

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

" DIAGNOSTICO FISICO DE LAS CUENCAS DE LOS RIOS

XAYA Y PIXCAYA "

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la

FACULTAD DE AGRONOMIA

De la

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

EDWAR OTONIEL GRANADOS RODRIGUEZ

En el acto de su investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el grado Académico de :

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
T (755)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano	Ing. Agr. César Castañeda Salguero
Vocal 1o.	Ing. Agr. Oscar Leiva Ruano
Vocal 2o.	Ing. Agr. Gustavo Méndez G.
Vocal 3o.	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
Vocal 4o.	Prof. Heber Arana
Vocal 5o.	Prof. Francisco Muñoz N.
Secretario	Ing. Agr. Carlos Fernández P.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano	Dr. Antonio A. Sandoval S.
Examinador	Ing. Agr. Salvador Castillo
Examinador	Ing. Agr. Anibal Martínez
Examinador	Ing. Agr. César Cisneros
Secretario	Ing. Agr. Carlos N. Salcedo

Guatemala,
9 de agosto de 1983.

Ing. Agr. César Castañeda
Decano de la Facultad de Agronomía
C i u d a d .

Señor Decano:

Tengo el agrado de informarle que en atención al nombramiento que me hiciera la Decanatura de esa Facultad, he asesorado al Estudiante Edwar Otoniel Granados Rodríguez en la realización de su trabajo de tesis titulado:

DIAGNOSTICO FISICO DE LAS CUENCAS
DE LOS RIOS XAYA Y PIXCAYA.

En virtud de que el trabajo en referencia llena los requisitos exigidos por la Facultad de Agronomía y tomando en consideración su valor como material de referencia para el conocimiento de los recursos naturales renovables de nuestro país, me permito recomendar su aprobación como requisito para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo en el grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Deferentemente,


Ing. Agr. Carlos E. Figueroa R.

Guatemala,
9 de Agosto de 1983.

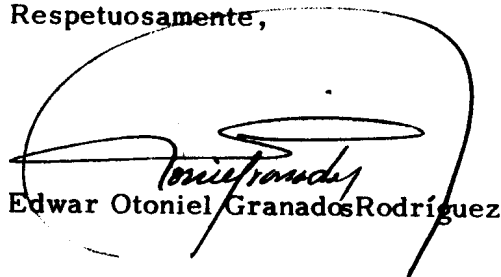
Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
P r e s e n t e .

En cumplimiento con las normas establecidas por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

" DIAGNOSTICO FISICO DE LAS CUENCAS DE LOS RIOS
XAYA Y PIXCAYA "

Al presentarlo como requisito previo para optar al título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, espero que merezca vuestra aprobación.

Respetuosamente,



Edwar Otoniel Granados Rodríguez

ACTO QUE DEDICO

A : DIOS

A : Mis Padres

Enma Lily Rodríguez
Rodrigo A. Granados

A : Mi Esposa

Reyna Lilian Mérida de Granados

A : Mis Hijos

Edgar Fernando, Ronny Estuardo y
Sandy Karina

A : Mis Hermanos

A : Mi familia en general

A : Mis compañeros y amigos del Departamento de Ecología de INAFOR.

A : Mis amigos en general.

A : Mis Padrinos de graduación

A : Mis Maestros y amigos Dr. Luis Ferraté Felice e Ing. Francisco Valdez

AGRADECIMIENTO

- A mis Asesores Ingeniero Agrónomo Carlos E. Figueroa e Ingeniero Agrónomo César Castañeda, por su valiosa orientación, interés y dedicación demostrada en la revisión del presente trabajo de tesis.
- A la Sección de Hidrometeorología del Acueducto Nacional Xayá-Pixcayá por permitirme el acceso a la información de registros de acarreo de material en suspensión de las estaciones seleccionadas.
- A la Unidad Ejecutora del Acueducto Nacional Xayá-Pixcayá por la valiosa información proporcionada, relacionada con el proyecto mencionado.
- A mis compañeros y amigos Julio César Estrada y Renato Díaz Paz, por su valiosa ayuda brindada en la elaboración de mapas y figuras que se presentan en el presente trabajo.
- A Zonia J. García y Ana L. Molina por su eficiente colaboración en el trabajo mecanográfico.
- Al Instituto Nacional Forestal, porque dentro de su seno dió oportunidad a mi formación profesional.
- Al Dr. Luis Ferraté Felice e Ingeniero Francisco Valdez, precursores de mi orientación hacia la aplicación de sensores remotos para la evaluación de recursos naturales.
- A todos mis compañeros de estudio por la sincera amistad compartida, especialmente al Ing. Agr. José Rolando Zanotti e Ing. Agr. José Victor Morales C.
- Al Personal técnico del Departamento de Ecología por su comprensión y colaboración manifestada.

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Concepto general de cuenca	4
2.2 Planificación y manejo de cuencas	5
2.3 Fotointerpretación y evaluación de los recursos naturales	7
2.4 Los mapas temáticos	7
3. MATERIALES Y METODOS	9
3.1 Ubicación	9
3.2 Zonas de Vida	10
3.2.1 Bosque húmedo Montano Bajo	10
3.2.2 Bosque muy húmedo Montano Bajo	12
3.3 Suelos	12
3.4 Metodología	13
3.4.1 Climatograma	13
3.4.1.1 Promedio de precipitación y temperatura	17
3.4.2 Hidrografía	17
3.4.2.1 Orden de Cauces	18
3.4.2.2 Longitud de los tributarios, densidad de drenaje y densidad de cauce	18
3.4.2.3 Patrón de drenaje	19
3.4.3 Hidrología	20
3.4.3.1 Curva de duración de caudales	20
3.4.4 Pendientes	23
3.4.5 Mapa hipsométrico y elevación media de la cuenca	28

3.4.6	Análisis de erosión potencial o susceptibilidad a la erosión	28
3.4.7	Transporte de sedimentos	29
3.4.8	Levantamiento del uso actual de la tierra	32
3.4.9	Levantamiento de capacidad de uso de la tierra	33
3.4.10	Prioridades de reforestación	35
4.	RESULTADOS Y DISCUSION	37
4.1	Climatograma	37
4.2	Hidrografía	37
4.2.1	Cuenca río Xayá	37
4.2.1.1	Orden de los cauces	37
4.2.1.2	Longitud de los tributarios, densidad de drenaje y densidad de cauces	39
4.2.1.3	Patrón de drenaje	39
4.2.2	Cuenca río Pixcayá	39
4.2.2.1	Orden de los cauces	39
4.2.2.2	Longitud de los tributarios, densidad de drenaje y densidad de cauces	40
4.2.2.3	Patrón de drenaje	40
4.3	Hidrología	43
4.3.1	Curva de duración de caudales	43
4.3.1.1	Cuenca río Xayá	43
4.3.1.2	Cuenca río Pixcayá	45
4.4	Análisis de pendientes	48
4.4.1	Cuenca río Xayá	48
4.4.2	Cuenca río Pixcayá	49
4.5	Mapa hipsométrico y elevación media de las cuencas	52

	Página
4.5.1 Cuenca río Xayá	52
4.5.2 Cuenca río Pixcayá	53
4.6 Análisis de erosión potencial o susceptibilidad a la erosión	58
4.6.1 Cuenca río Xayá	58
4.6.2 Cuenca río Pixcayá	58
4.7 Transporte de sedimentos	61
4.8 Levantamiento del uso actual de la tierra	67
4.8.1 Cuenca río Xayá	67
4.8.1.1 Cultivos simples	67
4.8.1.2 Cultivos asociados	69
4.8.2 Cuenca río Pixcayá	70
4.8.2.1 Cultivos simples	70
4.8.2.2 Cultivos asociados	71
4.9 Levantamiento de la capacidad de uso de la tierra	75
4.9.1 Cuenca río Xayá	75
4.9.2 Cuenca río Pixcayá	75
4.10 Prioridades de Reforestación	79
4.10.1 Cuenca río Xayá	79
4.10.1.1 Prioridad uno	79
4.10.1.2 Prioridad dos	79
4.10.1.3 Prioridad tres	79
4.10.2 Cuenca río Pixcayá	79
4.10.2.1 Prioridad Uno	79
4.10.2.2 Prioridad dos	80
4.10.2.3 Prioridad tres	80

	Página
5. CONCLUSIONES	82
6. BIBLIOGRAFIA	85
7. APENDICES	88

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro No.</u>		<u>Página</u>
1	Resumen de las series de los suelos	14
2	Promedio de las precipitaciones mensuales en mm.	15
3	Promedio de las temperaturas mensuales en °C.	16
4	Relación de pendientes, abertura de plantilla y número de curvas de nivel	26
5	Sedimentos medidos en la estación La Presa, río Xayá, resumen de acarreo de material en suspensión	30
6	Sedimentos medidos en la estación Los Jutes del río Pixcayá, resumen de acarreo de materiales en suspensión	31
7	Calificación de los rangos de transporte de sedimentos	32
8	Resultados de la medición de longitud de los tributarios, densidad de drenaje y densidad de cauce	41
9	Caudal medio y mediana de la cuenca del río Xayá	44
10	Caudal característico de la cuenca del río Xayá	46
11	Caudal medio y mediana de la cuenca del río Pixcayá	47
12	Caudal característico de la cuenca del río Pixcayá	48
13	Rangos hipsométricos y elevación media de la cuenca del río Xayá	55
14	Rangos hipsométricos y elevación media de la cuenca del río Pixcayá	56
15	Rangos hipsométricos y elevación media de las cuencas Xaya-Pixcayá	57
16	Promedios diarios de transporte de sedimentos en TM/día	63
17	Proyecciones de transporte de sedimentos, calculados por medio de línea de regresión y correlación en calculadora programable	63
18	Planimetría de levantamiento del uso actual de la tierra	72
19	Planimetría de levantamiento de la capacidad de uso de la tierra	76

LISTA DE FIGURAS

<u>Fig. No.</u>		<u>Página</u>
1	Conducción del Acueducto Nacional Xayá-Pixcayá	3
2	Diferentes patrones de drenaje	21
3	Parte del mapa a escala 1:50,000	25
4	Plantilla de pendientes	27
5	Mapa topográfico escala 1:50,000 y mapa de pendientes escala 1:50,000	27
6	Diagrama de operaciones para el mapeo de prioridades de reforestación	36
7	Climatograma	38
8	Distribución porcentual de pendientes	50
9	Distribución porcentual del análisis de erosión potencial o susceptibilidad a la erosión	60
10	Promedios trimestrales de material de arrastre, cuenca del río Xayá y recta ajustada por el método de mínimos cuadrados	68
11	Distribución porcentual del uso actual de la tierra	73
12	Distribución porcentual de la capacidad de uso de la tierra	77
13	Distribución porcentual de las prioridades de refores- tación	80

LISTA DE MAPAS

<u>Nombre</u>	<u>Página</u>
- Mapa base de las cuencas de los ríos Xayá-Pixcayá	11
- Orden de cauces y patrón de drenaje	42
- Análisis de pendientes	51
- Mapa hipsométrico	59
- Análisis de erosión potencial	62
- Análisis del uso actual de la tierra	74
- Capacidad de uso de la tierra	78
- Análisis de prioridades de reforestación	81

LISTA DE APENDICES

<u>Cuadro No.</u>		<u>Página</u>
A.1.1 a A.1.7	Caudales medios diarios de la Estación La Sierra	89 - 95
A.1.8 a A.1.12	Caudales medios diarios de la Estación La Presa	96 - 100
A.1.13	Caudales mensuales promedios en M ³ /seg. de la Estación La Sierra y La Presa	101
A.1.14 a A.1.22	Caudales medios diarios de la Estación El Tesoro	102 - 110
A.1.23	Caudales mensuales promedios en M ³ /seg. de la Estación El Tesoro	111

Figura No.

