
23. _____. Atlas nacional de Guatemala. Guatemala, 1972 -- 52 p.
24. _____. Estudio morfométrico de cuencas. Guatemala 1968. 28 p.

25. _____. Estudio morfométrico de la cuenca del río Achi--
guate. Guatemala, 1974. 20 p.
26. _____. Imágenes del satélite Landsat. Mapa escala 1:20
0,000, color. Guatemala, 1978.
27. _____. Mapas temáticos. Conferencia cartográfica regio
nal de las Naciones Unidas para América. 2a. México,
3-14 septiembre 1979. Guatemala, 1980. 25 p.
28. _____. Mapas topográficos, Escala 1:50,000, color. Gua
temala, s.f.
29. _____. INSTITUTO NACIONAL DE COMERCIALIZACION AGRICOLA.
Memoria de labores 79-80, Guatemala, 1981. 147 p.
30. _____. INSTITUTO NACIONAL DE COOPERATIVAS. DEPARTAMEN
TO DE REGISTROS, SECCION COOPERATIVAS. Registros esta
dísticos. Guatemala, 1972. 2 p.
31. _____. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA,
METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Atlas climatológico. Gua
temala, s.f. 7 p.
32. _____. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. UNIDAD DE PROGRAMA
CION. Mapa de regionalización. Guatemala, 1982.
33. _____. SECRETARIA GENERAL DEL CONSEJO NACIONAL DE PLANI
FICACION ECONOMICA. Estudio de prefactibilidad para
un plan maestro de los recursos naturales renovables -
de Guatemala, agua. Guatemala 1975. V.3. 219 p. ,
34. _____. Mapa de capacidad productiva de la tierra; memo
ria explicativa. Guatemala, 1980. 18 p.
35. _____. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra, me
moría explicativa. Guatemala, 1980.
36. _____. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS. FACULTAD DE INGENIE
RIA. ESCUELA REGIONAL DE INGENIERIA SANITARIA. Ma---
nual del seminario sobre los resultados de la conferen
cia mundial de Naciones Unidas sobre el agua. Guatemā
la, 1977. 104 p.
37. _____. Simposio sobre uso múltiple de cuencas. Guatema
la, 1969. 130 p.
38. HOLDRIDGE, L. R. Ecología basada en zonas de vida. San -
José Costa Rica, IICA, 1978. 216 p.
39. LINSLEY, R. E. y FRANZINI, J. B. Ingeniería de los recur
sos hidráulicos. México, CECSA, 1978. 791 p.

40. LOBO, E. Planificación de recursos. Venezuela, CIDIAT,-
1976. 57 p.
41. MOLINA URIZAR, C. A. Estudio de reconocimiento de la --
cuenca del río Sauce y área anexa en el Estor, Izabal.
Tesis Ing.Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos,
Facultad de Agronomía, 1972. 62 p.
42. MORALES, C. A. Estudio morfométrico de la cuenca del río
Madre Vieja hast la estación Palmira. Tesis Ing.Agr.
Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de ---
Agronomía, 1979. 80 p.
43. ODUM, E. P. Ecología. Tercera edición, México, Editio-+-
rial Interamericana, 1972. 639 p.
44. PELLECEER ZELADA, B DE J. Aprovechamiento de los recursos
hidráulicos de la cuenca del río María Linda para ener-
gía eléctrica. Tesis Ing.Civil. Universidad de San
Carlos, Facultad de Ingeniería, 1974. 175 p.
45. SAMAYOA RUIZ, L. R. Estudios para la reforestación de -
áreas críticas de la cuenca los ríos Achiguate - Gua-
calate. Tesis Ing.Agr. Universidad de San Carlos, -
Facultad de Agronomía, 1971. 38 p.
46. SANDOVAL ALVAREZ, R. F. Estudio preliminar de uso actual
y potencial de la cuenca del río El Arco en el Quiché.
Tesis Ing.Agr. Universidad de San Carlos, Facultad de
Agronomía, 1979. 49 p.
47. SECRETARIA GENERAL DE LA ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AME-
RICANOS. Calidad ambiental y desarrollo de cuencas -
hidrográficas: un modelo para planificación y análisis
integrados. Washington, D.C., 1978. 118 p.
48. SIMMONS, C. S., TARANO, J. M. Y PINTO, J. H. Clasifica--
ción de reconocimiento de los suelos de la República
de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959.
1,000 p.



Vo Bo.
Ramirez

ANEXO No. 1.

Características de los suelos en la cuenca del río Achiguate
(adaptado de Simmons, Tárano y Pinto (48)).

CUADRO 1.1.

Posición fisiográfica, material madre y características de los perfiles de los suelos en la cuenca del río Achiguate.

Serie	Símbolo	Material madre	Relieve	Drenaje interno	Suelo Superficial			Subsuelo			
					Color	Textura y consistencia	Espesor aproximado	Color	Consistencia	Textura	Espesor aproximado
Achiguate	Ah	aluvión	plano	despacio	café muy oscuro	franca; friable	15-70 cm.	café grisáceo muy oscuro	friable	franca	20-30 cm.
Alotenango	Al	cen. vol. (máfica de color oscuro)	inclinado	muy rápido	café muy oscuro	franco arenosa; suelta	25-40 cm.	café grisáceo oscuro	suelta	franco arenosa;	40-50 cm.
Bucul	Bu	ceniza volcánica de color oscuro	casi plano (depresional)	muy despacio	gris muy oscuro	franco arcillosa; moderadamente friable	40-60 cm.	gris	moderadamente plástica	franco arcillosa a arcilla arenosa	40-60 cm.
Camantulul	Cl	ceniza volcánica cementada de color claro	fuertemente ondulado	moderado	café oscuro a café muy oscuro	franco arcillosa; friable	25 cm.	café a café rojizo	friable	arcillosa	60-70 cm.
Cauqué	Cq	ceniza volcánica (pomícea) de color claro	fuertemente ondulado a escarpado	bueno	café muy oscuro	franca; friable	20-40 cm.	café amarillento oscuro	friable	franco arcillosa	60-75 cm.
Colojate	Cj	flujo lodoso, máfico cementado	fuertemente ondulado	muy rápido	gris oscuro a gris calesáceo oscuro	arena gruesa, franca; suelta	10-15 cm.	gris	suelta	arena gruesa franco gravosa	30-40 cm.

(Continúa cuadro 1.1.)

Serie	Símbolo	Material madre	Relieve	Drenaje interno	Suelo Superficial			Subsuelo			
					Color	Textura y consistencia	Espesor aproximado	Color	Consistencia	Textura	Espesor aproximado
Cutzán	Cz	ceniza volcánica cementada de color claro	fuertemente ondulado a inclinado	bueno	café oscuro	franco arenoso fina; suelta a friable	10-20 cm.	café amarillento oscuro	friable	franco arenoso fina	20-30 cm.
Guacalate	Gc	ceniza o toba volcánica cementada	suavemente inclinado	moderado	café muy oscuro	franca; friable	30-40 cm.	café amarillento oscuro	friable	franco o franco arcillosa	10 cm.
Guatlón	Gn	cen. vol. de color oscuro	suavemente inclinado	muy rápido	café oscuro	franco arenosa; suelta	30-40 cm.	café a café amarillento	suelta	franco arenosa	50 cm.
Escuintla	Es	lahar pedregoso	suavemente inclinado a inclinado	moderado	café muy oscuro	franca; friable	40-50 cm.	café amarillento a café rojizo	friable	franco arcillosa	50-60 cm.
Mazatenango	Mz	ceniza vol. de color claro	muy suavemente inclinado	moderado	café oscuro	franco limosa; friable	60 cm.	café	friable	franco limosa	90-100 cm.
Osuna	Ou	cen. vol. pomácea de color claro	inclinado	moderado	café a café oscuro	franco arcillosa; friable	30-70 cm.	café amarillento	friable	franco arcillosa o arcillosa	50-75 cm.
Palín	Pl	toba volcánica	muy inclinado	rápido	café muy oscuro	franco arenosa, pedregosa; friable	20-30 cm.	café a café amarillento	friable	franco arenosa, pedregosa	60-75 cm.

(Continúa cuadro 1.1.)

Serie	Símbolo	Material madre	Relieve	Drenaje interno	Suelo Superficial			Subsuelo			
					Color	Textura y consistencia	Espesor aproximado	Color	Consistencia	Textura	Espesor aproximado
Panán	Pn	cen. vol. cementada de color claro (máfico)	inclinado	rápido	café oscuro	franco arenosa, pedregosa; suelta	20-30 cm.	café o café amarillento	débilmente cementada	franco arenosa	20-30 cm.
Paxinamá	Px	aluvión arenoso	casi plano	muy rápido	café oscuro	franco arenoso fina; suelta	10-25 cm.	café	suelta	franco arenosa	20-30 cm.
Siquinalá	Sq	tuba, breccia, máfica	levemente inclinado	muy rápido	gris oscuro	franca; friable	30-40 cm.	TOBA; BRECCIA			
Tecoate	Tj	aluvión	plano	ninguno	gris muy oscuro	franco arcillosa; moderadamente friable	40-60 cm.	gris cafésáceo	dura, moderadamente friable	franco arcillosa	50-60 cm.
Tecpan	Te	ceniza volcánica de color claro	casi plano a ondulado	bueno	café oscuro	franco arenosa; friable	30-50 cm.	café amarillento	friable	franco arcillosa	50-100 cm.
Tiquisate	Ts Ti	ceniza de aluvión vol. de color oscuro	casi plano	moderado	café	franco arenoso fina a franca; suelta	40-50 cm.	café claro	friable a suelta	franco arenosa a franco arenoso fina	30-70 cm.
Yepocapa	Ye	ceniza o escoria vol. de color oscuro (máfico)	inclinado	rápido	café muy oscuro a café oscuro	franca, gravosa; suelta	40-60 cm.	café grisáceo oscuro	cementada	escoria	—

CUADRO No. 1.2.

Suelos de la cuenca del río Achiguate. Características importantes que influyen en su uso.

Serie	Símbolo	Declive dominante (Por ciento)	Drenaje a través del suelo	Capacidad de abastecimiento de humedad	Capa que limita la penetración de las raíces	Peligro de erosión	Fertilidad natural	Problemas especiales en el manejo del suelo
Achiguate	Ah	0-2	despacio	despacio	ninguna	(poco) ligera	alta	drenaje
Alotenango	Al	12-30	muy rápido	muy despacio	ninguna	alta	mediana	combate de erosión
Bucul	Bu	0-2	muy despacio	alta	ninguna	poca	alta	drenaje
Camantulul	Cl	10	moderado	mediana	ninguna	alta	alta	combate de erosión
Cauqué	Cq	15-19	regular	alta	ninguna	alta	alta	combate de erosión y mantenimiento de materia orgánica
Colojate	Cj	10	muy rápido	baja	cap. cementada a 50 cm.	alta	mediana	pedregosidad y combate de erosión
Cutzán	Cz	10-25	bueno	baja	ceniza volcánica cementada a 50 cm.	muy alta	alta	combate de erosión
Escuintla	Es	8-10	moderado	alta	ninguna	alta	alta	combate de erosión
Guscalate	Gc	2-3	moderado	—	ceniza volcánica cementada a 50 cm.	mediana	alta	mantenimiento de materia orgánica y combate de erosión
Guatalón	Gn	2-5	muy rápido	baja	ninguna	poca	alta	sequía

(Continúa cuadro 1.2.)

Serie	Símbolo	Declive dominante (Por ciento)	Drenaje a través del suelo	Capacidad de abastecimiento de humedad	Capa que limita la penetración de las raíces	Peligro de erosión	Fertilidad natural	Problemas especiales en el manejo del suelo
Mazatenango	Mz	2-5	moderado	alta	ninguna	poca	alta	mantenimiento de materia orgánica
Osuna	Ou	15-20	moderado	alta	ninguna	alta	alta	combate de erosión
Palln	Pl	40-60	rápido	baja	ninguna	muy alta	mediana	pedregosidad y combate de erosión
Panán	Pn	10	rápido	mediana	ceniza volcánica cementada a 50 cm.	muy alta	alta	pedregosidad y combate de erosión
Paxiná	Px	0-2	muy rápido	baja	ninguna	baja	mediana	mantenimiento de materia orgánica
Siquinalá	Sq	10-20	muy rápido	baja	material vol. cem. a 50 cm.	alta	alta	pedregosidad y combate de erosión
Tecojate	Tj	0-1	ninguno	mediana	ninguna	baja	alta	drenaje
Tecpán	Tc	1-5	rápido	regular	ninguna	baja	regular	mantenimiento de fertilidad
Tiquisate	Ts Ti	0-2	moderado	alta	ninguna	baja	alta	mantenimiento de materia orgánica
Yepncapa	Ye	10-25	rápido	mediana	ninguna	alta	alta	combate de erosión

CUADRO No. 1.3.

Características químicas de los perfiles de los suelos en la cuenca del río Achiguate.

Nombre: ACHIGUATE franco limoso

Nº de Archivo: 1.816

Localidad: Escuintla

Nº Hori- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm							Mn ppm	Fe ppm	P ppm
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	H	% Sat. Bases			
1	0-15	6.7	49.5	0.13	2.3	3.96	49.15	28.46	7.40	0.33	1.05	14.90	75.78	12.7	10.8	10.8
2	15-40	6.8	47.3	0.33	6.0	10.32	42.39	20.38	0.45	0.13	0.43	21.00	50.46	5.6	4.5	8.4
3	40+	7.2	38.5	0.59	7.9	13.59	30.03	9.09	0.47	0.17	1.17	19.13	36.30	2.8	22.8	6.0

Nombre: ALOTENANGO franco arenoso

Nº de Archivo: 1,819

Localidad: Escuintla

Nº Horiz- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm							Mn ppm	Fe ppm	P ppm
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	H	% Sat. Bases			
1	-2.0	B R O Z A														
2	0-40	6.3	32.7	0.56	7.7	13.24	32.20	8.46	0	0.06	0.21	23.47	27.11	4.3	86.5	7.4
3	40-85	6.5	27.0	0.28	5.2	8.94	26.44	7.50	0.10	0.08	0.21	18.55	29.84	1.6	146.8	6.0
4	85-125	6.4	30.4	0.06	0.8	1.38	10.55	1.81	0.10	0.08	0.08	8.48	19.62	0.4	170.0	8.4
5	125+	6.6	76.8	0.01	0.1	0.17	4.11	1.06	0	0.08	0.21	2.76	32.85	0.3	115.5	14.6

Nombre: ALOTENANGO franco arenoso

Nº de Archivo: 1,820

Localidad: Escuintla

Nº Hori- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm							Mn ppm	Fe ppm	P ppm
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	H	% Sat. Bases			
1	0-25	6.2	27.4	0.62	6.6	11.35	32.47	8.25	0	0.09	0.17	23.96	26.21	3.8	72.0	7.4
2	25-130	6.3	25.1	0.09	0.8	1.58	18.97	7.68	0	0.07	0.19	16.03	15.50	1.6	250.0	8.6
3	130+	6.7	26.3	0.24	2.8	4.82	23.22	4.32	0	0.08	0	18.82	18.95	2.9	147.5	7.7

(Continúa cuadro 1.3.)

Nombre: BUCUL franco arcilloso

Nº de Archivo: 1,829

Localidad: Escuintla

Nº Hori- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm							Mn ppm	Fe ppm	P ppm
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	H	% Sat. Bases			
1	0-5	6.4	29.0	0.34	4.6	7.91	42.91	20.21	8.38	0.50	1.50	12.32	71.29	58.5	102.0	20.0
2	5-30	6.6	29.9	0.11	1.3	2.24	27.21	18.35	9.70	0.50	1.45	—	—	12.5	24.3	5.6
3	30-50	6.7	32.0	0.05	0.5	0.86	43.41	19.20	12.08	0.63	1.23	10.27	76.34	7.9	31.0	7.2
4	50-105	7.3	28.3	0.03	0.4	0.64	44.10	14.87	11.02	0.93	0.98	16.30	63.03	4.9	49.0	20.0
5	105-150	7.8	45.7	0.03	0.3	0.52	32.32	14.36	13.96	1.98	0.78	1.34	95.85	5.5	32.3	25.8

Nombre: BUCUL arcilla limosa

Nº de Archivo: 4,402

Localidad: Santa Rosa

Nº Hori- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm							Mn ppm	Fe ppm	P ppm
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	H	% Sat. Bases			
1	0-10	5.6	40.3	0.33	3.6	6.16	33.50	15.17	10.40	0.30	1.36	6.27	81.28	47.0	190.0	1.3
2	10-30	6.1	45.7	0.06	0.8	1.37	34.80	16.91	13.67	0.45	0.92	2.85	91.81	10.8	35.0	15.0
3	30-50	6.5	27.6	0.03	0.3	0.51	25.89	13.55	8.06	0.43	0.24	3.61	86.06	15.1	162.0	22.4
4	50-75	7.0	19.9	0.01	0.2	0.34	21.07	9.01	4.77	0.64	0.36	6.29	70.15	26.4	327.8	26.3

Nombre CAMANTULUL franco arcilloso

Nº de Archivo: 1,827

Localidad: Escuintla

Nº Hori- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm							Mn ppm	Fe ppm	P ppm
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	H	% Sat. Bases			
1	0-20	6.0	33.1	0.27	2.1	3.61	26.33	7.24	2.07	0.16	1.60	15.26	42.04	29.7	160.5	2.8
2	20-35	6.1	49.1	0.13	1.1	1.49	27.60	6.75	1.03	0.19	2.53	17.19	37.97	14.6	66.5	1.4
3	35-75	6.0	56.7	0.05	0.5	0.86	26.82	6.66	0.21	0.34	1.77	18.44	31.25	8.2	68.3	1.8
4	75-120	5.8	55.7	0.03	0.2	0.34	27.75	5.29	0.51	0.41	1.23	20.31	26.81	6.6	114.5	2.5
5	120+	5.8	34.4	0.02	0.1	0.17	24.66	4.43	0.58	0.38	1.00	18.27	25.91	3.8	78.3	2.0

(Continúa cuadro 1.3.)

Nombre: CAUQUE franco				Nº de Archivo: 1,403					Localidad: Chimaltenango							
Nº Hori- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm							Mn ppm	Fe ppm	P ppm
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	H	% Sat. Bases			
1	0-3.0	B R O Z A														
2	0-40	6.2	42.7	0.24	4.6	7.91	35.67	8.50	2.00	0.31	1.49	23.37	34.48	34.1	24.0	4.6
3	40-75	6.3	40.6	0.08	1.3	2.24	35.60	7.80	3.10	0.57	2.70	21.43	39.80	16.6	120.8	2.7
4	75-120	6.2	41.0	0.03	0.5	0.86	36.38	7.60	3.40	0.31	1.84	23.03	36.70	14.9	296.0	2.7
5	120+	6.3	42.4	0.01	0.2	0.34	34.10	4.80	1.20	0.06	0	28.04	17.77	6.7	326.4	3.7

Nombre: CAUQUE franco arcilloso							Nº de Archivo: 1,412			Localidad: Chimaltenango						
Nº Hori- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm							Mn ppm	Fe ppm	P ppm
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	H	% Sat. Bases			
1	0-12	6.0	21.8	0.16	2.5	4.30	24.87	7.98	1.85	0.10	1.31	13.63	45.20	106.2	130.8	5.0
2	12-35	6.4	28.1	0.11	1.6	2.75	26.24	7.30	1.50	0.26	1.34	15.84	39.63	85.8	508.8	4.6
3	35-70	6.4	32.8	0.04	0.5	0.86	25.56	8.97	2.10	0.50	2.16	12.23	52.89	7.0	441.6	3.7
4	70-105	6.4	34.9	0.02	0.2	0.34	23.02	8.86	2.94	0.52	2.06	8.64	62.47	14.6	425.6	3.3
5	105-150	6.2	29.7	0.04	0.2	0.34	21.37	8.80	2.57	0.60	2.15	7.25	66.07	4.3	82.8	5.0

Nombre CAUQUE franco arcilloso							Nº de Archivo: 4,001			Localidad: Sacatepéquez						
Nº Hori- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm							Mn ppm	Fe ppm	P ppm
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	H	% Sat. Bases			
1	0-40	6.7	22.4	0.67	1.5	2.58	19.11	6.89	0.86	0.16	0.77	10.43	45.42	21.1	222.4	5.6
2	40-90	7.2	31.9	0.27	0.4	0.69	28.81	9.57	3.31	0.40	1.33	14.23	50.66	8.5	265.6	4.6
3	90-130	7.2	31.8	0.01	0.1	0.17	26.78	10.67	3.74	0.63	1.54	10.20	61.91	4.2	127.2	2.0
4	130-195	7.2	24.0	0	0.1	0.17	21.17	8.21	2.67	0.60	1.69	8.00	62.21	3.4	90.8	2.0
5	195-235	7.2	20.2	0	0.1	0.17	17.24	8.21	2.59	0.49	1.17	4.77	72.36	1.3	96.8	13.8
6	235+	6.4	13.3	0	0.1	0.17	6	1.8	0	0.19	1.81	3.43	52.75	2.6	74.4	2.7

(Continúa cuadro 1.3.)

Nombre: CUTZAN franco arenoso N° de Archivo: 1,823 Localidad: Escuintla

Nº Horizonte	Límites del Horizonte cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm							Mn ppm	Fe ppm	P ppm
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	H	% Sat. Bases			
1	-3-0	B R O Z A														
2	0-20	6.0	20.0	0.14	1.6	2.75	16.62	5.06	0.14	0.06	1.00	10.36	37.67	8.5	26.0	9.8
3	20-30	5.4	16.6	0.08	0.9	1.55	13.47	3.06	0	0.16	0.72	9.53	29.25	4.0	30.5	7.3
4	30-100	5.5	15.9	0.02	0.1	0.17	11.06	2.13	0	0.16	0.46	8.31	24.86	3.8	34.1	10.0
5	100 +	7.3	13.9	0.01	0.1	0.17	9.39	1.62	0	0.14	0.37	7.26	22.68	3.0	32.6	1.5

Nombre: CUTZAN franco arenoso N° de Archivo: 4,806 Localidad: Suchitepéquez

N° Horizonte	Límites del Horizonte cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm							Mn ppm	Fe ppm	P ppm
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	H	% Sat. Bases			
1	0-20	6.1	42.4	0.51	5.2	8.94	33.76	6.44	0	0.37	0.30	26.65	21.06	5.3	45.6	7.2
2	20-40	6.3	39.7	0.44	5.4	9.29	31.65	7.09	0	0.68	0.21	23.67	25.21	6.4	17.2	7.4
3	40-80	6.5	16.5	0.04	0.3	2.52	15.93	1.97	0	0.09	0	13.87	12.93	3.8	191.2	7.4

Nombre: CUTZAN franco arenoso N° de Archivo: 4,812 Localidad: Suchitepéquez

N° Horizonte	Límites del Horizonte cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm							Mn ppm	Fe ppm	P ppm
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	H	% Sat. Bases			
1	0-10	5.7	26.1	0.38	3.2	5.50	24.14	2.06	1.60	0.29	0.82	12.36	48.78	29.8	66.4	7.0
2	10-25	6.1	21.0	0.16	1.2	2.06	17.43	4.64	1.87	0.29	0.86	9.72	44.23	17.4	239.2	4.0
3	25-50	6.5	19.2	0.03	0.4	0.69	12.17	4.52	0.72	0.39	0.52	6.02	50.53	7.8	96.0	3.3
4	50-115	6.7	20.5	0.14	0.1	0.17	11.62	3.94	0.04	0.22	0.47	6.95	40.19	7.2	79.6	2.7
5	115-150	6.8	19.5	0	0.1	0.17	7.25	2.82	0.04	0.28	0.51	3.60	50.34	6.4	76.0	2.7

(Continúa cuadro 1.3.)

Nombre: COLOJATE arena franca

Nº de Archivo: 1,807

Localidad: Escuintla

Nº Hori- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm								Mn ppm	Fe ppm	P ppm
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	II	% Sat. Bases				
1	— 3.0	5.9	11.7	0.16	2.7	4.64	10.48	2.78	0	0.08	0	7.62	27.29	8.4	134.7	13.2	
2	0-7	6.0	8.0	0.09	1.2	2.06	5.55	1.27	0	0.09	0.05	4.14	25.41	5.9	102.3	15.2	
3	7-20	6.6	44.3	0.01	0.1	0.17	2.53	0.67	0	0.08	0.10	1.68	33.60	2.8	62.0	14.0	
4	20-60	6.6	8.7	0.01	0.1	0.17	5.84	0.96	0	0.11	0.15	2.62	31.77	3.4	257.3	14.4	
5	60	6.5	40.2	0.02	0.4	0.69	2.60	0.56	0	0.08	0.10	1.86	28.46	2.4	64.1	7.6	

Nombre: ESCUINTLA franco

Nº de Archivo: 1,824

Localidad: Escuintla

Nº Hori- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm								Mn ppm	Fe ppm	P ppm
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	II	% Sat. Bases				
1	0-37	6.6	44.4	0.40	7.7	13.24	35.23	14.39	3.82	0.09	0.22	16.71	57.57	3.8	53.0	6.6	
2	37-85	6.5	63.6	0.27	4.5	7.74	36.65	8.60	2.06	0.29	0.26	25.44	30.59	1.4	39.5	9.4	
3	85-115	6.5	73.0	0.26	4.3	7.40	48.38	9.64	0.16	0.18	0.53	27.87	27.58	1.8	36.5	8.9	
4	115 +	6.4	67.4	0.15	0.8	1.38	41.65	10.17	0.64	0.44	0.50	29.90	28.21	2.7	50.0	12.0	

(Continúa cuadro 1.3.)