A.1.1 a A.1.7	Curvas de duración de caudales de la Estación La Sierra	112 - 118
A.1.8 a A.1.12	Curvas de duración de caudales de la Estación La Presa	119 - 123
A.1.13 a A.1.21	Curvas de duración de caudales de la Estación El Tesoro	124 - 132

RESUMEN:

La importancia que tiene el sistema de captación y transporte del Acueducto Nacional Xayá-Pixcayá en la dotación de agua a un fuerte número de habitantes de la ciudad capital y la relación del mismo con las cuencas que aportan ese caudal, generó la idea de realizar un diagnóstico físico de las cuencas de los ríos Xayá y Pixcayá, en el cual se contempló la descripción del suelo, agua y cobertura vegetal a fin de presentar el estado en que se encuentran dichos recursos, a través de los objetivos específicos descritos para el efecto.

Las dos cuencas cubren un área de 214 kms², correspondiendo 61 kms² a la del río Xayá y 153 kms² a la del río Pixcayá, están ubicadas en el departamento de Chimaltenango, abarcando parte de los municipios de Santa Apolonia, Tecpán Guatemala, Comalapa, Santa Cruz Balanyá, Zaragoza y Patzicía.

Las zonas de vida que corresponden a estas cuencas son bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB) y bosque húmedo montano bajo (bh-MB), los suelos han sido desarrollados sobre materiales característicos de ocho series, de acuerdo a la clasificación de Simmons.

Para satisfacer los objetivos del presente estudio se efectuó la caracterización climatológica representada por la precipitación y temperatura y se realizó la inventariación y evaluación de los recursos: Agua, vegetación y suelo, aplicando los métodos que en la mayoría de los casos han sido utilizados en Guatemala.

La caracterización climatológica se hizo por medio de un climatograma, correlacionando promedios generales aritméticos de precipitación y temperatura de estaciones meteorológicas con influencia dentro de las cuencas, con el climatograma construido se estimó que en la región existen tres meses completos de sequía, correspondiendo a los meses de enero, febrero y marzo, así como los últimos días de diciembre y primeros de abril, durante este período todo cultivo necesitará de riego como suplemento o complemento para suplir sus necesidades de agua. El invierno se inicia a mediados del mes de mayo, encontrándose el pico máximo en el mes de junio, a partir de septiembre la lluvia sufre un descenso pronunciado hasta casi desaparecer en el mes de noviembre.

La evaluación del recurso agua contempló el análisis hidrográfico por un lado y el análisis hidrológico por el otro, en hidrografía se determinó el orden de los cauces y el patrón de drenaje y se hizo el mapa correspondiente, a través del cual se pudo establecer que el río Xayá es de orden No. 3 y el río Pixcayá de orden No. 4, así mismo que el patrón de drenaje es dendrítico con densidad media para la cuenca Xayá y dendrí-

tico con densidad alta, subdendrítico y paralelo para la cuenca Pixcayá. En hidrología se hicieron 21 curvas de duración de caudales, distribuidas en 12 para la cuenca Xayá y 9 para la de Pixcayá, estas curvas son valiosas para establecer el volumen escurrido, el caudal medio y mediana y los caudales característicos, parámetros que permitieron concluir que no es necesario el almacenaje de un volumen grande de agua en la época de invierno para ser utilizada en la época de estiaje, así como también de que el caudal escurrido de las dos cuencas durante el período observado, sufrió un ligero decremento.

Se hizo una clasificación de pendientes en base a las curvas de nivel de los mapas topográficos, estableciendo cinco rangos definidos por desniveles que van de 0-4%, 4-8%, 8-16%, 16-32% y mayores de 32%, este parámetro permitió establecer que porcentualmente la cuenca Xayá tiene más áreas planas que la cuenca Pixcayá y que las áreas con más del 32% de pendiente predominan en la cuenca Pixcayá, así mismo se elaboró un mapa hipsométrico a través del cual se estableció la elevación media de cada cuenca por separado y tomándolas como una sola unidad, pudiendo establecer que la cuenca Xayá tiene una elevación media de 2,320.50 m.s.n.m., y la cuenca Pixcayá 2,109.60 m.s.n.m.

Por otro lado se estableció la susceptibilidad a la erosión potencial adoptando la nomenclatura de los tres tipos o formas básicas de erosión que pueden suceder en la cuenca siendo ellos erosión laminar, en surcos y cárcavas, a este respecto se estableció que porcentualmente en las cuencas suceden los tres tipos en igual significancia.

En la sección de hidrometeorología del proyecto Acueducto Nacional Xayá-Pixcayá se obtuvieron datos sobre medición de transporte de sedimentos para hacer el análisis, comparación y proyección de este fenómeno, lo cual permitió inferir que es urgente realizar trabajos tendentes a estabilizar el régimen de escorrentía de sólidos de las cuencas estudiadas.

Mediante la aplicación de métodos aerofotointerpretativos y comprobación de campo se realizó el levantamiento del uso actual de la tierra y el levantamiento de la capacidad de uso de la tierra, resultados que fueron transferidos de la fotografía aérea a los respectivos mapas temáticos sobre los cuales se planimetró cada una de las categorías establecidas; el uso actual de la tierra permitió observar que el patrón de uso en ambas cuencas es similar, el mapa y planimetría de la capacidad de uso de la tierra evidencia que en el futuro existirán mayores problemas de deterioro de los suelos en la cuenca Xayá, lo que unido a su mayor erodabilidad puede orientar al planificador de cuencas a darle un tratamiento especial.

El alto costo que actualmente tiene la reforestación implica priorizar las áreas a ser reforestadas en determinada cuenca, para realizar esta priorización se utilizaron los mapas de uso actual de la tierra, mapa de pendientes, mapa de erosión y mapa de capacidad de uso, en cuyo orden se sobrepusieron en mesa de luz para delimitar las áreas de interés, dando como resultado un mapa final denominado mapa de "prioridades de reforestación", a través del cual se determinó que en la cuenca Xayá se necesitan reforestar 1,256 hectáreas y en la cuenca Pixcayá 3,074 hectáreas.

1. INTRODUCCION:

Las cuencas de los ríos Xayá y Pixcayá, son de vital importancia para el abastecimiento de agua a la Ciudad Capital de Guatemala, de ahí el interés que existe para su manejo integral a fin de garantizar el caudal actual y estabilizar el régimen de escurrimiento, el que se encuentra muy degradado dado que los recursos naturales renovables principalmente los bosques, están siendo aprovechados sin técnicas adecuadas de manejo que permitan su uso sostenido y continuo.

El proyecto del Acueducto Nacional Xayá - Pixcayá (figura 1) fue programado para dos etapas (12), la primera ha permitido introducir un caudal de agua equivalente a 960 litros por segundo (83 millones de litros diarios) de los cuales 310 litros/seg. corresponden al río Xayá y los restantes 650 litros/seg. al río Pixcayá. La segunda etapa podrá incrementar el caudal de la primera hasta un volumen de 2300 litros/seg. (200 millones de litros diarios).

Por la alta inversión que el proyecto generó en su primera etapa (Q.47.213,600) y la que generará en la etapa posterior, el caudal original previsto debe estar garantizado mediante el establecimiento de un manejo adecuado de las cuencas, en donde será imprescindible la participación de las instituciones que están involucradas directa o indirectamente en el uso y conservación de los recursos naturales renovables de las mismas.

Con los antecedentes vistos, se planteó el presente trabajo de investigación, cuyos objetivos a alcanzar fueron:

Objetivo general :

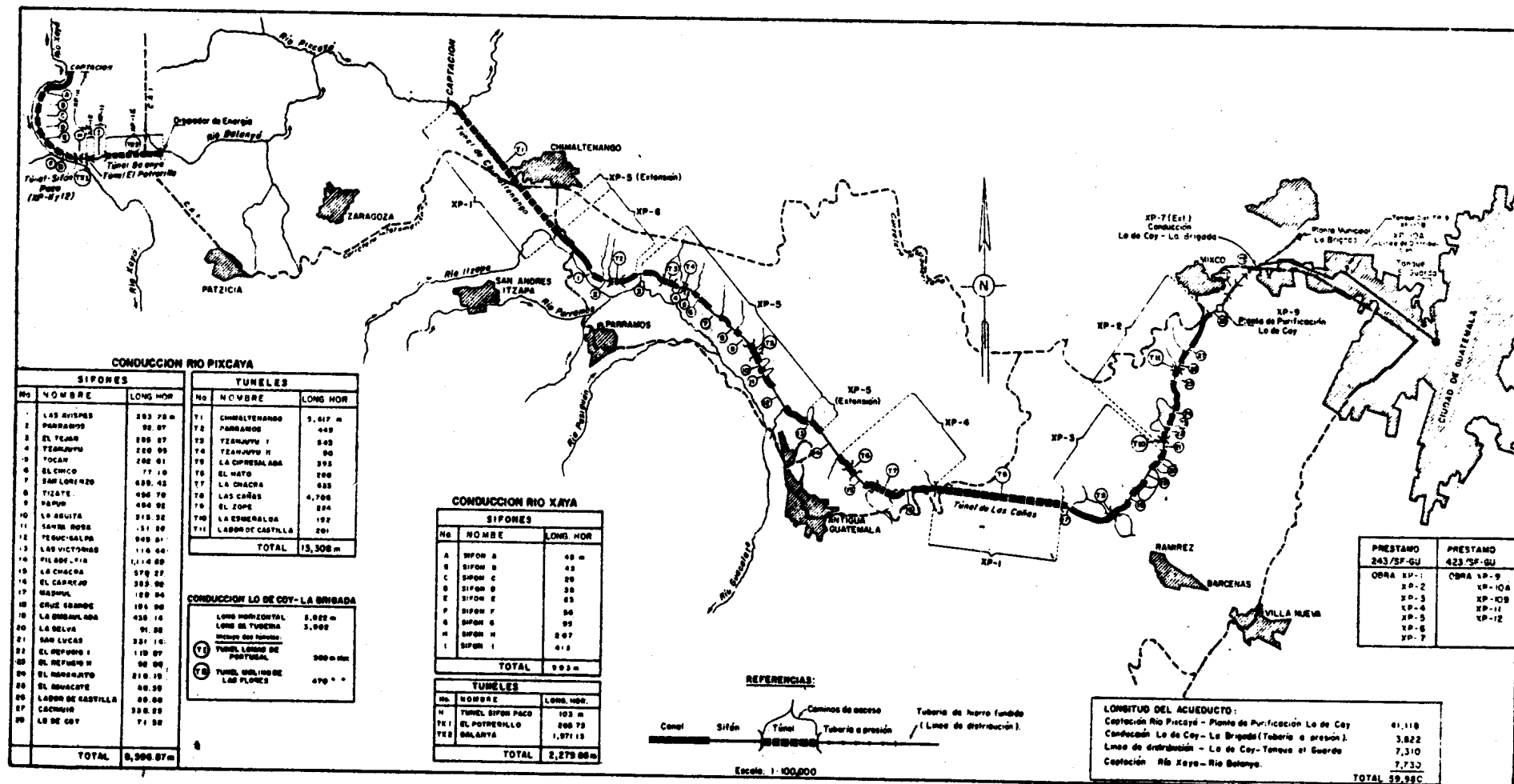
Describir las características del suelo, agua y cobertura vegetal de las cuencas de los ríos Xayá y Pixcayá.