Nombre: GUACALATE franco							Nº de Archivo: 1,813					Localidad: Escuintla				
Nº Hori- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm							Mn ppm	Fe ppm	P ppm
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	H	% Sat. Bases			
1	0-10	6.1	37.0	0.46	6.6	11.35	29.36	14.27	3.27	0.14	0.80	10.88	62.94	13.5	24.9	16.8
2	10-35	5.9	38.9	0.42	5.9	10.15	32.82	9.94	1.67	0.29	0.39	20.53	37.45	16.2	26.4	17.8
3	35-45	6.0	31.1	0.17	2.7	4.64	25.77	6.98	0.41	0.45	1.80	16.13	37.41	3.9	86.1	7.8
4	45+	6.8	30.4	0.04	0.6	1.03	27.87	6.79	1.36	0.67	2.03	17.02	38.93	34.8	156.1	9.0

Nombre: GUATALON franco arenoso							Nº de Archivo: 1,817					Localidad: Escuintla				
Nº Hori- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm							Mn ppm	Fe ppm	P ppm
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	H	% Sat. Bases			
1	0-15	6.8	33.7	0.35	7.2	12.38	28.68	11.64	1.25	0.08	0.18	15.53	45.85	5.4	21.8	6.3
2	15-45	5.7	26.6	0.40	5.3	9.12	25.65	7.68	0.64	0.22	0.91	16.20	36.84	2.9	49.0	8.9
3	45-60	6.2	15.3	0.11	1.8	3.10	14.28	2.23	0.10	0.08	0.11	11.76	17.65	0.8	70.7	6.4
4	60-85	5.7	10.4	0.05	0.6	1.03	8.53	1.27	0	0.06	0	7.20	15.59	0.3	88.6	9.8
5	85+	6.1	14.2	0.05	0.9	1.55	12.24	1.86	0	0.10	0.08	10.20	16.67	0.4	94.0	4.0

Nombre: MAZATENANGO franco limoso							Nº de Archivo: 4,819					Localidad: Suchitepéquez				
Nº Hori- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm							Mn ppm	Fe ppm	P ppm
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	H	% Sat. Bases			
1	0-55	7.1	34.1	0.37	4.2	7.22	35.22	23.40	5.86	0.20	1.31	2.45	92.62	18.6	50.4	54.4
2	55-100	6.4	37.3	0.16	2.4	4.15	32.94	6.11	0	0.31	0.10	26.42	19.79	3.8	70.0	6.4
3	100-150	6.2	46.1	0.15	3.4	5.85	37.93	9.21	0.60	0.32	0.40	27.40	27.76	4.8	99.2	5.2
4	150-175	6.6	49.4	0	1.4	2.41	34.59	9.56	0.60	0.40	0.63	23.40	32.35	5.1	60.0	7.8
5	175-200	6.7	52.2	0.08	1.0	1.72	39.48	19.74	5.21	1.50	1.88	11.15	71.76	6.4	103.2	8.4

(Continúa cuadro 1.3.)

Nombre: OSUNA franco arcilloso							N° de Archivo: 1,408					Localidad: Chimaltenango				
N° Hori- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm					% Sat. Bases	Mn ppm	Fe ppm	P ppm	
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K					H
B R O Z A							B R O Z A					B R O Z A				
1	0-4.0	5.9	33.0	0.36	4.5	7.74	32.11	7.35	1.70	0.08	1.33	21.65	32.58	17.1	88.8	2.5
2	0-25	6.3	31.6	0.13	1.4	2.41	32.82	7.65	1.60	0.19	2.45	20.93	36.23	7.5	187.2	15.6
3	25-50	6.3	31.6	0.13	1.4	2.41	32.82	7.65	1.60	0.19	2.45	20.93	36.23	7.5	187.2	15.6
4	50+	6.5	48.8	0.06	0.5	0.86	44.29	8.60	1.85	0.27	2.91	30.66	30.77	3.2	427.2	7.4

Nombre: PALIN franco arenoso							Nº de Archivo: 2,007					Localidad: Guatemala				
Nº Hori- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm					Mn ppm	Fe ppm	P ppm		
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K				H	% Sat. Bases
1	0-5.0	B R O Z A						B R O Z A						B R O Z A		
2	0-25	6.6	24.0	0.32	5.2	8.94	25.26	10.64	4.14	0.25	0.78	9.45	62.59	2.9	91.5	3.2
3	25-45	6.5	32.4	0.23	3.6	6.19	25.07	6.07	1.65	0.11	0.59	16.65	33.59	0.6	115.5	2.0
4	45-110	6.9	58.8	0.24	4.4	7.57	35.48	8.63	2.39	0.22	0.34	24.90	29.82	2.0	39.0	2.4
5	110+	6.5	45.9	0.07	1.2	2.06	25.55	8.83	2.82	0.84	1.08	11.98	53.11	1.3	88.5	2.3

Nombre: PANAN franco arenoso gravoso							N° de Archivo: 4,823			Localidad: Suchitepéquez						
N° Hori- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cap. Tot. Interc.	Cationes Intercambiables me/100 gm					% Sat. Bases	Mn ppm	Fe ppm	P ppm
								Ca	Mg	Na	K	H				
1	0-12	6.0	39.5	0.56	7.3	12.56	28.17	9.17	0.14	0.9	0.18	18.59	34.01	8.2	16.4	10.2
2	12-25	5.8	43.1	0.47	4.6	7.91	26.88	5.16	0	0.11	0.15	21.46	20.16	3.0	37.2	10.6
3	25-35	5.6	43.8	0.17	1.7	2.92	15.57	2.01	0.06	0.09	0.09	13.33	14.39	0	130.4	10.0
4	35+	6.5	75.7	0.02	0.2	0.34	46.35	0.51	0	0.05	0	45.79	1.21	10.9	612.0	11.8

(Continúa cuadro 1.3.)

Nombre: PAXINAMA franco arenoso

Nº de Archivo: 1,826

Localidad: Escuintla

Nº Hori- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm								Mn ppm	Fe ppm	P ppm
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	H	% Sat. Bases				
1	0-12	6.8	19.8	0.40	5.2	8.94	17.40	11.02	4.95	0.10	0.63	0.70	95.98	18.8	43.5	28.0	
2	12-30	6.4	15.1	0.21	2.7	4.64	19.96	7.48	3.00	0.11	0.36	9.01	54.86	8.0	61.8	28.0	
3	30-55	6.8	11.8	0.12	1.9	3.27	13.15	6.31	1.71	0.14	0.42	4.57	65.25	7.5	95.0	20.0	
4	55 +	7.1	8.7	0.01	0.1	0.17	5.71	1.57	0.27	0.08	0.51	2.78	46.64	1.8	103.0	8.0	

Nombre: SIQUINALA franco-gravoso

Nº de Archivo: 1,815

Localidad: Escuintla

No Hori- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm								Mn ppm	Fe ppm	P ppm
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	H	% Sat. Bases				
1	0-10	5.9	44.7	0.62	8.7	14.96	38.38	10.85	2.28	0.11	0.80	24.34	36.58	7.8	28.1	10.4	
2	10-40	5.6	41.6	0.39	8.1	13.93	40.65	7.35	3.98	0.35	0.93	28.04	31.02	30.0	20.8	7.6	
3	40+	R O C A						R O C A						R O C A			

Nombre: TIQUISATE franco arenoso fino

Nº de Archivo: 1,803

Localidad: Escuintla

No Hori- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm								Mn ppm	Fe ppm	P ppm
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	H	% Sat. Bases				
1	0-35	6.9	25.9	0.18	2.2	3.78	20.11	10.06	6.39	0.14	1.49	2.03	89.91	29.6	161.5	37.6	
2	35-65	6.8	17.2	0.04	0.4	0.62	16.77	6.16	3.19	0.14	1.55	5.73	65.83	12.1	173.5	15.0	
3	65-80	7.2	8.9	0.02	0.2	0.34	8.77	3.15	1.97	0.10	0.72	2.53	71.15	8.4	70.0	20.0	
4	80-110 +	ARENA GRUESA						ARENA GRUESA						ARENA GRUESA			

(Continúa cuadro 1.3.)

Nombre: TECOJATE franco arcilloso							Nº de Archivo: 1,830							Localidad: Escuintla		
Nº Hori- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm							Mn ppm	Fe ppm	P ppm
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	H	% Sat. Bases			
1	—3-0	B R O Z A						B R O Z A						B R O Z A		
2	0-10	7.1	47.2	0.51	6.4	11.01	49.40	30.59	21.19	2.58	2.28	—	—	2.8	9.8	38.4
3	10-25	7.1	41.3	0.14	1.9	3.27	39.18	20.48	23.48	6.35	2.10	—	—	21.4	8.3	33.6
4	25-40	7.8	41.3	0.03	0.4	0.69	39.52	16.07	27.62	11.50	2.18	—	—	6.2	11.8	20.8
5	40-135	8.0	34.3	0.01	1.9	3.27	22.93	10.37	15.79	10.00	1.78	—	—	12.8	60.0	11.6
6	135+	7.9	43.5	0.02	0.4	0.69	—	—	—	—	—	—	—	3.9	54.6	31.8

Nombre: TECPAN franco arenoso								Nº de Archivo: 1,411					Localidad: Chimaltenango				
Nº Hori- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm							Mn ppm	Fe ppm	P ppm	
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	H	% Sat. Bases				
1	0-30	7.0	38.9	0.11	1.8	3.10	22.37	11.12	0.67	0.14	0.87	9.62	57.00	8.1	123.2	24.8	
2	30-60	7.3	38.1	0.04	0.8	1.38	19.71	12.73	2.06	0.36	0.56	4.00	79.71	4.2	175.2	70.8	
3	60-130	7.4	40.2	0.05	1.0	1.72	23.67	13.57	3.29	0.46	0.84	5.06	76.72	4.2	145.6	75.6	
4	130-250	7.4	44.3	0.04	0.7	1.20	28.61	15.77	3.91	0.80	2.73	5.40	81.13	3.2	163.2	51.0	
5	250+	6.2	17.3	-0.01	-0.1	-0.17	5.81	2.78	0	0.13	0.30	2.60	55.25	4.3	128.0	3.1	

Nombre: YEPOCAPA				Nº de Archivo: 1,402				Localidad: Chimaltenango								
Nº Hori- zonte	Límites del Horizon- te cm.	pH	H.E. (M.E.) %	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm							Mn ppm	Fe ppm	P ppm
							Cap. Tot. Interc.	Ca	Mg	Na	K	H	% Sat. Bases			
1	—3-0	6.2	27.5	0.48	6.7	11.32	23.85	8.75	2.30	0.08	0.15	12.59	47.21	16.8	88.3	28.8
2	0-25	6.1	17.4	0.17	2.5	0.09	15.38	5.29	0.60	0.07	0	9.42	38.75	9.5	128.7	19.2
3	25-70	6.4	16.6	0.17	2.1	3.61	19.22	6.15	1.10	0.17	0	11.80	38.61	4.7	171.5	21.6
4	70+	6.7	7.4	0.05	0.5	0.36	5.62	1.45	0.10	0.07	0.11	3.89	30.78	0.7	132.0	17.8

AGREGADO ANEXO 1.

Cimas volcánicas (Cv):

Constituyen la clase de terreno que define a los conos de los volcanes de Agua, de Fuego y Acatenango, dentro de la cuenca. La mayoría de estos suelos consiste en ceniza volcánica o escoria máfica típica, sin modificar y suelta. Ocupan pendientes inclinadas, siendo el ángulo de reposo de este material alrededor del 65%. Todas las áreas están cortadas por barrancos profundos de laderas muy inclinadas. Están desprovistos o casi desprovistos de vegetación y no tienen uso agrícola.

Como puede determinarse en la figura 9 y el cuadro 2, estos suelos constituyen el 1.56% del área total de la cuenca.

Suelos de los valles, no diferenciados (Sv):

Describe los valles grandes que se encuentran al nor-este de la cuenca, donde ningún tipo de suelo es dominante en lo que respecta a la agricultura. Existe en esta serie, amplia variedad de material madre, tipos de suelo y grados de inclinación. Gran parte del área es casi plana y conveniente para agricultura mecanizada. Constituye el 4.75% del área total de la cuenca y debe examinarse individualmente cada área para determinar su capacidad productiva. (Ver figura 9 y cuadro 2).

Arena de playa de Mar (AM):

Esta serie está formada por las arenas de las playas del Océano Pacífico que quedan dentro de la cuenca. Constituye el 1.15% de la superficie total de la cuenca.

ANEXO 2.

Estudio Morfométrico de la cuenca del río Achiguate.

Obtenido de: Estudio Morfométrico de la
cuenca del río Achiguate. (25)

DESCRIPCION

- u = ORDEN DE LAS CORRIENTES.
 N_u = NUMERO DE CORRIENTES DE ORDEN u .
 $\bar{L}_u$ = LONGITUD MEDIA DE LAS CORRIENTES DE ORDEN $u = \sum L_u / N_u$.
 $\sum L_u$ = LONGITUD ACUMULADA DE LAS CORRIENTES DE ORDEN u .
 $\sum N_u$ = NUMERO TOTAL DE CORRIENTES DE TODOS LOS ORDENES EN LA CUENCA DE ORDEN K .
 $\sum N_u$ (Fórmula) = $(R_b^b - 1) / (R_b - 1)$.
 R_b = RADIO DE BIFURCACION PROMEDIO = $N_u / N(u+1) = \text{Antilog } b$.
 b = PENDIENTE DE LA CURVA $\text{Log } N_u - u$.
 $\sum \sum L_u$ (Fórmula) = $\bar{L}_u R_b^b (R_b^b - 1) / (R_b - 1)$.
 $R_{Lb} = R_b / R_a$.
 R_L = RADIO DE LONGITUD = $\bar{L}_u / \bar{L}(u-1) = \text{Antilog } b'$.
 b' = PENDIENTE DE LA CURVA $\text{Log } \bar{L}_u - u$.
 $\sum \sum L_u$ = LONGITUD ACUMULADA DE TODAS LAS CORRIENTES.