Objetivos específicos:

- a) Analizar y correlacionar los datos de temperatura y precipitación de las estaciones meteorológicas ubicadas dentro del área de influencia de las cuencas.
- b) Analizar las pendientes, estableciendo rangos que incluyan áreas definidas con propiedades topográficas similares.
- c) Elaborar el mapa hipsométrico de las cuencas a fin de determinar la elevación media.

- d) Establecer en base a las mediciones de arrastre de sedimentos, la erosión actual y la susceptibilidad potencial de erosión en base a la magnitud, longitud y forma de la pendiente.
- e) Establecer el Uso Actual de la Tierra mediante la aplicación de métodos de fotointerpretación con comprobación de campo.
- f) Establecer la capacidad de uso de la tierra mediante la aplicación de métodos de fotointerpretación con comprobación de campo.
- g) Delimitar áreas de vocación forestal y establecer las prioridades de reforestación.

ACUEDUCTO NACIONAL «XAYA PIXCAYA»



INFORMACION PROPORCIONADA POR
Unidad Ejecutora del Proyecto

Fig. 1 Conducción del Acueducto Nacional Xayá-Pixcayá

2. REVISION DE LITERATURA:

2.1 Concepto general de cuenca :

Una cuenca es una entidad hidrológica constituida por el conjunto de terrenos drenados por un curso de agua y sus tributarios, entendiéndose como curso de agua a toda el agua que llega en una forma de precipitación a un área constituida como vaso receptor o de drenaje y que no es devuelta a la atmósfera por los procesos regenerativos de evaporación y transpiración o que no se escapa a cuencas vecinas (1).

El ordenamiento de las montañas constituye una característica fundamental, decisiva para separar por una línea divisoria a las cuencas, ya que los terrenos de un vaso receptor son delimitados por tres tipos de divisiones de agua (1):

- Un Divisor topográfico o superficial
- Un divisor freático o subterráneo
- Un divisor intermedio o subsuperficial.

Probablemente nunca coincidan exactamente las áreas demarcadas por estos divisores.

Toda agua busca su camino hacia el mar. De esta manera se organiza un sistema de cuencas que reflejan la estructura geológica y la forma del terreno original. Estos sistemas de drenaje están limitados por una divisoria topográfica o de aguas superficiales para formar una cuenca. A través de un largo período de tiempo se desarrolla un óptimo sistema de drenaje para evacuar las aguas superficiales y del suelo de una cuenca, siendo la precipitación la principal fuente de abastecimiento (14).

La compleja función hidrológica de una cuenca depende de sus características físicas y meteorológico-climáticas; los factores meteorológicos y climatológicos ejercen efectos determinantes en los procesos de precipitación, evaporación, transpiración, etc., así como en el propio escurrimiento fluvial (1); es obvio de que la cantidad anual de precipitación recibida por una cuenca juega un papel muy importante en el manejo de la misma, pero de mayor importancia es la distribución de la precipitación durante el año (14).

2.2 Planificación y manejo de cuencas:

Henning (14) define la ordenación de cuencas hidrológicas como el manejo de los recursos naturales de una cuenca para la producción y protección del suministro de agua y de los recursos basados en el agua, incluyendo el control de la erosión y de inundaciones y la protección de valores estéticos relacionados con el agua, cuyos objetivos básicos se resumen en los tres puntos siguientes:

- a) Prevención de inundaciones.
- b) Aumento de la cantidad de agua para las actividades humanas.
- c) Mejoramiento de la calidad de agua.

Así mismo Henning (14), señala que a principios del siglo XX, varios factores incidieron para que existiera un mayor interés sobre el problema de la ordenación de cuencas hidrológicas, entre los factores tenemos los siguientes a nivel mundial:

- a) Mayores conocimientos sobre el ciclo hidrológico y su importancia.
- b) Una creciente presión demográfica demanda más tierra y agua.
- c) Una inesperada demanda para agua fue creada por la tecnología moderna y el elevado nivel de vida.
- d) Se presentaron nuevos y complejos problemas con el agua: Contaminación del agua, riesgos de inundación, etc.
- e) El reconocimiento de que la cuenca hidrológica es la mejor unidad de manejo para los problemas hidrológicos.
- f) El reconocimiento de que el derecho de los individuos tiene que subordinarse al derecho público.

De acuerdo a Hidalgo (15) el manejo conservacionista de cuencas es la aplicación en una unidad hidrográfica de un programa combinado de ordenamiento del uso de la tierra junto con normas administrativas de tipo conservacionista, la construcción de estructuras y la implementación de sistemas de uso y tratamiento de tierra, cuyos objetivos son:

- a) Control de erosión y sedimentación.
- b) Estabilización de los usuarios.
- c) Regulación del régimen hidrológico.
- d) Mantenimiento e incremento de la cantidad y calidad de agua.
- e) Control de crecidas.
- f) Mejorar las condiciones de vida de la población de la cuenca y beneficiarios de proyectos fuera de la cuenca.

Según Pizarro (22) la comprensión de la presencia de agua en magnitud, duración, frecuencia y distribución espacial, permite el diseño de las estructuras que facilitan su aprovechamiento en virtud de la función social que debe cumplir este recurso, en tal sentido las avenidas, las sequías, la variación espacio-tiempo, su calidad, su efecto erosivo, su capacidad de transporte de sólidos, etc., son aspectos que deben conocerse para lograr su utilización armónica al lado de otros recursos en lo que se ha denominado: Manejo de Cuencas.

García (6), indica que la etapa de aprovechamiento hidráulicos considerados aislados, ha quedado atrás, como una consecuencia de la transformación que ha sufrido en un tiempo relativamente corto, la planificación que contempla la utilización de los recursos hídricos al aprovecharse los beneficios del agua con un enfoque de multiproyectos y multiusos que afectan a toda la zona donde los mismos se localizan y aún a otras zonas del país.

Uno de los mayores problemas de la planificación y manejo de cuencas es la falta de información básica que permita tomar decisiones en cuanto al ordenamiento de los recursos naturales existentes dentro de la cuenca (25).

Budowski (2) y Hunter (16), señalan que muchos planes de desarrollo que se realizan en los trópicos americanos, son de naturaleza empírica o se basan en condiciones que se han estudiado mejor en Europa o Norte América, de tal suerte, que muchos proyectos de desarrollo basados en el uso de la tierra han sido realizados sin estudios ecológicos suficientes, lo que ha dado como resultado fracasos muy costosos; los mismos autores coinciden en indicar que aunque hubo proyectos de desarrollo del uso de la tierra que fueron exitosos, algunos de estos podrían haber sido óptimos o mejores si hubiesen sido ejecutados en otra escala reemplazados por algún otro proyecto alternativo más adecuado a los objetivos buscados.

2.3 Fotointerpretación y evaluación de los recursos naturales:

Goosen (7), definió en 1968 el concepto de fotointerpretación como el estudio en las fotografías aéreas de los objetos de la superficie de la tierra y la deducción de su significado, Nieuwenhuis (20) la define como una técnica y también la acepta como ciencia y como arte.

Strandberg (24) indica que la interpretación de fotografías aéreas es el camino más efectivo para descubrir muchos hechos oscuros u ocultos acerca del mundo físico que nos rodea, dados por las propiedades que estas poseen, dentro de las cuales se encuentran: a) Ventajas del punto de observación, b) Mejor resolución, c) Percepción fuera del espectro visible, d) Permanencia y e) Fidelidad geométrica. La principal ventaja que proporcionan las fotografías aéreas es que pueden simplificar la acumulación de información necesaria en el trabajo de campo, el cual con el mismo tiempo invertido será mucho más productivo.

Nieuwenhuis (20), hace referencia a que cada disciplina tiene sus principios específicos para el uso de fotografías aéreas. En el levantamiento de suelos existe por ejemplo la relación entre:

- Procesos formadores de suelo.
- Factores formadores del suelo.
- Características externas de los suelos.
- Fotoimagen.

Por otro lado el mismo autor (20), indica que hay una correlación entre diferencias en la imagen y variaciones en los recursos naturales en el campo, situación de importancia en estudios elementales, pero que debe ser de mayor interés en estudios avanzados realizados por geólogos, agrónomos, forestales, edafólogos y otros especialistas; en lo que respecta al mapeo de suelos, es evidente que la fotointerpretación juega un papel especial en el mapeo de suelos principalmente en ahorro de tiempo y eficiencia en la delimitación de las categorías de suelos que a nivel del estudio que se realice demande.

2.4 Los mapas temáticos:

Un mapa temático es un trabajo descriptivo, eminentemente geográfico mediante el cual se acerca la realidad al lector, facilitándole su comprensión y visión de conjunto, es un material informativo que permite establecer relacio-

nes, comparaciones y deducir conclusiones; además de la descripción, todo mapa temático incluye cierta labor interpretativa propuesta por el método cartográfico utilizado y sobre todo la transcripción del fenómeno o los contenidos temáticos elegidos (19).

Sobre este aspecto García (6) indica que la mayoría de los países de América Latina iniciaron su actividad cartográfica ante la necesidad de tener una adecuada representación topográfica del país, necesidad que posteriormente fue ampliada y debidamente justificada con un enfoque multifinalitario, catalogando a los mapas desde este punto de vista como un fin, existiendo a la vez una serie de mapas que son un medio para lograr un fin, tal es el caso de los mapas topográficos, uso actual de la tierra, capacidad de uso de la tierra, edafológico, etc., todos los cuales deben cubrir la misma área geográfica.

La utilidad de los mapas temáticos es científica y práctica al mismo tiempo, sirven de base para estudios de geografía agraria, tales como la expansión horizontal de la frontera agrícola, determinación de regímenes de propiedad y sistemas agrarios, así también información sobre fronteras de especies indicativas del clima, las zonas óptimas para cultivo y de degradación climática, etc., por lo tanto, el interés científico se vincula estrechamente al práctico (19).

3. MATERIALES Y METODOS:

3.1 Ubicación:

a) Hidrología:

Las cuencas Xayá y Pixcayá cubren un área de 214 kilómetros cuadrados y se ubican en el departamento de Chimaltenango (9) estando separadas por la divisoria continental de las aguas de la Vertiente del Atlántico y la Vertiente del Pacífico, (ver mapa base).

El río Xayá es el principal drenaje de la parte alta de la cuenca del río Coyolate, que corre de N - Ne a S - So, hasta desembocar en el Océano Pacífico, el área de la cuenca sujeta a estudio tiene una extensión de 61 kilómetros cuadrados.

El río Pixcayá es uno de los principales drenajes de la parte alta del río Motagua que corre en dirección N - No a S - Se, hasta desembocar en el Mar de Las Antillas, teniendo el área de su cuenca una extensión de 153 Kilómetros cuadrados.

b) Política territorial:

Dentro de la división política administrativa, las cuencas abarcan regiones de los siguientes municipios del departamento de Chimaltenango:

<u>Cuenca</u>	<u>Municipio</u>
Cuenca Xayá	Santa Apolonia Tecpán Guatemala
Cuenca Pixcayá	Comalapa Santa Cruz Balanyá Zaragoza Patzicía.

c) Administrativa:

La regionalización sectorial agrícola ubica a las cuencas dentro de la Región V, Subregión V-5.

d) Geográfica:

Tomando como referencia los puntos salientes de la delimitación, geográficamente las cuencas se encuentran dentro de las siguientes coordenadas: (ver mapa base).

<u>Punto de Referencia</u>	<u>Latitud</u>	<u>Longitud</u>
Punto No. 1	14° 47' 43"	91° 00' 00"
Punto No. 2	24° 47' 09"	90° 54' 53"
Punto No. 3	14° 40' 49"	90° 51' 52"
Punto No. 4	14° 36' 07"	90° 54' 15"
Punto No. 5	14° 41' 13"	90° 59' 45"
Punto No. 6	14° 45' 26"	91° 01' 43"

3.2 Zonas de Vida:

En base a la clasificación de zonas de vida realizado por De La Cruz (4), las cuencas se encuentran dentro de dos zonas de vida, siendo: Bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB) y bosque húmedo montano bajo (bh-MB). A la cuenca Xayá le corresponden 39.21 Kms² de bmh-MB y 21.79 Kms² de bh-MB y la cuenca Pixcayá tiene 26.12 Kms² correspondiente al bmh-MB y 126.88 Kms² de bh-MB.

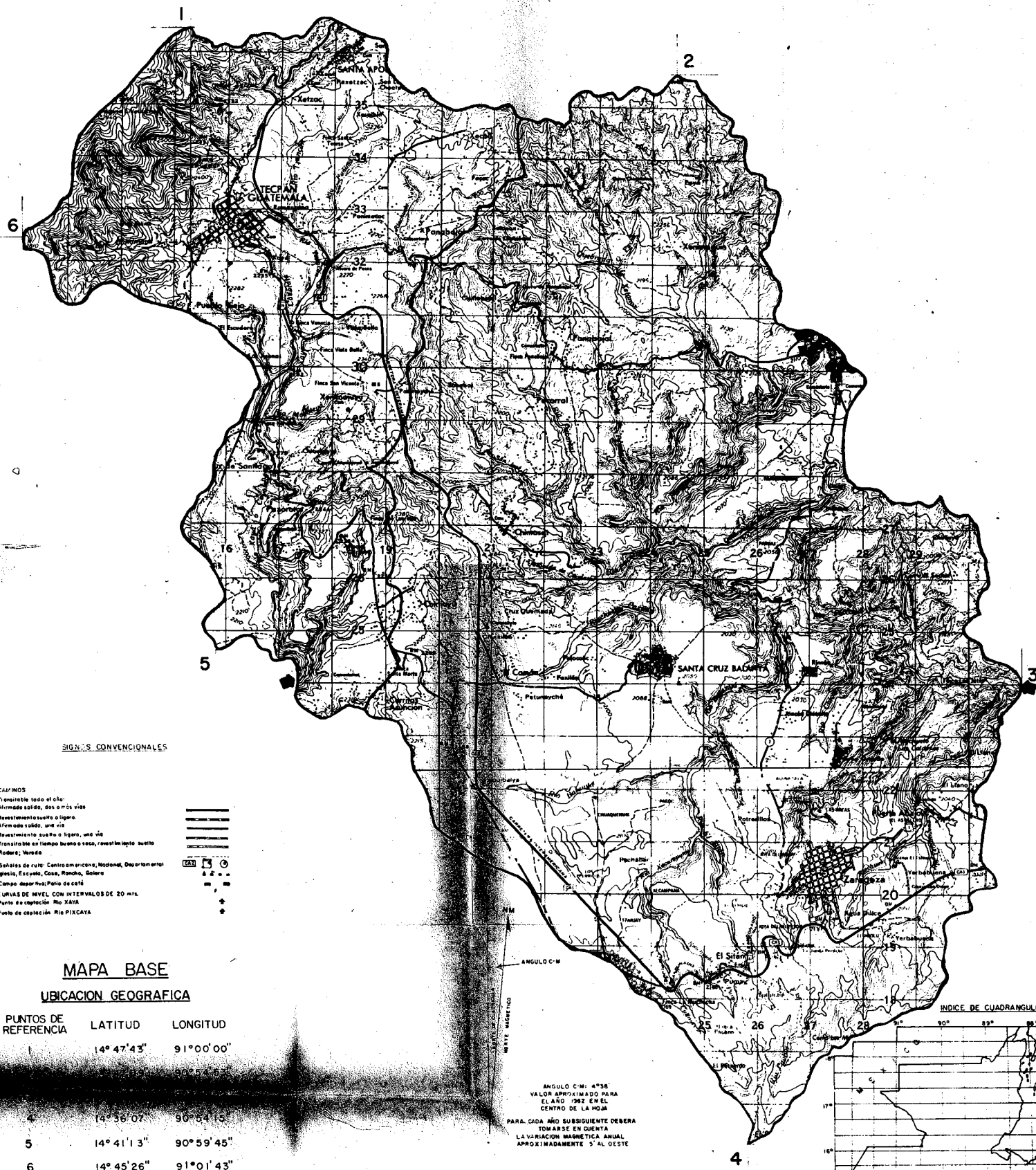
Las características y propiedades de estas zonas son las siguientes:

3.2.1 Bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB)

a) Localización y extensión:

Esta zona es la que ocupa mayor extensión dentro de las cuencas, estando distribuida en dos estratos, de los cuales uno ubicado en la parte Noreste y cabecera de la cuenca Xayá ocupa una pequeña área asociada con los paisajes de mayor altitud sobre el nivel del mar; el otro estrato abarcando las dos cuencas con origen a partir de la población de Tecpán Guatemala en forma de lengua se va

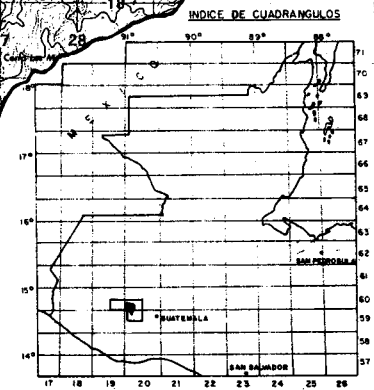
CUENCA DE LOS RIOS XAYA-PIXCAYA



ESCALA 1:50,000

1 1/2 0 1 2 3 4 Kilometros

AREA DE LA CUENCA 214 Km²



extendiendo hacia el Sureste, abriéndose completamente al llegar a la divisoria de aguas de la cuenca Pixcayá, abarcando casi en su totalidad a referida cuenca, en total los dos estratos abarcan 148.67 kms².

b) Condiciones climáticas:

El patrón de lluvias en esta zona varía desde 1057 mm. hasta 1588 mm. Las biotemperaturas van de 15°C. a 23°C.

c) Vegetación natural:

La vegetación típica de esta zona está representada por rodales de Quercus sp. asociado generalmente con Pinus pseudostrobus y Pinus montezumae.

3.2.2 Bosques muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB)

a) Localización y extensión:

Esta formación esta distribuida en tres estratos, dos de ellos se encuentran en la cuenca Xayá, uno en la parte Norte y otro en la parte Sur respectivamente, el tercer estrato se encuentra en el lado Sureste de la cuenca Pixcayá, a los alrededores del municipio de Zaragoza, teniendo en conjunto 65.33 kms².

b) Condiciones climáticas:

La precipitación anual de esta formación varía de 2.065 a 3900 mm. La biotemperatura va de 12.5°C a 18.6°C.

c) Vegetación natural:

La vegetación que puede considerarse como indicadora es: Cupressus lusitánica, Chiranthodendron pentadactylon, Pinus ayacahuite, Pinus hartwegii y Pinus pseudostrobus.

3.3 Suelos:

De acuerdo a Simmons (23), dentro de las cuencas, se localizan ocho series de suelos, predominando la serie Tecpán con 84.22 kilómetros cuadrados equivalente al 39.36% del área total, en orden descendente porcentual se encuentran las otras siguientes series:

a)	Serie Cauque (Cq) con 63.36 Kms ²	=	29.61 %
b)	Serie Tolimán (TN) con 29.23 Kms ²	=	13.66 %
c)	Areas Fragasas (Af) con 13.96 Kms ²	=	6.52 %
d)	Serie Zacualpa (Zc) con 10.81 Kms ²	=	5.05 %
e)	Serie Patzité (Pz) con 9.31 Kms ²	=	4.35 %
f)	Serie Patzicía (Pt) con 2.96 Kms ²	=	1.38 %
g)	Serie Totonicapán (tp) con 0.15 Kms ²	=	0.07 %

En el Cuadro 1 se presenta el resumen de las principales características de cada serie.

3.4 Metodología:

Para cumplir con los objetivos del presente estudio se efectuó la caracterización climatológica representada por la precipitación y temperatura y se realizó la inventariación y evaluación de los recursos: Agua, Vegetación y Suelo, aplicando los métodos que en la mayoría de los casos han sido utilizados en Guatemala.

La metodología que se adoptó para la interpretación de datos y estudio de cada recurso en particular, se describe a continuación:

3.4.1 Climatograma:

El climatograma se construyó correlacionando los promedios generales aritméticos mensuales de precipitación y temperatura resultantes de las tres estaciones que influyen sobre las cuencas, cuya información se encuentra en los Cuadros 2 y 3.