-142-

ESCALAS DE TRABAJO				
FOTOGRAFIAS AEREAS				MAPAS
SERIE	FECHA DE TOMA	ALTURA	ESCALA APROXIMADA	ESCALA
				1: 250,000 HOJA ND 15-12 HOJA ND 15-8
				1: 50,000 HOJA 2059 - IV HOJA 2059 - III HOJA 2059 - II HOJA 2059 - I HOJA 2058 - IV HOJA 2058 - III HOJA 2057 - IV HOJA 1957 - I

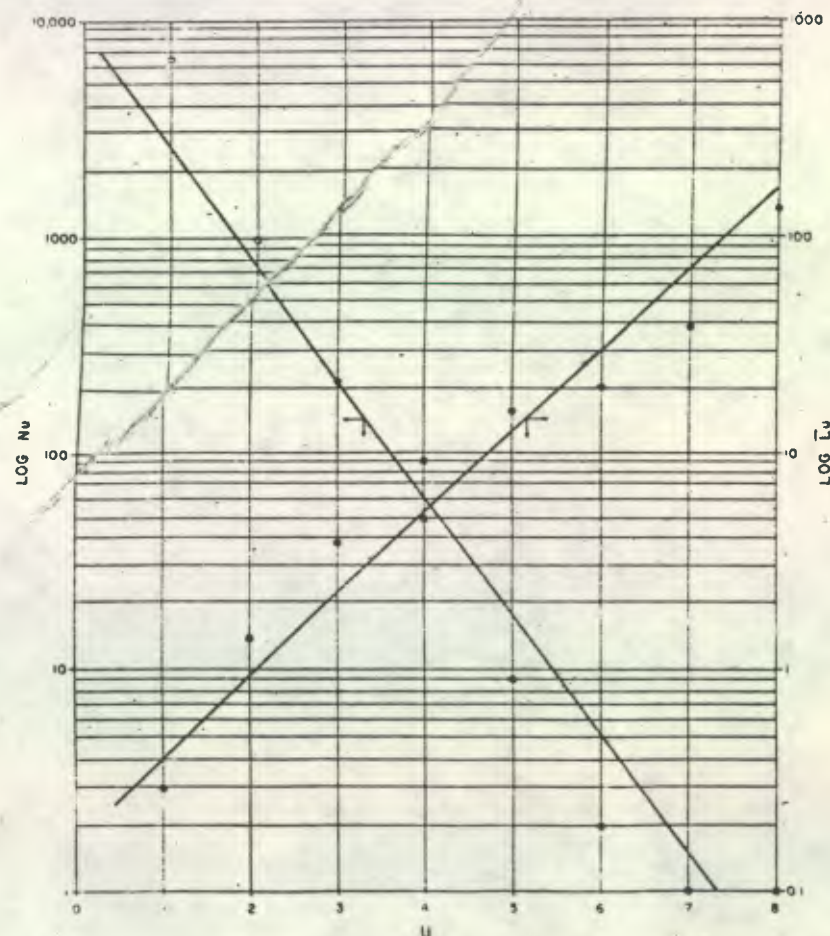
INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
DIVISION DE INVESTIGACION DE RECURSOS DE AGUA
DEPARTAMENTO DE AGUA SUPERFICIAL
ESTUDIO MORFOMETRICO DE CUENCAS

HOJA N° 2/5

ESTACION: PANTA DE BARRIO AMERICA
RIO: CAYCHUQUE

U	Nu	$\overline{Lu}(Km)$
1	5273	0.291
2	974	1.243
3	216	3.741
4	48	9.088
5	9	15.306
6	2	20.125
7	1	37.000
8	1	123.500
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
$\Sigma Nu = 7521$		
$\Sigma Nu(formula) = 7521$		
$\Sigma \Sigma Lu(formula) = 4555.564 Km.$		

$Rb = 3.4056$
 $Rl = 2.3461$



INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL

HOJA N° 3/5

DIVISION DE INVESTIGACION DE RECURSOS DE AGUA
DEPARTAMENTO DE AGUA SUPERFICIAL

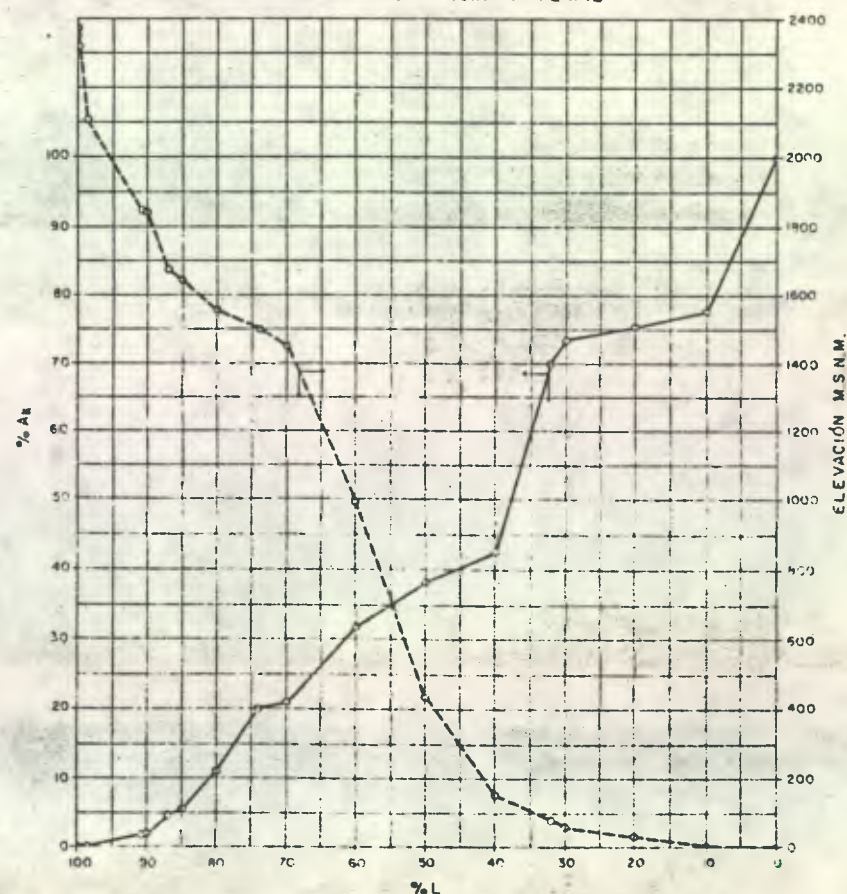
ESTACION: PASTA DESPRENDIDA

RIO ACUMINADO

ESTUDIO MORFOMETRICO DE CUENCAS

Ln		ELEV.n	An	
%L	Km	MTS SNM	Km²	%Ak
10	12.350	5.21	1019.3926	77.14
20	24.700	29.29	998.9639	75.59
30	37.050	63.33	971.4561	73.51
40	49.400	152.31	554.0941	42.58
50	61.750	434.00	507.2746	38.39
60	74.100	994.12	419.5953	31.75
70	86.450	1450.74	275.7124	20.86
80	98.800	1550.95	147.4533	11.10
85	104.975	1610.74	73.5073	5.55
90	111.150	1640.34	24.0004	1.80
100-L	123.500	2575.00	0.0000	0.00
PUNTO DONDE RECIBE EL PRIMER AFLUENTE DEL ORDEN INDICADO				
1(10.00)	123.350	2345.00	0.2759	0.02
2(99.72)	123.150	2420.00	0.6776	0.05
3(99.50)	121.000	1107.00	3.1471	0.24
4(90.81)	112.700	1850.30	23.9537	1.81
5(76.92)	102.150	1577.50	63.4458	4.80
6(73.72)	91.050	1500.55	265.3304	20.00
7(32.02)	49.550	73.33	929.7783	70.56
8				
9				
10				
11				
12				
13				

CURVA ÁREA - DISTANCIA Y PERFIL



DESCRIPCION.

- L * LONGITUD, DESDE LA ESTACION A LA DIVISORIA, DEL CAUCE PRINCIPAL, EN KMS.
 L * LONGITUD, DESDE LA ESTACION A LA DIVISORIA, DEL CAUCE MAS LARGO (CUANDO ESTE NO COINCIDE CON EL CAUCE PRINCIPAL) EN KMS.
 Ln * LONGITUD, MEDIDA A PARTIR DE LA ESTACION, CORRESPONDIENTE A UN PUNTO "n" A LO LARGO DEL CAUCE PRINCIPAL.
 Ln' * LONGITUD, MEDIDA A PARTIR DE LA ESTACION, CORRESPONDIENTE A UN PUNTO "n" A LO LARGO DEL CAUCE MAS LARGO (CUANDO ESTE NO COINCIDE CON EL CAUCE PRINCIPAL)
 n * PUNTO SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL O EL CAUCE MAS LARGO, CORRESPONDIENTE AL 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 85, 90 y 100 POR CIENTO DE L O L', ASI COMO AQUELLOS PUNTOS EN QUE ESTOS RECIBEN EL PRIMER AFLUENTE DE CADA ORDEN.
 elev n * ELEVACION DE CADA PUNTO n.
 An * AREA DE DRENAJE MEDIDA HASTA CADA UNO DE LOS PUNTOS n.
 Ak * AREA TOTAL DE LA CUENCA DE ORDEN K.

ESCALAS DE TRABAJO				
FOTOGRAFIAS AEREAS			MAPAS	
SERIE	FECHA DE TOMA	ALTURA	ESCALA APROXIMADA	
			1: 250,000 HOJA ND 15-12 HOJA ND 15-8 1: 50,000 HOJA 2059 - IV HOJA 2059 - III HOJA 2059 - II HOJA 2059 - I HOJA 2058 - IV HOJA 2058 - III HOJA 2057 - IV HOJA 1957 - I	

INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL

HOJA N° 4/5

DIVISION DE INVESTIGACION DE RECURSOS DE AGUA

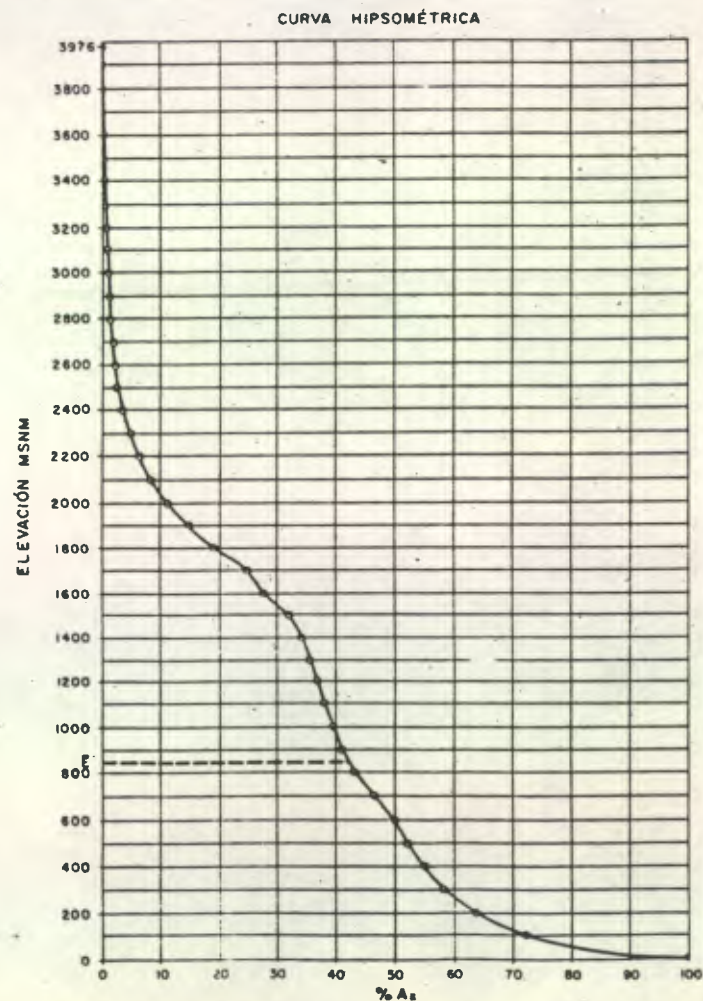
DEPARTAMENTO DE AGUA SUPERFICIAL

ESTUDIO MORFOMETRICO DE CUENCAS

ESTACION: RASTA TRESMOCADURA

RIO: AGRICULTA

ELEVACION. MTS. S.N.M.	AREA SOBRE LA ELEV. DADA	
	Km ²	% Ak
0	1321.5302	100.00
100	954.3002	72.21
200	840.5597	63.61
300	772.5643	58.46
400	729.1587	55.18
500	692.3735	52.39
600	660.3171	49.97
700	615.4431	46.57
800	570.6438	43.18
900	543.8389	41.15
1000	522.4348	39.53
1100	503.7933	38.12
1200	485.8736	36.77
1300	470.7165	35.62
1400	454.1158	34.36
1500	422.1092	31.94
1600	364.3429	27.57
1700	325.9648	24.67
1800	252.8175	19.13
1900	203.2147	15.38
2000	149.0822	11.28
2100	111.0277	8.40
2200	84.2477	6.38
2300	62.4205	4.72
2400	44.2021	3.34



E = 850.09 MSNM

RIO: ACHE PLATE

NOTA: CONTINUACION Y FINAL DE DATOS DE LA HOJA 4/5 ANTERIOR,
LA CUAL PRESENTA LA "CURVA HIPSONOMETRICA"

DESCRIPCION

- AK * AREA TOTAL DE LA CUENCA DE ORDEN K.
- E * ELEVACION PROMEDIO DE LA CUENCA * AREA BAJO LA CURVA HIPSOMETRICA.

ESCALAS DE TRABAJO

FOTOGRAFIAS AEREAS				MAPAS
SERIE	FECHA DE TOMA	ALTURA	ESCALA APROXIMADA	ESCALA
				1: 250,000 HOJA ND 15-12 HOJA ND 15-8
				1: 50,000 HOJA 2059 - IV HOJA 2059 - III HOJA 2059 - II HOJA 2059 - I HOJA 2058 - IV HOJA 2058 - III HOJA 2057 - IV HOJA 2057 - I

INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
DIVISION DE INVESTIGACION DE RECURSOS DE AGUA
DEPARTAMENTO DE AGUA SUPERFICIAL
ESTUDIO MORFOMETRICO DE CUENCAS

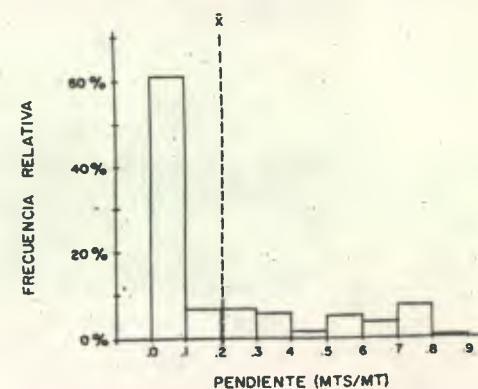
ESTACION: HASTA DESEMBOCADURA

RIO: AGRIOGATE

CUENCA DE ORDEN K = 8

Ak = 1321.5302	Kms. ²	Rb = 3.4056
Pk = 222.050	Kms.	Rl = 2.3461
Lca = 52.796	Kms.	E _{max} = 2627.00 MSTM
L = 123.500	Kms.	E _{min} = 0.00 MSTM *
L ² = 15252.2500	Kms. ²	Ē = 850.09 MSTM
I/Rf = 11.54		E _{maxP} = 3976.00 MSTM
Ac = 3923.6538	Kms. ²	S _{st} = 5.31 Mt/Km
Rc = 0.34		S _{ss-10} = 17.65 Mt/Km
Dc = 41.020	Kms.	S̄g = 162.00 x 10 ⁻³ Mts/Mt.
Re = 0.33		Θg = 9° 12.1'
Dk = 3.446	Kms/Km ²	ΔH = 3972.42 Mts.
Ck = 0.290	Kms ² /Km.	Rh = 0.03217
Fk = 6 corrientes/Km ²		ΔHD _{K/1000} = 13.69

DISTRIBUCION DE LAS PENDIENTES DEL TERRENO EN LA CUENCA

 $\bar{L}_g = 145.10$ Mts.

ESCALAS DE TRABAJO

FOTOGRAFIAS AEREAS				MAPAS
SERIE	FECHA DE TOMA	ALTURA	ESCALA APROXIMADA	ESCALA
				1: 250,000 Hoja ED 15-12 Hoja ED 15-8
				1: 50,000 Hoja 2059 - IV Hoja 2059 - III Hoja 2059 - II Hoja 2059 - I Hoja 2058 - IV Hoja 2058 - III Hoja 2057 - IV Hoja 1957 - I

* La Elevación donde se considera la desembocadura del Río es de 3.58 M.S.N.M.

DESCRIPCIÓN

- A_k = ÁREA TOTAL DE LA CUENCA DE ORDEN K, EN KMS.²
 P_k = PERÍMETRO DE LA CUENCA DE ORDEN K, EN KMS.
 L_{cd} = DISTANCIA, MEDIDA SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL, DESDE LA ESTACIÓN AL CENTROIDE DE LA CUENCA, OBTENIDA MEDIANTE LA DIVISIÓN DEL INTEGRAL DE LA CURVA ÁREA—DISTANCIA ENTRE EL ÁREA TOTAL, EN KMS.
 L'_{cd} = DISTANCIA MEDIDA SOBRE EL CAUCE MÁS LARGO DESDE LA ESTACIÓN AL CENTROIDE DE LA CUENCA.
 L = LONGITUD, DESDE LA ESTACIÓN A LA DIVISORIA, DEL CAUCE PRINCIPAL, EN KMS.
 L' = LONGITUD, DESDE LA ESTACIÓN A LA DIVISORIA, DEL CAUCE MÁS LARGO, EN KMS.
 $1/R_f$ = FACTOR DE FORMA = L^2/A_k ó L'^2/A_k .
 A_c = ÁREA DE UN CÍRCULO DE PERÍMETRO IGUAL A P_k , EN KMS.²
 R_c = RELACIÓN CIRCULAR = A_k/A_c .
 D_c = DIÁMETRO DE UN CÍRCULO DE ÁREA IGUAL A A_k , EN KMS.
 R_e = RATIO DE ELONGACIÓN = D_c/L ó D_c/L' .
 D_k = DENSIDAD DEL DRENAJE DE LA CUENCA DE ORDEN K, = $\sum L_u / A_k$, EN KM/KM²
 $\sum L_u$ = LONGITUD ACUMULADA DE TODAS LAS CORRIENTES.
 C_k = CONSTANTE DE MANTENIMIENTO DE LA CUENCA DE ORDEN K, = $1/D_k$, EN KM³/KM.
 F_k = FRECUENCIA DE LAS CORRIENTES DE LA CUENCA DE ORDEN K, = $\sum Nu / A_k$, EN: Nº DE CORRIENTES / KM²
 $\sum Nu$ = NÚMERO TOTAL DE CORRIENTES DE TODOS LOS ORDENES QUE HAY DENTRO DE LA CUENCA DE ORDEN K.
 R_b = RADIO DE BIFURCACIÓN PROMEDIO: RELACIÓN PROMEDIO ENTRE EL NÚMERO DE CORRIENTES DE UN ORDEN DADO Y EL DEL ORDEN SUPERIOR SIGUIENTE.
 R_L = RADIO DE LONGITUD: RELACIÓN ENTRE LA LONGITUD PROMEDIO DE LAS CORRIENTES DE UN ORDEN DADO Y LA DEL ORDEN INFERIOR ANTERIOR.
 E_{max} = MÁXIMA ELEVACIÓN EN LA CUENCA, EN MTS. S. N. MEDIO DEL MAR.
 E_{min} = MÍNIMA ELEVACIÓN EN LA CUENCA, EN MTS. S. N. MEDIO DEL MAR.
 $\bar{E}$ = ELEVACIÓN PROMEDIO DE LA CUENCA, EN MTS. S. N. MEDIO DEL MAR = ÁREA BAJO LA CURVA HIPSOMÉTRICA / 100
 E_{maxP} = MÁXIMA ELEVACIÓN EN EL PERÍMETRO DE LA CUENCA, EN MTS. S. N. MEDIO DEL MAR.
 S_{et} = PENDIENTE EQUIVALENTE: LA PENDIENTE DE UNA CORRIENTE EQUIVALENTE DE IGUAL LONGITUD QUE EL CAUCE PRINCIPAL Y DE EQUIVALENTE TIEMPO DE CORRI—
 MIENTO, EN MTS. POR KM = $(n / \sum \sqrt{s_i})^2 \times 1000$
 n = NÚMERO DE TRAMOS O INCREMENTOS IGUALES EN QUE SE DIVIDIO LA LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL.
 s_i = PENDIENTE DE CADA TRAMO, EN MTS. / MT.
 S_{et} = PENDIENTE EQUIVALENTE, CORRESPONDIENTE AL CAUCE MÁS LARGO.
 S_{85-10} = PENDIENTE 85—10%: LA PENDIENTE ENTRE LOS PUNTOS SITUADOS A DISTANCIAS DEL 85 Y DEL 10% DE LA LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL, MEDIDA A PARTIR DE LA ESTACIÓN, EN MTS. POR KM.
 S'_{85-10} = PENDIENTE 85—10%, CORRESPONDIENTE AL CAUCE MAS LARGO.
 $\bar{S}_g$ = PENDIENTE MEDIA DEL TERRENO, EN MTS. / KM. = $\Delta Z \cdot L_i / A$
 ΔZ = INTERVALO DE LAS CURVAS DE NIVEL ÍNDICES, EN MTS.
 L_i = LONGITUD TOTAL DE LAS CURVAS DE NIVEL ÍNDICES DENTRO DE LA CUENCA, EN KMS.
 A = ÁREA TOTAL DE LA CUENCA, EN KM.²
 $\bar{\theta}_g$ = GRADIENTE MEDIA DEL TERRENO, EN GRADOS, = $100''(\bar{S}_g/1000)$
 ΔH = DIFERENCIA DE ELEVACIÓN ENTRE EL PUNTO CORRESPONDIENTE A LA ESTACIÓN DE AFORO Y EL PUNTO MÁS ALTO DEL PERÍMETRO DE LA CUENCA, EN MTS.
 R_h = COEFICIENTE DE RELIEVE = $\Delta H / 1000L$ ó $\Delta H / 1000L'$.
 $\Delta H D_k / 1000$ = COEFICIENTE DE ROBUSTEZ.
 $\bar{L}_g$ = LONGITUD PROMEDIO DEL FLUJO SUPERFICIAL = $1/2D_k$, EN MTS.

ANEXO 3.

Características de las Zonas de Vida de Guatemala

Obtenido de: Castañeda C. y Pinto D. (6)

.. CARACTERÍSTICAS DE ZONA DE VIDA DE GUATEMALA.

Zona de vida	LOCALIZACIÓN	Superficie total Kms	%	Precipitación (m.m)	Temperatura (°C)	Altitud (mnm)	Vegetación natural Indicadora	Cultivos principales.
Monte espinoso Tropical.	De aldeas al Júcaro Progreso a aldeas templadas, Zecura; incluye la Freja hasta cumbras de Chiquimula. Área pequeña del este de Anunciación Mita a lago de Güijó.	1,100	1.02	400-600	24-26.8	180-400	Cactus sp. Guaicum sp. Perezia sp. Jacquinia sp. Bucida macrocarpa Acacia farnesiana Cordia alba.	Sandía, melón, tomate, tabaco, chile (casi solo con riego).
Bosque seco Subtropical.	Faja angosta en litoral del Pacífico de frontera con México al Salvador; alrededor de monte espinoso Sub-tropical en el Valle del Motagua; planicies de Monjas, San Luis Jilotepeque, Santa Catarina y Anunciación Mita; Valle de Salamá y de Mabaal a Cobulco; Algunos valles del Noroeste de Huehuetenango.	4,011	3.68	500-855	19-24	400-1200	Cochlospermum vitifolium Swietenia humilis Alvaradoa alcorophides; Sabal mexicana Phyllocarpus septentrionalis; Celastrum scandens; Albizia caribaea Rhinophora mangle Avicennia nitida	Tomate, frijol, maíz, ajonjolí, sandía, chile, tabaco; mangos, caña, guineo.
Bosque Húmedo Tropical (templado).	1. Desde Joyabaj, Quiché hasta meseta central pasando por San Raymundo; Sureste por Nueva Santa Rosa; abarca la mitad de Guatemala, parte de Jalapa y Chiquimula; parte alta de Zacapa e Izabal; en Huehuetenango en Culico, La Mesilla.	12,733	11.69	1,100-1,349	20-26	650-1700	Pinus oocarpa Curatella americana Quercus sp. Byrsonima crassifolia	Maíz, frijol. Mayoritariamente bosques.
Bosque Húmedo Sub-tropical (cálido)	Faja de El Salvador a México en Costa Sur; parte norte de El Petén.	25,417	23.34	1,160-2,000	22-27	0-275	Sterculia apetala Platymiscium dimorphandrum Chlorophora tinctoria Cordia alliodora Curatella americana Bomarea ellipticum	Algodón Ganadería maíz, frijol.
Bosque muy Húmedo sub-tropical (cálido)	Costa Sur franja de aproximadamente 45 Kms. de ancho, del Salvador a México; en el norte, Izabal, norte de Alta Verapaz, Quiché, parte de Huehuetenango y El Petén.	46,509	42.71	2,136-4,327	21-25	80-1600	Ocotea coccinea Terminalia americana Celastrum pentandrum Brosimum alicastrum Enterolobium cyclocarpum Andira inermis	Caña de azúcar, caña, café, hule, cacao, cítricos, citronela, ganadería, maíz, frijol.
Bosque muy Húmedo sub-tropical (frio)	Alrededor de Cobán, hasta cumbras de Santa Elena; borde de Sierra de las Minas; Cerro Montecristo entre Salvador y Guatemala.	2,330	2.14	2,045-2,514	16-23	1100-1800	Liquidambar styraciflua, Myrica sp. Pinus pseudostrobus Persea schiedeana; Rapanea ferruginea;	Café, cardamomo, caña de azúcar, papa, aguacate, plátano, ganadería.