A manera de comparación se tomaron los promedios mensuales de la estación Comalapa, diferencia que se observa en el climatograma (figura 7), en donde se representó por medio de dos curvas los promedios mensuales de temperatura y de precipitación, elementos fundamentales para su construcción, de modo que a cada 5°C. de temperatura correspondan 10 mm. de precipitación.

CUADRO I. RESUMEN DE LAS SERIES DE SUELOS

SERIE	SIMBOLO	MATERIAL MADRE	RELIEVE	DRENAJE INTERNO	SUELO SUPERFICIAL				SUBSUELO			
					COLOR	TEXTURA	CONSISTENCIA	ESPESOR APROXIMADO EN cm.	COLOR	TEXTURA	CONSISTENCIA	ESPESOR APROXIMADO EN cm.
CAUQUE	Cq	Ceniza volcánica pomacea firme o gruesa	ondulado a inclinado	normal	Café oscuro a muy oscuro	franca ó franco-arcillo-arenosa.	friable	15 - 50	café oscuro a café amarillento.	franco-arcillosa	friable	40- 75
PATZICIA	Pt	ceniza volcánica pomacea	inclinado	normal	café oscuro	franco-arenosa suelta	friable	30	café	franco-arenosa	friable	50 - 170
PATZITE	Pz	ceniza volcánica pomacea más o menos cementada.	inclinado	normal	café oscuro	franco-arenosa	friable.	20	café	franco-arcillosa a franco-arcillo-arenosa	friable	30 - 85
TECPAN	Tc	ceniza volcánica blanca fina	suavemente ondulado	normal	café a café oscuro.	franco-arcillo-arenoso	friable	40	café a café amarillento	franco-arcillosa	friable	20 - 110
TOLIMAN	Tn	ceniza volcánica clara	ondulado a inclinado	normal	café oscuro	franco-arenosa	friable	25	café amarillento a café rojizo	franco-arcillo-arenosa ó franco-arenosa	friable ó levemente friable	25 - 75
TOTONICAPAN	Tp	ceniza volcánica	suavemente ondulado a ondulado	normal	café muy oscuro o negro	franca	friable	40	café oscuro a muy oscuro	franco-arcillosa o franco-arcillo-limosa	friable	50
ZACUALPA	Zc	ceniza volcánica cementada clara	inclinado a muy inclinado	excesivamente drenados	café a café grisáceo	franco-arenosa suelta	muy friable	10	café amarillento a café amarillo grisáceo	franco-arenosa suelta	friable	40
AREAS FRAGOSAS	Af	ceniza volcánica	quebrado	Clase de terreno donde los barrancos han cortado las planicies, dejándolas aisladas por el avance de los barrancos que se han juntado, estos suelos están incluidos en las series Patzité y Zacualpa.								

Adaptado del libro "Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala", de Charles S. Simmons, por el autor.

Cuadro 2. Promedio de precipitaciones mensuales en mm.

EST.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1*	6.2	4.7	16.95	37.35	143.45	281.45	209.6	221.25	258.25	144.5	43.4	11.35	1,378.45
2	1.76	1.43	10.69	19.4	107.85	203.33	115.98	150.98	186.81	129.69	21.0	4.26	952.66
3	1.70	3.6	5.8	53.5	129.3	289.00	159.9	196.7	257.7	130.9	26.8	9.3	1,264.20
$\bar{X}$	3.22	3.24	11.15	36.75	126.87	257.93	161.83	189.47	234.25	135.03	30.4	8.30	1,198.44

La precipitación media anual es de 1,198.44 mm.

- 1 * Estación Comalapa
- 2 Estación Santa Cruz Balanyá
- 3 Estación Vista Bella.

Cuadro 3. Promedio de temperaturas mensuales en 0°C.

EST.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	$\bar{X}$ ANUAL
1*	14.33	15.08	16.6	17.88	18.06	17.27	16.93	16.98	16.91	16.39	15.38	14.56	16.36
2	14.4	14.93	15.99	16.99	17.29	16.31	16.41	16.81	16.48	15.76	15.29	14.51	15.93
3	13.6	14.2	15.6	16.65	17.3	16.5	16.35	16.45	15.6	15.10	13.09	13.6	15.40
$\bar{X}$	14.11	14.74	16.06	17.17	17.55	16.69	16.56	16.75	16.33	15.75	14.86	14.22	15.89

La temperatura media anual es de 15.89 °C.

- 1 * Estación Comalapa
- 2 Estación Santa Cruz Balanyá
- 3 Estación Vista Bella.

Gausen citado por Hidalgo (15) demostró que se presenta una época árida cuando la curva de precipitaciones queda por debajo de la curva de la temperatura, así como una época húmeda cuando las precipitaciones exceden en mucho a la curva de temperatura.

3.4.1.1 Promedio de precipitación y temperatura:

Estos datos se encontraron por el método de promedio aritmético de los valores medios mensuales de las estaciones meteorológicas de Comalapa, Santa Cruz Balanyá y Vista Bella (13), las cuales diferían en el número de años de registro, así como las épocas registradas, circunstancia que motivó tomar posteriormente a la estación de Comalapa, como representativa por tener aproximadamente veinte años de registro tanto de temperatura como precipitación.

Datos generales de las estaciones:

<u>Estación</u>	<u>Municipio</u>	<u>Latitud</u>	<u>Longitud</u>	<u>Elevación</u>	<u>Años de Registro</u>
Comalapa	San Juan Comalapa	14° 44'	90° 58'	2038 m	1960-1979 t 1960-1969 p 1970-1979 p
Santa Cruz Balanyá	Santa Cruz Balanyá	14° 41'	90° 55'	2060 m	1972-1978 t 1972-1979 p
Vista Bella	Tecpán Guatemala	14° 47'	90° 58'	2360 m	1966-1969 t 1964-1969 p

3.4.2 Hidrografía:

La densidad y la disposición del sistema hidrográfico nos indica: La eficacia de la transferencia de la precipitación a escorrentía, la naturaleza del suelo y las condiciones superficiales existentes en la cuenca. La cuantificación del sistema de drenaje fue efectuado sobre los mapas topográficos utilizando los siguientes índices:

- a) Orden de los cauces .
- b) Longitud de los tributarios.

- c) Densidad de drenaje.
- d) Densidad de cauce.
- e) Patrón de drenaje.

La metodología utilizada en cada caso es la que se describe a continuación:

3.4.2.1 Orden de cauces:

Cada cuenca tiene un curso principal receptor de otros afluentes menores los que a su vez tienen también tributarios y así sucesivamente hasta llegar a las primeras corrientes de cabecera que reúnen la escorrentía. A los tributarios que no se ramifican se les consideró de primer orden, a los que reciben afluentes de primer orden se les designó de segundo orden, los de tercer orden son los que reciben de segundo orden y así sucesivamente hasta llegar al curso principal.

El número de orden relativo de tributarios es un indicador del drenaje superficial, así en cuencas de pendientes pronunciadas y/o suelos poco permeables, la ramificación y el orden del curso principal son mayores. Lo contrario sucede en cuencas permeables y de topografía plana.

Para establecer el orden de cauces se utilizó el mapa de patrón de drenaje asignando el orden correspondiente a los cauces de escorrentía intermitentes y perenne, obviando el drenaje efímero por estar relacionado en toda la longitud de los dos primeros y llevar agua únicamente en períodos de tormenta.

3.4.2.2 Longitud de los tributarios, densidad de drenaje y densidad de cauce:

Estos parámetros son un índice de las pendientes y de la permeabilidad de los suelos de la cuenca, de tal forma que una cuenca con cauces largos está relacionada con pendientes suaves y/o suelos permeables, mientras que los cauces cortos y numerosos están ligados a pendientes fuertes y/o suelos impermeables.

La relación entre la longitud de cauces y el área de la cuenca proporciona la densidad de drenaje, lo cual permite comparar las características fisiográficas y edafológicas entre dos o más cuencas.

La longitud acumulada de todos los drenajes perennes e intermitente se obtuvo mediante la utilización de un curvímetro sobre el mapa de patrón de drenaje, determinándola en kilómetros. Este parámetro fue necesario para encontrar la densidad mediante la aplicación de la ecuación:

$$Dd = \frac{L}{A}$$

Dd = Densidad de drenaje

L = Longitud de cauce

A = Area de la cuenca.

Por otro lado se determinó la densidad de cauce cuyo elemento expresa el número de cauces por unidad de área, encontrado a través de la relación

$$Dc = \frac{Nc}{A}$$

Dc = Densidad de cauce

Nc = Número de cauces

A = Area de la cuenca.

La densidad de cauces dan idea de la disección fisiográfica de una cuenca dado que a mayor densidad más escarpada o disectada se encuentra la topografía y viceversa, así como también mayor escorrentía superficial provocará la precipitación.

3.4.2.3 Patrón de drenaje:

El patrón o tipo de drenaje, avenamiento o escorrentía ha sido usado normalmente para determinar la estructura geológica, formas de la tierra, el tipo de roca madre, condiciones de drenaje del lugar, proyección de rutas y número de corrientes en las cuales hay que hacer obras de drenaje y control tanto de erosión como sedimentación.

Un sistema de drenaje que se desarrolla sobre una superficie es controlada por la pendiente y el tipo de roca u otro material

geológico en la capa superior, de tal manera que el tipo o patrón generado refleja los grados de variación de la litología en la región (1).

Para establecer el patrón de drenaje se analizaron las tres clases de escorrentía superficial que conforman el sistema hidrológico, dentro de los cuales el primero fue el drenaje perenne que corresponde a los ríos con caudal durante todo el año, representados en las hojas cartográficas utilizadas en Guatemala por color azul, del mismo color pero con líneas interrumpidas por puntos se observó en el mismo mapa el drenaje correspondiente a riachuelos que llevan únicamente durante el invierno, catalogándolos como drenaje intermitente. La tercera clase de escorrentía fue determinada al analizar la forma y separación de las curvas de nivel, estableciendo que los segmentos de curvas convexas en relación a la dirección de la pendiente originan depresiones donde se forma el drenaje efímero o imaginario, está formado por corrientes de agua durante el período de duración de una lluvia.

En base a las tres clases de drenaje establecidos, se involucró en el sistema hidrológico, desde las cabeceras de cárcavas hasta el cauce general de las cuencas, teniendo como principio que las cárcavas y lechos naturales se desarrollan en lugares donde el agua no puede filtrarse a capas acuíferas subterráneas, debido a la alta intensidad o duración de una tormenta que sobrepasa los límites de capacidad de infiltración del suelo o debido más generalmente a suelos limosos o arcillosos pesados e impermeables y pendientes que favorecen el incremento de la velocidad del agua e incisión a través de la erosión; por el contrario donde hay suelos arenosos y francos y/o poca pendiente existirán pocos lechos o cárcavas debido a la filtración.

La nomenclatura de los patrones de drenaje y densidad de los mismos se adjudicó de acuerdo a la similitud que presentaba a nivel de cuenca con los patrones presentados en la figura 2.