Zona de vida	LOCALIZACIÓN	Superficie Total Haa	%	Precipita- ción (m.m)	Tempera- tura (°C)	Altitud (mnm)	Vegetación natural indicadora	Cultivos principales.
7. Bosque húmedo montano bajo sub-tropical.	De Mixco San Juan Sacatecá-- quez a Chimaltenango, Chichí- castenango, Santa Cruz del - Quiché,	9,547	8.77	1,057-1,588	15-23	1,500-2,400	Quercus sp., Pinus pseudostrabus, Pinus montezumae, Alnus joruliensis, Ostrya sp. Carpinus sp. Arbutus xalapensis	Maíz, frijol, trigo, hortalizas de rones temoladas, durazno, pera, manzana, agu- cate.
8. Bosque muy hú- medo Montano bajo sub-tro- pical.	Fajas que cubren: a) Petzún, Tecpán (Chimalte- nango) Nebualé (Sololá) y Santo Tomás y Lumil; (Quezai- tenango) (b) De los encuen- tros (Totonicapán) a San - Francisco El Alto, San Carlos Siha, Sibilla, San Marcos; En Muehuetenango y Quiché, inclu- ye Macalejau, cerca de Nebaj, San Juan Ixcay, Santa Eulalia, San Mateo Ixtatan; también pe- queñas áreas de Mataquecui- tia; frontera Honduras-Salva- dor; falda volcánica de agua, Fuego, Acutenango, Atitlán y Tollimán.	5,447	5	2,065-3,900	12.5-10.6	1,800-3,000	Cupressus lusitanica, Chiranthodendron pentadactylon; Pinus ayacahuite; Pinus rudis, Abies guatemalensis, Pinus pseudostrabus, Alnus joruliensis, Quercus sp.	Trigo, maíz, hortalí- zas, manzana, pera - durazno. Mayormente bosques.
9. Bosque pluvial montano bajo	Arriba de Tukurú y Tamenú en Alta Verapaz; Purulhá, Unión Berrios y Chilasco en Baja Ve- rapaz, continuando en sierra de las minas	975	0.9	Arriba de 4,000 mm.	19	1,500-2,700	Podocarpus oleifolius, Alfaroa costarricensis, Engelhardtia sp., Magnolia guatemalensis, Brunellia sp.	Maíz. Es muy importante observar que son muy - importantes sus bosques en la regulación del es- currimiento del agua.
10. Bosque húmedo montano sub-tro- pical.	Restringido la parte menos - húmeda de los Cuchumatanes; Arriba de Chianilla hasta de- jado de San Juan Ixcay.	100	0.09.	1,200-1,600	12	2,500-3,000	Juniperus standlyi, Pinus Rudis.	No apta para agricultu- ra. Se pastorean ovejas. Bosques mayoritariamente.
11. Bosque muy húm- do montano sub- tropical.	Desde el volcán Tejumbulco, - para por San José Ojetenán a volcán Tecaná, San Marcos. - Sierra María Tecón, Totonic- apán	710	0.65	3,500	11	2,800-3,000	Abies guatemalensis, Pinus ayacahuite, Pinus rudis, Cupressus lusitanica Quercus sp.	Trigo, maíz.

Fuente: De la Cruz, A. Clasificación de Zonas de Vida en Guatemala
basada en el sistema Holdridge. INAFOR. 1976. 24 p.

ANEXO 4.

Mapa 4.1. Infraestructura para el desarrollo de los recursos hidráulicos.

Mapa 4.2. Areas con potencial para estudios de utilización - del agua.

Mapa 4.3. Prioridades para el estudio del desarrollo integral y uso múltiple de cuencas.

Obtenido del Estudio de prefactibilidad para un - plan maestro de los recursos naturales renovables de Guatemala (tomo: agua). (33).

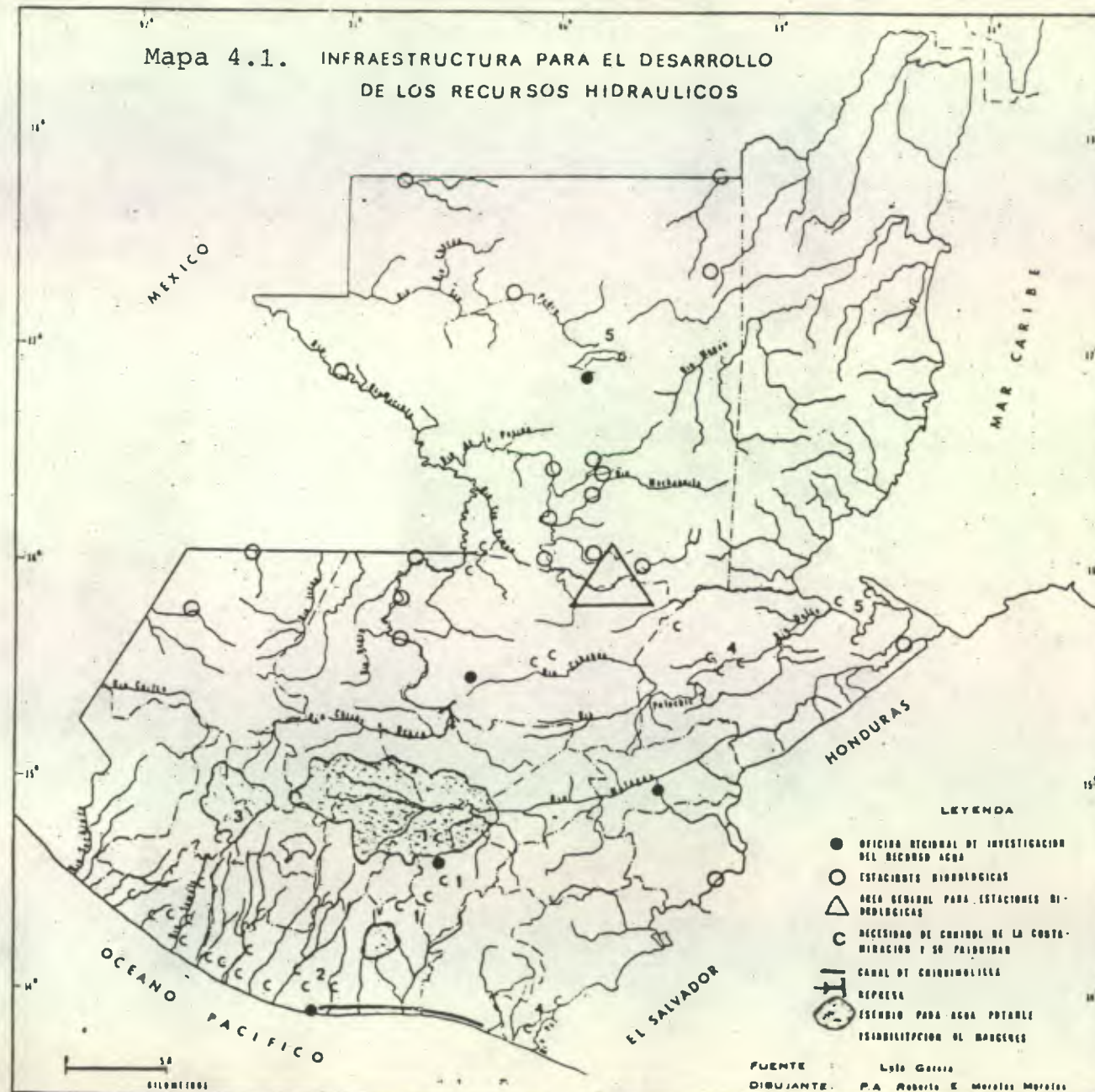
Mapa 4.4. Localización de actuales aprovechamientos de los - recursos hidráulicos del departamento de Escuintla.

Obtenido del Estudio Integral de los Recursos Hidráulicos del Departamento de Escuintla, realizado por el IGN.

Mapas 4.5 a 4.7. Localización, vías de acceso y registros de caudales para el año hidrológico 1,979.

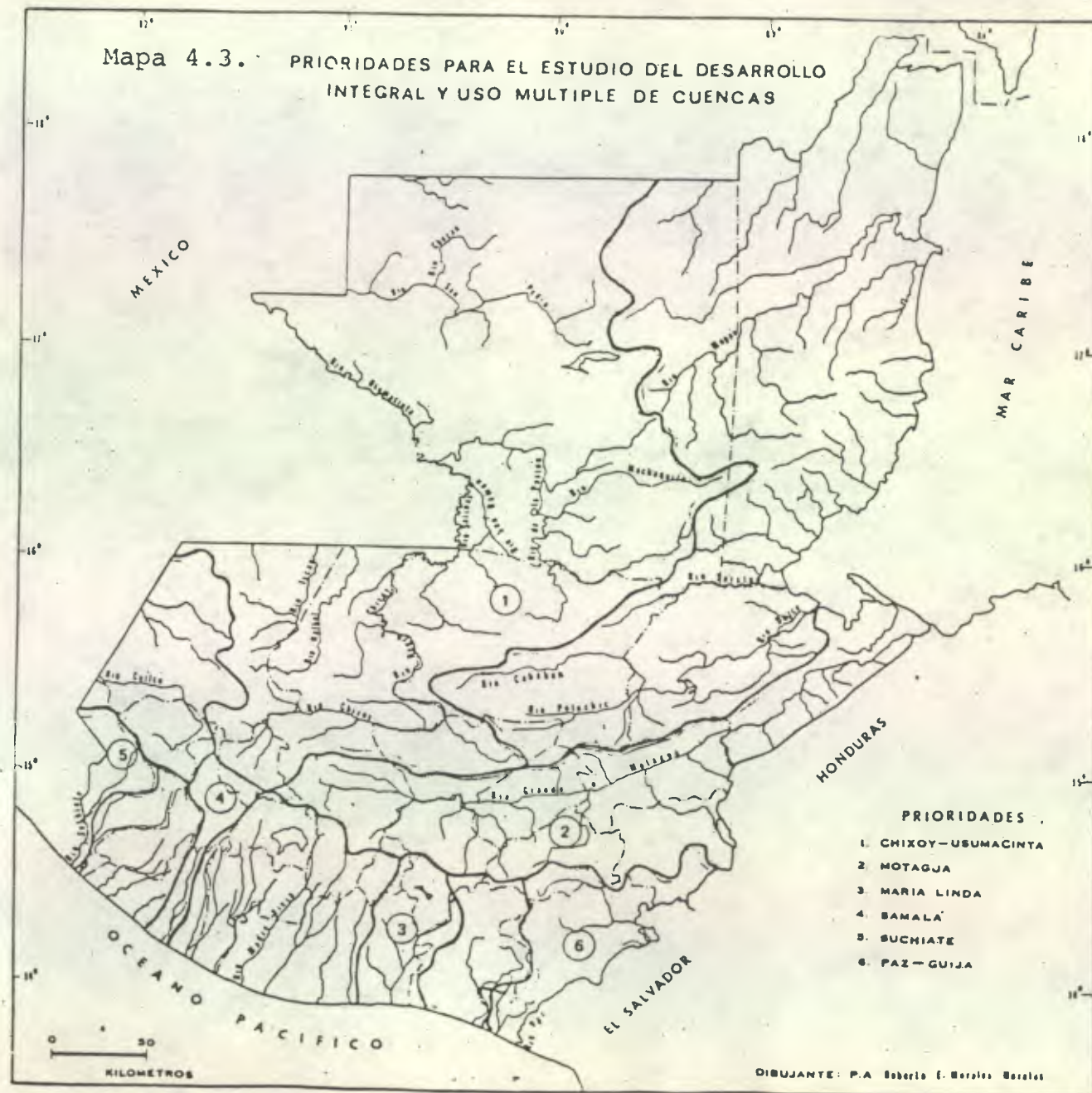
Obtenido del Boletín Hidrológico No. 11, publicado por el INSIVUMEH.