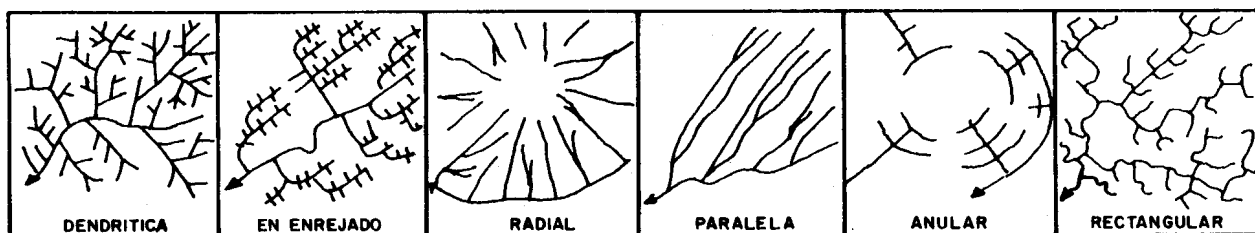
3.4.3 Hidrología:

3.4.3.1 Curva de Duración de Caudales:

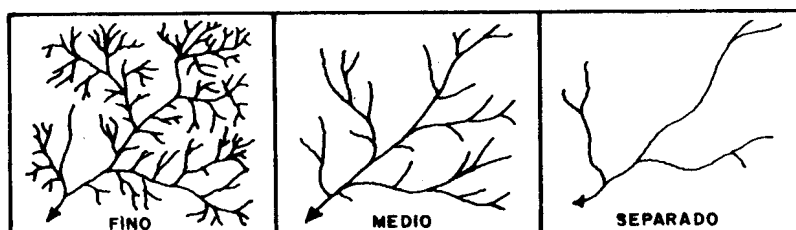
La curva de duración relaciona caudales y los tiempos en los cuales éstos fueron alcanzados. En proyectos de agua potable el uso y estudio de las curvas de duración de caudales es de suma importancia, puesto que permite obtener volúmenes mínimos y máximos, escurridos durante un período establecido; información de suma utilidad para diseñar obras de aprovechamiento hidráulico, canales de irrigación, embalses, etc. (18).

Fig. 2. DIFERENTES PATRONES DE DRENAJE

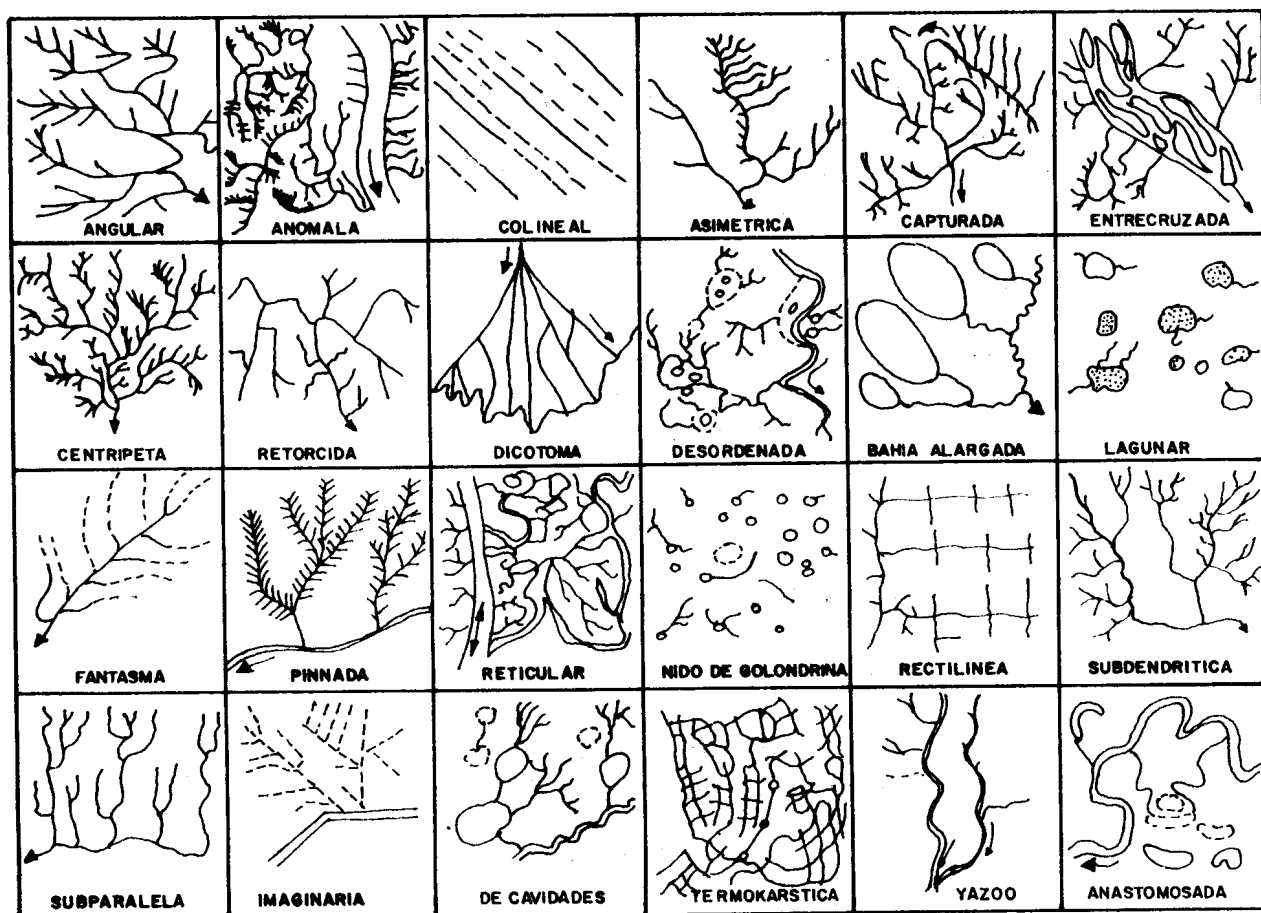
FORMAS BASICAS DE DRENAJE



DENSIDAD DE DRENAJE



VARIANTES DE LAS FORMAS BASICAS DE DRENAJE.



Para obtener resultados más ajustados a la realidad del comportamiento medio de los ríos sujetos a estudio, es recomendable la elaboración de curvas de duración con registros mayores de veinte años (17).

En el presente trabajo las curvas de duración para cada cuenca se encontraron en base a información hidrológica registrada durante los años 1965 a 1977 (10). (Cuadros A.1.1 al A.1.12 y A.1.1.14 al A.1.22 del apéndice).

Las estaciones hidrometeorológicas seleccionadas para obtener la información necesaria a fin de determinar las curvas de duración fueron:

CUENCA RIO XAYA

Estación	Area de drenaje Km ² .	Latitud	Longitud	Años de Registro
La Sierra	81.025	14° 39' 16"	90° 58' 11"	1965 - 1972
La Presa	74.84	14° 39' 46"	90° 59' 05"	1972 - 1977

CUENCA RIO PIXCAYA

Estación	Area de drenaje Km ² .	Latitud	Longitud	Años de Registro
El Tesoro	159.40	14° 40' 46"	90° 51' 15"	1965 - 1976

La unidad de tiempo adoptado para la correlación de los parámetros, fue el mes, con el objeto de poder interpretar en la curva la cantidad de agua que escurren las cuencas durante cierto número de meses.

Para hacer la distribución de eventos se utilizaron intervalos variables con el fin de evitar la existencia de frecuencias muy altas en unos casos y nulas en otros y así obtener una mayor uniformidad de las curvas (21).

De una curva de duración de caudales se pueden inferir varias características hidrológicas de una cuenca, las cuales tienen gran utilidad en obras hidráulicas de aprovechamiento, entre las cuales tenemos: El volumen escurrido, el caudal medio y la mediana y los caudales característicos.

a) Volumen escurrido:

Es necesario para el diseño de embalses. Este volumen está representado por el área bajo la curva, ya que sería el producto del gasto por el % de ocurrencia ($m^3/\text{seg} \times \text{seg}$) (18).

b) Caudal medio:

Es el valor promedio del caudal en el período de observación y al cual le corresponde cierta frecuencia de ocurrimiento igual o mayor.

c) Mediana:

Es la representada por el 50% de los casos durante el cual el caudal observado fue igualado o excedido.

d) Caudales característicos:

Al haber tomado el mes como unidad de tiempo, se puede definir de la manera siguiente:

- Caudal característico mínimo:

Indica el valor del caudal que fue igual o mayor durante los 12 meses (365 días o 100%).

- Caudal característico máximo:

Representa el valor del caudal que fue igualado o excedido durante 1/3 del mes (10 días por año o 2.74%).

3.4.4 Pendientes:

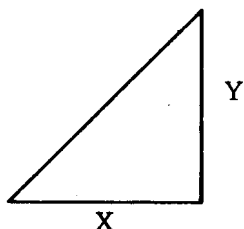
Las características de una pendiente: El porcentaje, la forma, ancho y longitud dan idea de la velocidad de la escorrentía, profundidad del suelo, procesos gradativos, exposición lumínica y productividad potencial. Las cuatro características representadas cartográficamente son elementos necesarios para el trazado preliminar de rutas y vías de penetración, planes de conservación de suelos y agua, reforestación natural y artificial, así como corredores biológicos. Incluso el uso potencial y uso actual de la tierra están regulados por la distancia vertical y horizontal que definen la pendiente, gradiente o complejidad de la misma.

Las pendientes de las cuencas se determinaron en base a las curvas de nivel de la hoja cartográfica, las cuales representan cambios de altura a cada 20 metros, esta distribución permitió delimitar rangos de pendientes distribuidos geoméricamente y relacionarlos con parámetros hídricos.

Se establecieron cinco rangos de pendientes en base a una progresión geométrica, los cuales involucran los desniveles que van de 0-4%, 4-8%, 8-16%, 16-32% y mayores de 32%, cada uno de los cuales está asociado a una determinada clase de capacidad de uso de la tierra respecto al factor pendiente.

Cada rango se delimitó sobre el mapa topográfico, mediante el uso de una plantilla transparente de polyester compuesta por seis líneas convergentes y cuya abertura al final de su extensión era igual a la separación que deberían tener las curvas de nivel sobre el plano topográfico a escala 1:50,000 (Figura 4), cuando se hiciera la relación de la máxima pendiente de cada rango establecido, utilizando las distancias escalares vertical y horizontal (Figura 5).

Para determinar la abertura correspondiente a cada rango se utilizó la siguiente deducción:



Y = Altura de 20 metros entre cada curva de nivel.

X = La unidad de medida a tomar en el mapa topográfico.

El mapa utilizado tenía una escala 1:50,000 de donde 1 cm. es igual a 500 metros.

En el supuesto de que existiera una parte del mapa a escala 1:50,000 con curvas distanciadas a 1 centímetro como se muestra en la figura 3, se analiza de la siguiente forma:

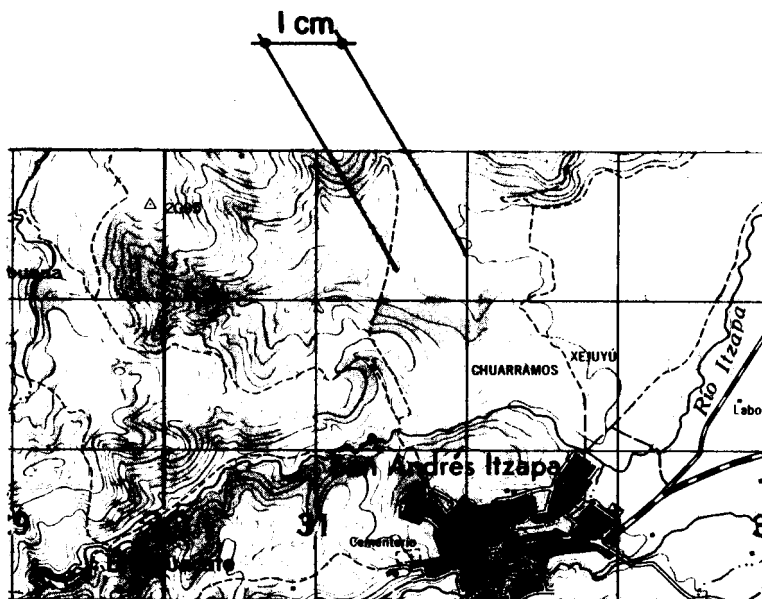
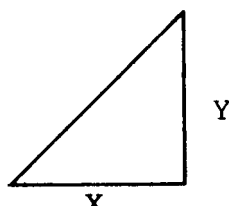


Fig. 3 Parte del mapa a escala 1:50,000

Del análisis trigonométrico de la gráfica se obtiene:



$$\text{tg} = \frac{Y}{X} = \frac{20 \text{ m.}}{(0.01 \text{ m} \times 50,000)}$$

$$\text{tg} = \frac{20 \text{ m.}}{(0.01 \text{ m} \times 50,000)} \times 100 = 4\% \text{ pendiente expresada en porcentaje.}$$

A partir de ésto se dedujo la ecuación para encontrar la abertura de la plantilla sustituyendo la distancia horizontal por la pendiente deseada, así mismo se pueden sustituir escalas y alturas de las curvas de nivel.

$$\text{AR} = \frac{Y}{P_x E} \times 100$$

A R = Abertura de reglilla.

Y = Diferencia de altura de las curvas de nivel en metros.

P = Pendiente expresada en porcentaje.

E = Escala del mapa.

Al determinar la tabla de rangos en función a una progresión geométrica cuya razón es "2" partiendo de 0-4% se obtuvo la distribución siguiente:

0	-	4%
4 %	-	8%
8 %	-	16%
16 %	-	32 %
>	-	32 %

Asímismo al establecer un rango de las distancias horizontales que debe tener cada abertura de las líneas convergentes de la plantilla, queda definida en función a una progresión geométrica cuya razón es "0.5" obtenidos al aplicar la ecuación:

Ejemplo:

$$\frac{20}{04 \times 50,000} \times 100 = 1 \text{ cm.}$$

$$\frac{20}{0.08 \times 50,000} \times 100 = 0.5 \text{ cm.}$$

Con la ecuación planteada se determinó el Cuadro 4.

Cuadro 4. Relación de pendientes, abertura de plantilla y número de curvas

Rango de pendiente %	Rango de distancia o abertura de plantilla escala 1:50,000	Número de curvas que se encuentran dentro de los límites de distancia horizontal.
0 - 4	1 cm. = (500 m)	1 (20 m)
4 - 8	0.5 cm. = (250 m)	1 (20 m)
8 - 16	0.250 cm. = (125 m)	1 (20 m)
16 - 32	0.125 cm. = (62.5 m)	1 (20 m)
> - 32	0.0625 cm. = (31.25 m)	1 (20 m)

Ejemplo de la plantilla, mapa topográfico y mapa de pendientes realizado:

Fig. 4

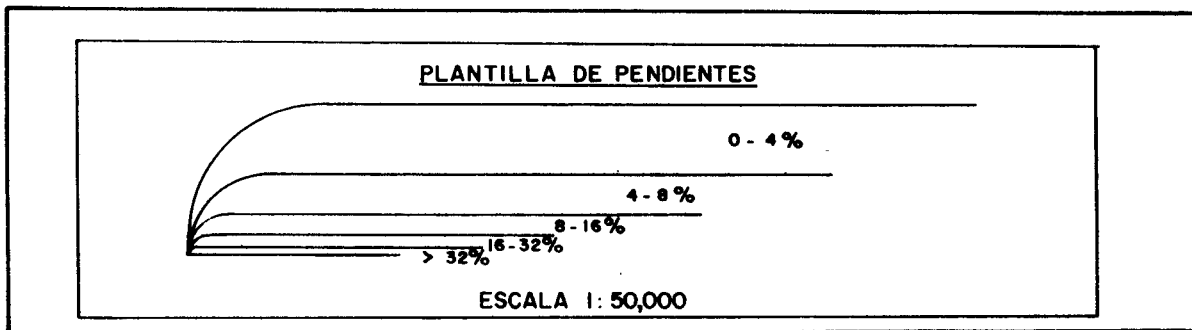
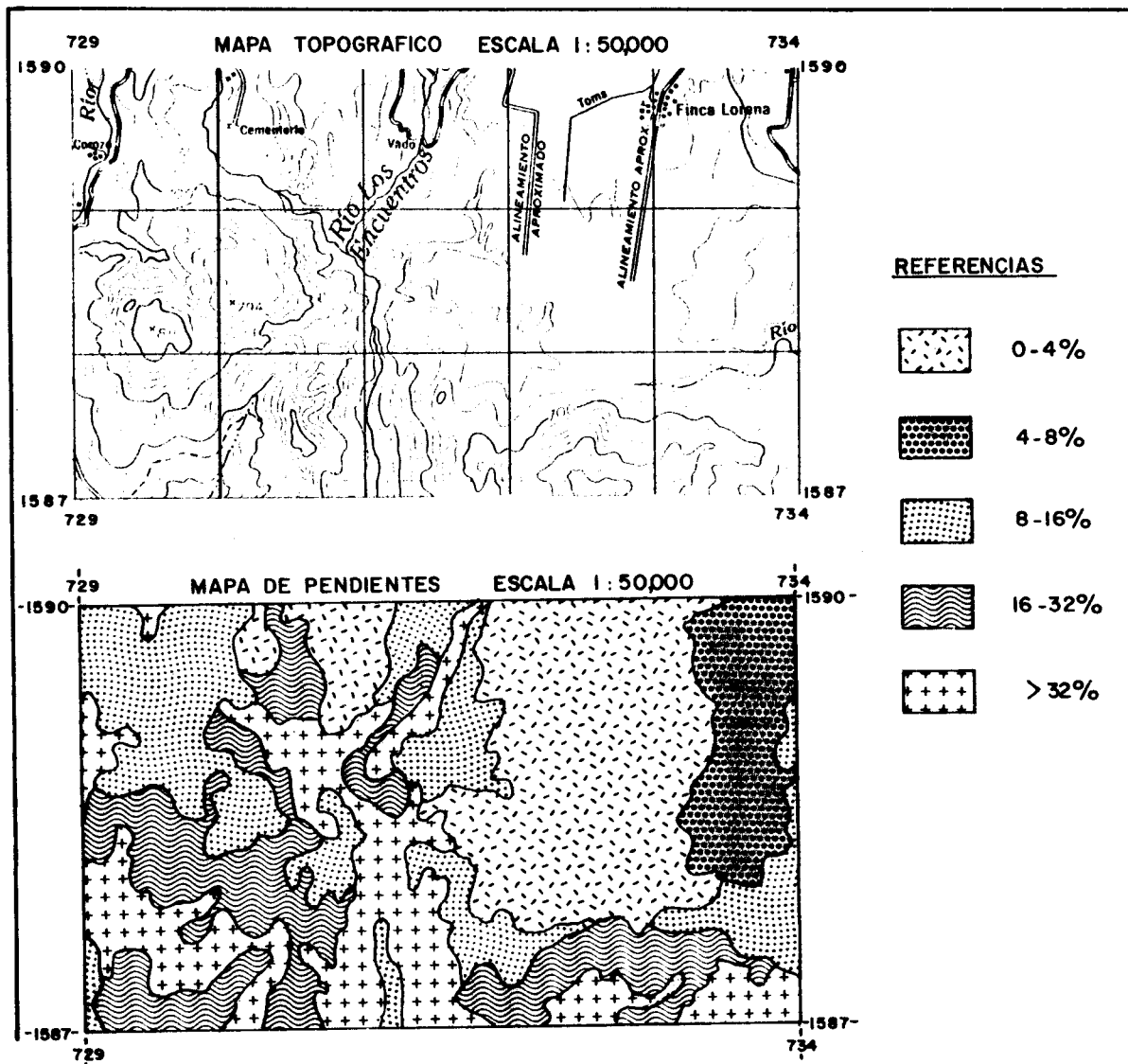


Fig. 5



3.4.5 Mapa Hipsométrico y elevación media de la cuenca:

Para el caso de Guatemala la elevación media tiene importancia en lo que respecta a la magnitud de la precipitación y a la influencia sobre la determinación de una zona ecológica, asimismo permite establecer comparaciones entre diferentes cuencas en lo que se refiere a alturas y otros parámetros hidrológicos, debido a que las precipitaciones varían con la altura media, de ahí su directa relación con el crecimiento de los caudales y el escurrimiento superficial.

Para la obtención de la elevación media de la cuenca se utilizó el mapa hipsométrico, el cual fue elaborado determinando la mínima y máxima altura, dadas por las curvas de nivel sobre la hoja cartográfica, límites que sirvieron de base para dividir en intervalos altitudinales de cien metros a las cuencas, planimetrando posteriormente las áreas comprendidas dentro de cada rango (Ver mapa Hipsométrico).

Con la información generada para la elaboración del mapa hipsométrico contenida en los Cuadros 13, 14 y 15 y el uso de un plano con curvas de nivel se determinó la elevación media de las dos cuencas en forma individual y como un conjunto, aplicando la siguiente expresión:

$$E = \frac{ae}{A}$$

E = Elevación media de la cuenca, m.s.n.m.

a = Área entre dos curvas de nivel consecutivas.

e = Elevación media del par de curvas de nivel consecutivas que limitan el área.

A = Área total de la cuenca.

3.4.6 Análisis de erosión potencial o susceptibilidad a la erosión:

Las características de los tipos de erosión o denudación expresadas en los mapas de susceptibilidad a la erosión, reflejan una cantidad significativa de información que indican los diferentes estados y secuencias de la destrucción del paisaje existente, el potencial de erosión latente y su localización geográfica.