Mapa 4.1. INFRAESTRUCTURA PARA EL DESARROLLO
DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS



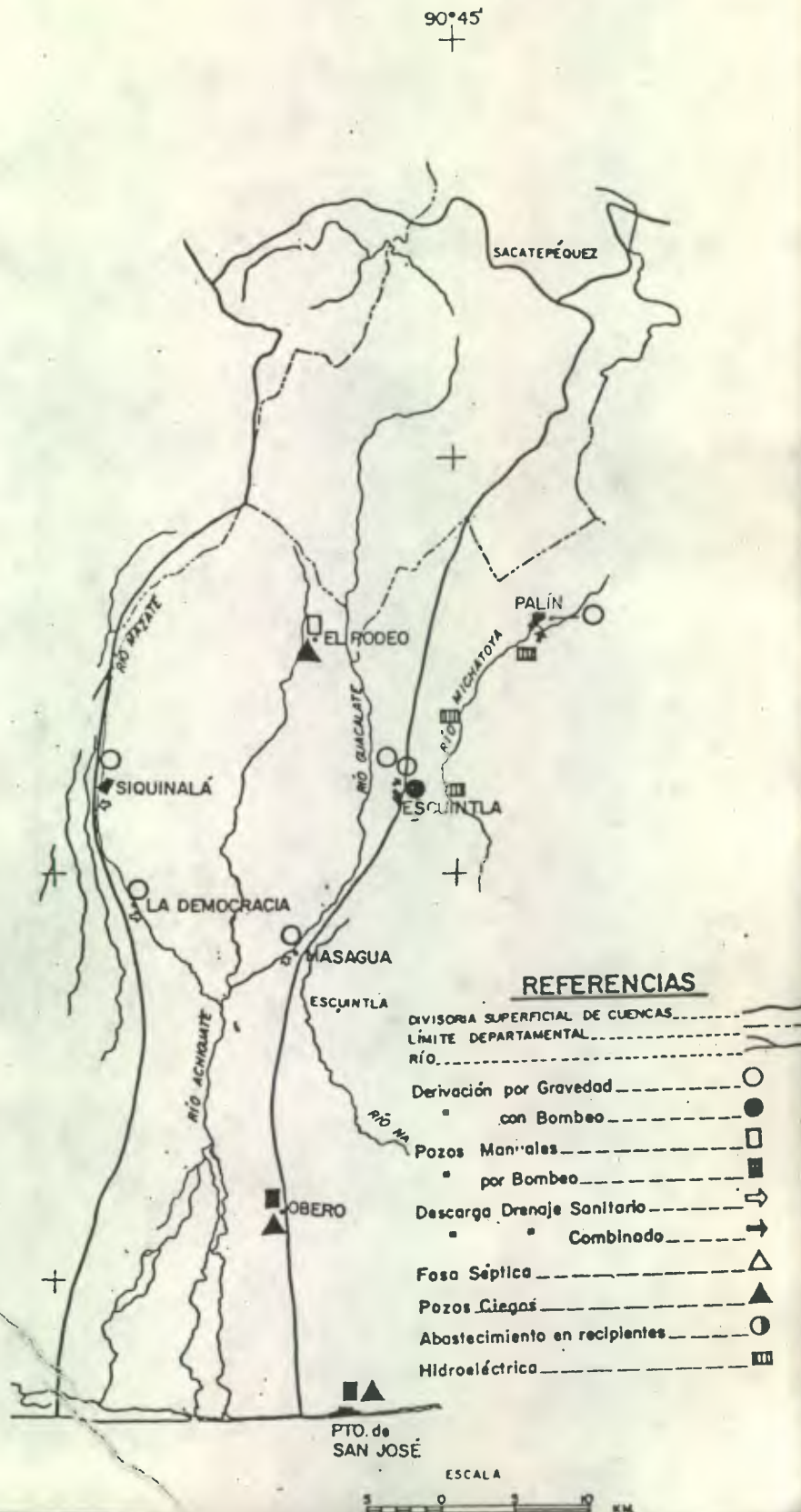


Mapa 4.3. PRIORIDADES PARA EL ESTUDIO DEL DESARROLLO
INTEGRAL Y USO MULTIPLE DE CUENCAS



LOCALIZACIÓN DE ACTUALES APROVECHAMIENTOS DE LOS RECURSOS HIDRÁULICOS EN EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA.

CUENCA DEL RIO ACHIGUATE.



MAPA 4.5.

● *Nacimiento Monte María*

ESTACION	CLAVE	LATITUD	LONGITUD	ALTURA M S N M	AREA KMS ²
MONTE MARIA	05 01.03 H	14° 23' 23"	90° 49' 02"	725 00	●
DESVID MONTE MARIA	05 01.04 H	14° 23' 23"	90° 49' 02"	725 00	●
ALOTENANGO	16 10.01 H	14° 28' 56"	90° 48' 26"	1350 00	328 05

14°30' +

14°15' +

14°00' +

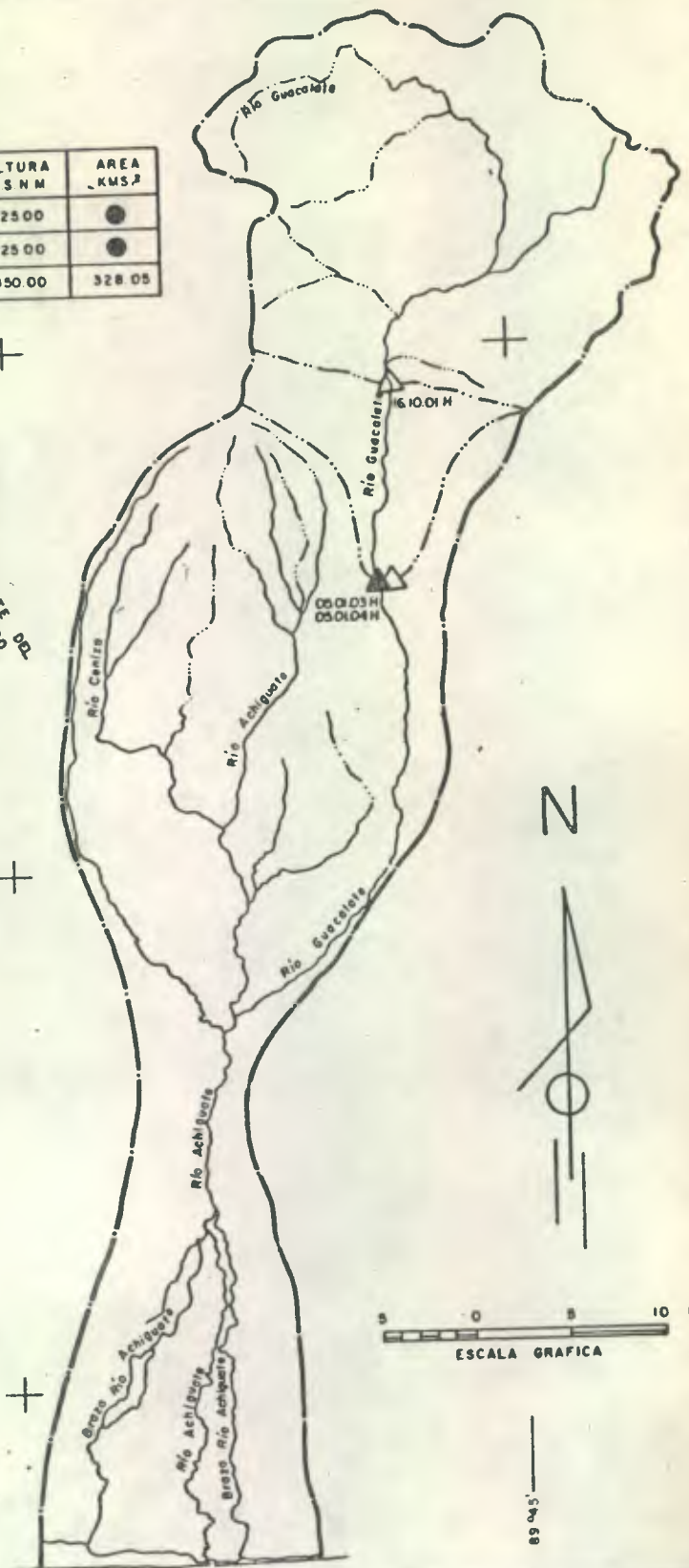
VERTIENTE DEL
GOLFO DE MEXICO

VERTIENTE DEL
ATLANTICO

VERTIENTE DEL
PACIFICO

SÍMBOLOS

- ▲ Estación Limnigráfica
- △ Estación Limnimétrica
- Divisorio principal
- - - Divisorio de Sub-Cuenca
- ~ Río



0 5 10 Km.
ESCALA GRAFICA

INSIVUMEH
INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA
METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

LOCALIZACION DE ESTACIONES
HIDROMETRICAS
EN LA CUENA N° 1.12

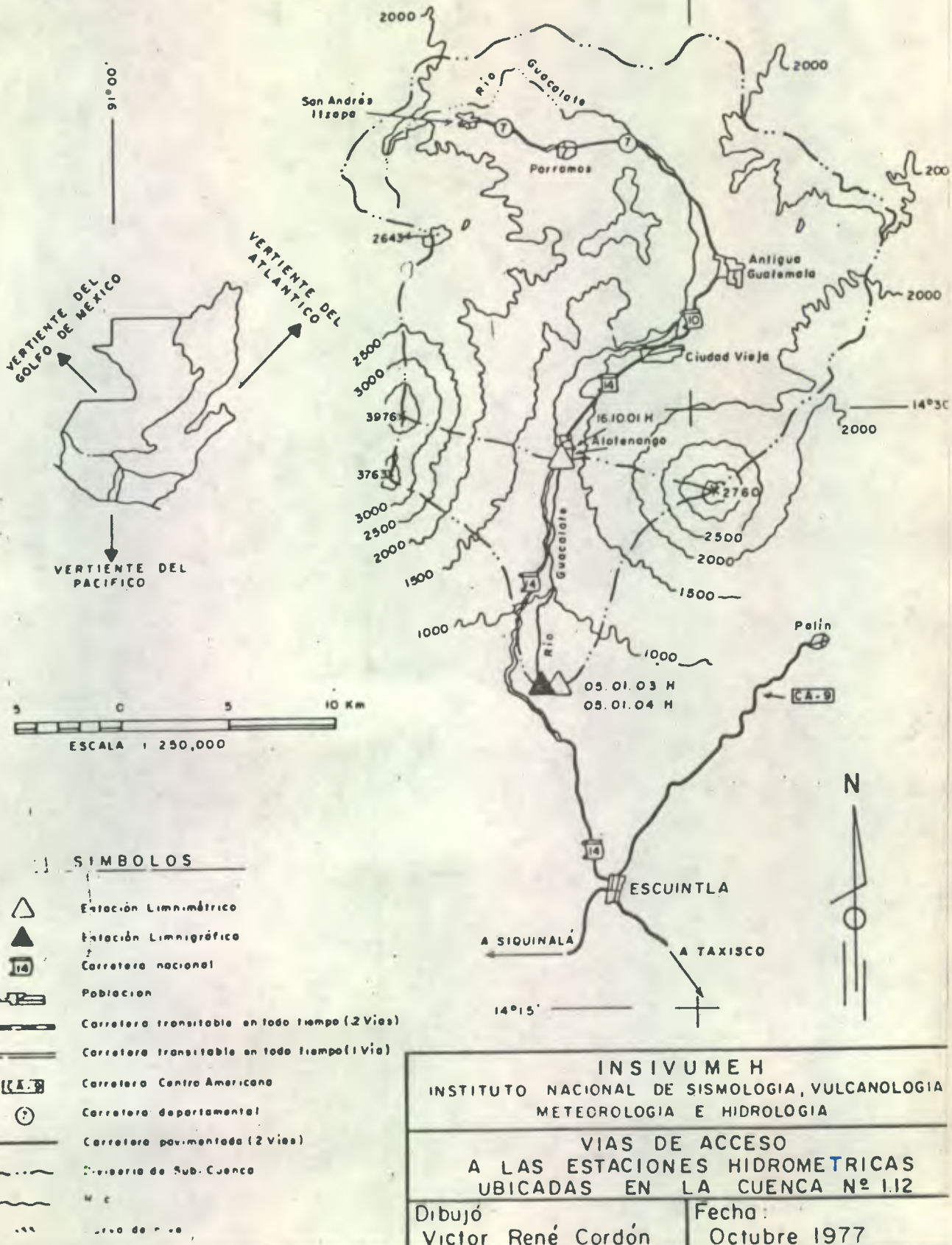
Dibujo:
Victor René Córdón H.

Fecha:
Octubre 1977

MAPA 4.6.

ESTACION	CLAVE	LATITUD	LONGITUD	ALTURA M S.N.M	AREA KMS ²
Monte Mario	05.01.03 H	14° 23' 23"	90° 49' 02"	725 00	●
Cerro M. Mario	05.01.04 H	14° 23' 23"	90° 49' 02"	725 00	●
Alotenango	16.10.01 H	14° 28' 56"	90° 48' 26"	1350 00	328 08

● Nacimiento Monte Mario



SECCION DE AGUA SUPERFICIAL
INSIVUMEH

AÑO HIDROLOGICO
1979 - 1980

CAUDALES MEDIOS DIARIOS M³/SEG

CUADRO 4.7.

ESTACION : ALOTENANGO
RIO : GUACALATE
CLAVE : 16.10.01H

CUENCA : ACHIGUATE
VERTIENTE : PACIFICO
AREA (KMS) : 328.05
ELEVACION CERO : 1350 MSNM
CAUDALES EXTREMOS DE TODO EL REGISTRO
MAXIMO : 9.45 ESCALA : 0.88
MINIMO : 0.24
LOCALIZACION : BAJO EL PUENTE DE LA CARRETERA QUE UNE ANTIGUA CON ESCUINTLA SOBRE EL RIO GUACALATE.
OBSERVACIONES

REGISTRO AÑOS : 6 AROS
LATITUD : 14° 28' 56"
LONGITUD : 90° 53' 26"
MUNICIPIO : ALOTENANGO
DEPARTAMENTO : SACATEPEQUEZ

FECHA : 21/IX/74
FECHA : 08/ V/74

DIA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1	.749	.926	1.48	1.32	1.37	2.25	1.37	.926	.926	.715	.596	.570
2	.685	1.00	1.37	1.23	1.43	2.33	1.32	.926	.781	.685	.542	.445
3	.625	.794	1.43	1.23	3.19	2.71	1.23	.966	.851	.653	.517	.542
4	.685	1.13	1.37	1.27	4.46	2.47	1.32	1.22	.749	.685	.491	.545
5	.691	1.23	1.43	1.09	3.86	1.96	1.37	1.05	.817	.715	.491	.469
6	.685	1.32	1.37	1.27	2.71	1.96	1.37	1.01	.889	.653	.422	.517
7	.749	1.37	1.48	1.23	3.36	1.83	1.18	1.09	.851	.715	.424	.570
8	.715	1.27	1.53	1.32	1.66	1.90	1.37	1.13	.855	.623	.469	.445
9	.815	1.32	1.72	1.53	1.77	2.03	1.37	1.00	.851	.715	.445	.491
10	.715	1.43	1.37	1.37	1.97	1.71	1.18	1.13	.889	.715	.491	.448
11	.715	1.37	1.27	1.38	2.17	1.90	1.23	1.09	.817	.653	.469	.445
12	.749	1.48	1.37	1.37	2.55	1.66	1.23	1.13	.851	.653	.401	.424
13	.755	1.37	1.32	1.67	2.89	1.65	1.18	1.00	.817	.715	.424	.469
14	.749	1.37	1.53	1.48	3.55	1.96	1.14	.926	.781	.685	.491	.424
15	.731	1.37	1.48	1.66	3.87	1.71	.966	.926	.851	.653	.469	.445
16	.731	1.37	1.48	1.72	4.46	1.53	1.05	1.00	.851	.567	.445	.424
17	.653	1.37	1.53	1.37	5.41	1.96	1.09	.851	.731	.653	.424	.401
18	.926	1.32	1.66	1.78	7.04	1.71	1.00	.926	.926	.542	.469	.469
19	.715	1.32	1.65	1.77	5.82	1.96	1.09	.966	.749	.653	.491	.542
20	.781	1.32	1.48	1.97	4.96	1.77	1.00	.889	.817	.596	.445	.445
21	.785	1.27	1.48	1.66	4.95	1.77	1.27	.851	.851	.625	.469	.424
22	.781	1.32	1.43	1.43	4.82	1.71	1.09	1.00	.855	.542	.491	.469
23	.749	1.37	1.53	1.72	4.32	1.66	1.00	.930	.851	.596	.523	.401
24	.747	1.43	1.49	1.83	4.82	1.48	1.09	.889	.781	.570	.542	.448
25	.926	1.37	1.53	1.90	4.82	1.48	1.23	1.05	.817	.596	.545	.382
26	1.10	1.37	1.48	1.74	4.35	1.27	.926	.781	.889	.570	.570	.469
27	.926	1.27	1.71	1.66	3.07	1.32	1.00	.889	.781	.542	.517	.380
28	.815	1.32	1.37	2.03	1.79	1.38	.966	1.10	.926	.653	.469	.404
29	.966	1.32	1.59	2.25	2.18	1.43	1.05	.966	.731	.596	.445	.469
30	.926	1.48	1.59	2.71	2.10	1.27	1.09	.851	.851		.542	.445
31	.926		1.43	2.41		1.32		1.00	.731		.596	

RESUMEN DE CAUDALES

MES	CAUDALES EXTREMOS				CAUDAL		PROMEDIO		VOLUMEN EN ESCORRENTIA				
	MAXIMO INSTANTANEO			MINIMO DIARIO		ESTE AÑO		TODO EL REGISTRO		MILLONES M ³		EN MM	
	DIA	ALTURA M	M ³ /SEG	DIA	M ³ /SEG	M ³ /SEG	LT/SEG/KM ²	M ³ /SEG	LT/SEG/KM ²	ESTE AÑO	PROMEDIO TODO EL REG.	ESTE AÑO	PROMEDIO TODO EL REG.
MAY	27	0.47	1.13	03	.625	.756	2.30	1.21	3.68	2.02487	3.26648	6.2	9.8
JUN	10	0.51	1.53	03	.794	1.30	3.96	1.78	5.40	3.36960	4.61667	10.3	11.7
JUL	19	0.53	1.77	13	1.32	1.48	4.51	1.57	4.79	3.96403	4.28882	12.1	10.8
AGO	30	0.60	2.79	05	1.09	1.62	4.94	1.46	4.43	4.33901	3.89185	13.2	10.3
SEP	18	0.78	7.38	01	1.37	3.52	10.7	2.25	6.68	9.12384	5.83664	27.8	16.2
OCT	03	0.60	2.79	25	1.27	1.77	5.40	1.73	5.17	4.74080	4.62810	14.5	12.4
NOV	01	0.50	1.42	25	.926	1.16	3.54	1.36	4.14	3.00672	3.51507	9.2	9.5
DIC	07	0.48	1.22	25	.781	.983	3.00	1.15	3.48	2.63287	3.05950	8.0	8.1
ENE	01	0.45	.964	02	.731	.834	2.54	1.03	3.16	2.23379	2.76572	6.8	7.1
FEB	01	0.42	.747	17	.542	.639	1.95	.879	2.70	1.60108	2.21007	4.9	6.3
MAR	01	0.40	.623	06	.422	.488	1.49	.801	2.44	1.30706	2.14764	4.0	6.1
ABR	01	0.40	.623	26	.330	.459	1.40	.920	2.79	1.18973	2.33222	3.6	6.3
ANUAL	SEP-18	0.78	7.38	ABR-26	.330	1.25	3.81	1.34	4.09	39.5334	52.0268	120.6	128.6

ANEXO No. 5.

Capacidad productiva de la tierra

Tomado de: Memoria . explicativa del mapa capacidad productiva de la tierra. IGN., 1,980.

Anexo No.5.

1. CAPACIDAD PRODUCTIVA DE LA TIERRA.

La clasificación de capacidad productiva se basa en una interpretación de los efectos combinados (a) del clima, (b) de las características permanentes del suelo, como: pendiente, -- textura, drenaje superficial e interno, profundidad, contenido de materia orgánica, efectos de la erosión, material generador, tipos de minerales de la arcilla, fertilidad natural del suelo; (c) de limitaciones de su uso; (d) de requerimientos de manejo y (e) de riegos de daños por un uso agrícola inadecuado.

Según esta clasificación, que sigue los lineamientos dados por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de E.E.U.U., se distinguen ocho clases de capacidad productiva de la tierra. Las cuatro primeras clases (I, II, III, IV) son adecuadas para el cultivo agrícola con prácticas culturales específicas de uso y manejo; las clases (V, VI, VII) se consideran no cultivables con técnicas modernas mecanizables, pero pueden dedicarse a cultivos de montañas, plantaciones perennes y específicamente a bosques naturales o plantados; la clase VIII se considera apta sólo para parques nacionales, recreación y vida silvestre y como de protección arbórea para cuencas hidrográficas.

2. CLASES DE CAPACIDAD PRODUCTIVA DE LA TIERRA.

- I. Tierras cultivables con ninguna o pocas limitaciones, aptas para el riego, con topografía plana, productividad alta con buen nivel de manejo.
Incluye suelos profundos, planos, fértiles y mecanizables, con buenas características de textura, retención de humedad, permeabilidad y drenaje. Aptos para todos los cultivos de la región.

- II. Tierras cultivables con pocas limitaciones, aptas para el riego, con topografía plana, ondulada o suavemente inclinada, alta productividad con prácticas de manejo y moderadamente intensivas.
Incluye suelos planos, de profundidad moderada, de textura mediana y drenaje imperfecto; con algunas limitaciones para la mecanización. Aptos para cultivos de la Región con prácticas culturales especiales.
- III. Tierras cultivables sujetas a medianas limitaciones, aptas para el riego con cultivos muy rentables, con topografía plana a ondulada o suavemente inclinada, productividad mediana con prácticas intensivas de manejo.
Incluye suelos poco profundos en microrelieves o pendientes moderadas, con textura con problemas, drenaje deficiente, con limitaciones para la mecanización. Aptas para cultivos de la Región con prácticas intensivas de manejo.
- IV. Tierras cultivables sujetas a severas limitaciones permanentes, no aptas para el riego, salvo en condiciones especiales, con topografía plana, ondulada o inclinada, aptas para pastos, cultivos perennes; requieren prácticas intensivas de manejo y productividad de mediana a baja.
Incluye suelos poco profundos o muy poco profundos de textura inadecuada, con problema de erosión y drenaje, en topografía ondulada o quebrada con pendiente inclinada; mecanizables con altas limitaciones. Aptos para cultivos de la Región, siendo necesarias de conservación y manejo.
- V. Tierras no cultivables, salvo para arroz en áreas específicas; principalmente aptas para pastos, bosques o para desarrollo de la vida silvestre; factores limitantes

muy severos para cultivos, generalmente drenaje, pedregosidad; con topografía plana a inclinada.

Incluye suelos profundos o pocos profundos, de textura inadecuada, drenaje deficiente.

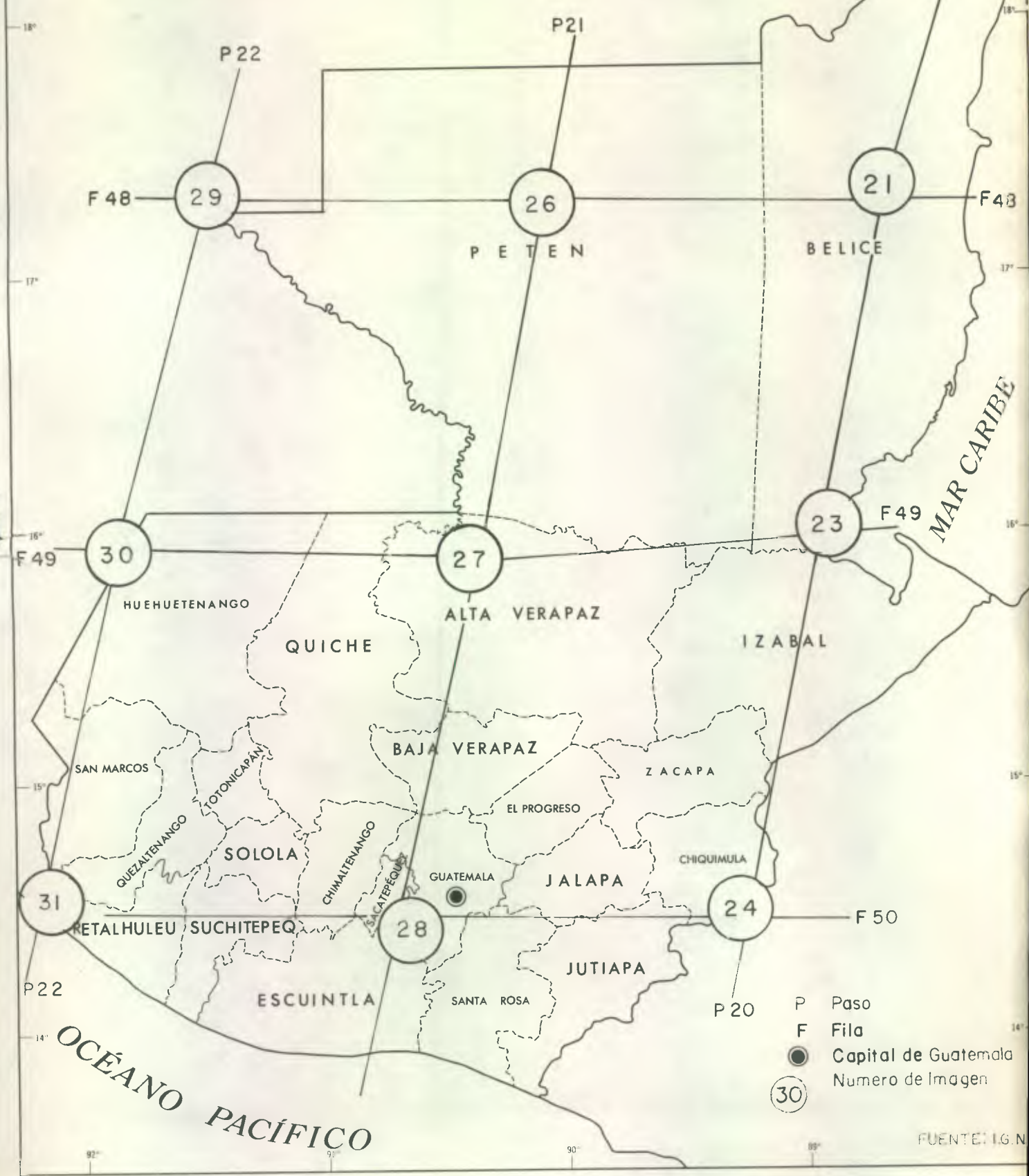
Aptos para pastos o bosques.

- VI. Tierras no cultivables, salvo para cultivos perennes y de montaña, principalmente para fines forestales y pastos, con factores limitantes muy severos de topografía; profundidad y rocosidad; topografía ondulada fuerte o quebrada y fuerte pendiente. incluye suelos muy poco profundos, de textura y drenaje deficiente, no mecanizables. Aptos para pastos y bosques aunque pueden establecerse algunos tipos de cultivos perennes, con prácticas de conservación de suelos.

- VII. Tierras no cultivables, aptas solamente para fines de uso o explotación forestal; de topografía muy fuerte y quebrada con pendiente muy inclinada.
Incluye suelos muy poco profundos, de textura bastante deficiente con serios problemas de erosión y drenaje. No aptos para cultivos, no obstante puede considerarse algún tipo de cultivo perenne. La mecanización no es posible y es indispensable efectuar prácticas intensivas de conservación de suelos.

- VIII. Tierras no aptas para el cultivo, aptas sólo para parques nacionales, recreación y vida silvestre y para protección de cuencas hidrográficas; con topografía muy quebrada, escarpada o playones inundables.
Incluye suelos muy poco profundos de textura muy deficiente con erosión severa y drenaje destructivo.

MAPA INDICE DE POSICIONES DE LANDSAT



- P Paso
- F Fila
- Capital de Guatemala
- 30 Numero de Imagen