Para establecer la potencialidad de susceptibilidad a la erosión se adaptó la nomenclatura de los tres tipos o formas básicas de erosión,

aunque los mismos se pueden cambiar produciendo erosión en forma mixta, los tres tipos básicos adoptados fueron: Erosión laminar, erosión en surcos y erosión en cárcavas.

Los tipos y combinaciones de erosión potencial se determinaron superponiendo el mapa de pendientes y el de patrón de drenaje en base a los siguientes criterios:

- a) Los suelos disectados por drenaje efímero se asociaron con la susceptibilidad potencial a erosionarse en forma de surcos y cárcavas, cuya delimitación se hizo encerrando todo el sistema hidrográfico en áreas definidas por el mismo.
- b) Los suelos susceptibles a erosionarse en forma laminar y surcos se ubicaron en los domos de cerros con pendientes mayores de 16% adyacentes al caso anterior y en aquellas áreas con pendientes entre 4% y 16% cuando la forma de la pendiente era cóncava, convexa o mixta.
- c) Los suelos con potencialidad a erosionarse en forma laminar se delimitaron abarcando todas las zonas con pendientes entre 0% y 4% y aquellas con pendientes entre 4% y 16% cuando toda la longitud de la pendiente era sin interrupción de forma recta simple.

3.4.7 Transporte de sedimentos:

Este dato es de mucha importancia ya que da una idea del estado general de la cuenca, en lo que se refiere a su conservación, así como la expectativa de vida útil que puede esperarse de la obra física que se construya para el almacenamiento de agua.

Para el análisis de esta característica, se obtuvieron en la sección de hidrometeorología del Proyecto Acueducto Nacional Xayá-Pixcayá (8), datos sobre medición de transporte de sedimentos, los cuales se muestran en los cuadros 5 y 6; los datos obtenidos a pesar de no cubrir un período de años que permitan inferir conclusiones verdaderas, tienen la bondad de que nos dan una idea sobre el fenómeno de la erosión de las cuencas bajo estudio así como de la tendencia que seguirá en el futuro.

Para catalogar la cantidad de transporte de sedimentos, se adoptó la tabla utilizada por el Centro Interamericano de Investigación de Aguas y Tierras (CIDIAT) (3), la cual se muestra en el Cuadro 7.

Las proyecciones futuras de pérdida de sólidos, en el supuesto de que la degradación de la cuenca fuera normal, se calcularon de acuerdo al método de mínimos cuadrados.

Cuadro 5. Sedimentos medidos en la estación "La Presa" Río Xayá, resumen de acarreo de material en suspensión.

Fecha	Caudal sólido TM/día	Fecha	Caudal sólido TM/día	Fecha	Caudal sólido TM/día
19- 3-73	0.3858	25- 1-74	0.94607	10- 6-75	11.38363
11- 5-73	2.804	20- 3-74	0.3336	8- 8-75	1.81325
5- 6-73	0.2784	12- 6-74	7.90148	21- 8-75	17.7854
16- 6-73	15.9478	20- 6-74	11.548125	9- 9-75	26.3618
7- 8-73	30.71496	4- 7-74	1.58130	24- 9-75	375.9240
26-10-73	26.26593	18- 7-74	1.47591	8-10-75	4.4943
9-11-73	8.88051	31- 7-74	1.33996	22-10-75	3.0326
		12- 8-74	5.58583	5-11-75	3.3701
		28- 8-74	6.15615		
		13- 9-74	6.13032		
		27- 9-74	404.28651		
		10-10-74	13.39561		
		22-10-74	17.47396		
TOTALES	85.2774		478.154825		444.16508
$\bar{X}$	12.18249		36.78114		55.52064

$\bar{X}$ general diario = 34.82809 TM/día Cuenca de 74.84 Kms.²

169.86 TM³/Km²/año.

Cuadro 6. Sedimentos medidos en la Estación "Los Jutes" del río Pixcayá
Resumen de acarreo de material en suspensión.

Fecha	Caudal sólido TM/día	Fecha	Caudal sólido TM/día	Fecha	Caudal solido TM/día
8- 1-74	1.12061	29- 1-75	5.15858	14- 1-76	0.5421
15- 3-74	1.99190	2- 4-75	.88047	25- 2-76	5.1320
19- 3-74	1.51029	28- 5-75	17.02528	10- 3-76	15.4518
10- 5-74	0.89114	25- 6-75	5.69173	24- 3-76	24.7286
21- 5-74	1.09150	18- 7-75	4.03740	7- 4-76	18.5870
4- 6-74	5.82597	23- 7-75	8.84291	20- 4-76	21.0747
18- 6-74	65.84858	11- 8-75	8.06216	5- 5-76	83.1811
2- 7-74	39.42902	13- 8-75	4.32966		
16- 7-74	11.67366	27- 8-75	22.0353		
30- 7-74	4.57081	3- 9-75	20.7513		
13- 8-74	4.277051	22- 9-75	23.3087		
21- 8-74	6.37566	1-10-75	4.1347		
10- 9-74	7.70627	15-10-75	9.3873		
24- 9-74	38.65959	29-10-75	2.9677		
8-10-74	27.17193				
TOTALES 218.14398		136.61319		168.6973	
$\bar{X}$	14.542932		9.758085		24.099614

$\bar{X}$ general diario = 16.13354367 TM³ / día

Cuenca de 153 Kms².

40 TM/Kms²/año.

Cuadro 7. Calificación de los rangos de transporte de sedimentos.

Transporte de Sedimentos		Calificación	Símbolo
0- 100	$\text{TM}^3/\text{Km}^2/\text{año}$	Insignificante	d1
100- 200	$\text{TM}^3/\text{Km}^2/\text{año}$	Muy Baja	d2
200- 500	$\text{TM}^3/\text{Km}^2/\text{año}$	Baja	d3
500-1000	$\text{TM}^3/\text{Km}^2/\text{año}$	Mediana	d4
1000-2000	$\text{TM}^3/\text{Km}^2/\text{año}$	Alta	d5
Mayor de 2000	$\text{TM}^3/\text{Km}^2/\text{año}$	Muy Alta	d6

3.4.8 Levantamiento del Uso Actual de la Tierra:

El levantamiento se realizó mediante la aplicación de métodos aerofotointerpretativos indicados para el efecto, utilizando las mismas fotografías aéreas enumeradas en el capítulo de capacidad de uso de la tierra y siguiendo el mismo procedimiento, con la diferencia de que esta clasificación implicó mayor tiempo en la fotointerpretación para delimitar estereoscópicamente con un alto porcentaje de certeza todos los cultivos diferenciados principalmente por tonalidad y altura de plantas; la comprobación de campo permitió bajar el índice de error al mínimo, mediante el cambio de clave de algunas parcelas con cultivo erróneamente identificado.

El problema que presenta la identificación de cultivos en áreas pequeñas sobre la fotografía, tanto en la fase de fotointerpretación como comprobación de campo, obligó a que se usara una clave simple y fácil de recordar, por lo anterior, se adoptó la clave creada por el Instituto Nacional Forestal (11), compuesta de doce grandes categorías en el primer nivel, cada una dividida en varias clases en el segundo nivel, de acuerdo al uso específico, estos a su vez se dividen en un tercer nivel según el énfasis o familia a la que pertenece el cultivo, en el cuarto nivel de la clave se nombra el cultivo y por último se utiliza en el quinto nivel un dígito que indica algunas observaciones.

El área de las dos cuencas, relativamente pequeña y la poca complejidad de cultivos dentro de ella facilitó la representación cartográfica en el mapa respectivo y la referenciación mediante los nombres genéricos por lo que en esta fase se omitió la clave preestablecida para su mayor comprensión.

3.4.9 Levantamiento de la capacidad de uso de la tierra:

La metodología utilizada para el levantamiento de suelos se basó en la aplicación de técnicas de fotointerpretación para la clasificación de ese recurso descrita por Eibersen y colaboradores (5) y Strandberg (24), la investigación y caracterización de campo se hizo en base a la clasificación que usa el Instituto Nacional Forestal (11), fundamentada en las técnicas recomendadas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (26).

El nivel del levantamiento fue semidetallado o de tercer orden con una intensidad media de observaciones de campo, el cual generalmente es indicado realizar en zonas con alto potencial agropecuario, algún grado de desarrollo y aquellas en las cuales los levantamientos preliminares o exploratorios, en su defecto, los fines específicos han indicado la necesidad de esta clase de levantamientos.

Los límites de suelos fueron delineados por fotointerpretación en imágenes aéreas pancromáticas blanco y negro a escala 1:30,000, verificándose posteriormente por medio de observaciones únicamente en las zonas de muestreo, donde la intensidad de observaciones es alta.

El uso de fotografías aéreas permiten a cada paso de este procedimiento, obtener una velocidad de mapeo que no sería posible usando métodos convencionales de trabajo de campo, además, las fotografías aéreas permitieron mapear áreas inaccesibles por medio de la fotointerpretación.

Las relaciones (imagen fotográfica-suelos; paisaje-suelos) establecidas en las zonas de muestreo, permitieron extrapolar las líneas de suelos al resto de la zona, mediante observaciones de campo, con densidad media en la mayoría de las unidades de fotointerpretación.

Para el levantamiento de la capacidad de Uso de la tierra se siguieron las siguientes etapas:

a) Fase preparatoria:

- Adquisición y estudio de material relacionado con geología, geomorfología, climatología y agricultura de la zona.
- Estudio de mapas e informes de levantamientos de suelos existentes.
- Adquisición de material fotográfico y cartográfico del área a investigar.

b) Fase de fotointerpretación:

- Se hizo un montaje de todo el juego de las fotografías aéreas pancromáticas blanco y negro, escala 1:30,000 del año 1972 que cubren el área sujeta a estudio, transfiriéndolas sobre mapas con base cartográfica para obtener el mapa de índice de vuelos de la zona.
- Se delimitó sobre material plástico transparente (polyester) sobrepuesto a cada fotografía, el área efectiva de fotointerpretación.
- A través de la fotointerpretación se realizó un análisis de toda la zona delimitando las diferentes clases de uso de capacidad de la tierra y se escogieron las zonas de muestreo, de tal manera que estuvieran representados todos los paisajes.

c) Fase de reconocimiento preliminar:

En un recorrido general de la zona se realizó una caracterización rápida de los paisajes y los suelos, lo que permitió verificar la confiabilidad de la fotointerpretación y la validez de la ubicación de las zonas de muestreo.

d) Clasificación y mapeo:

Concluido el recorrido general se procedió a la abertura de calicatas, lectura de perfiles y extracción de muestras de suelos para la comprobación de la clasificación preliminar hecha por fotointerpretación. Se realizaron afinamientos de límites de clases, habiéndose visto en algunos estratos la necesidad de subir o bajar la categoría de clase por las características físicas encontradas, no detectadas en la fotointerpretación.

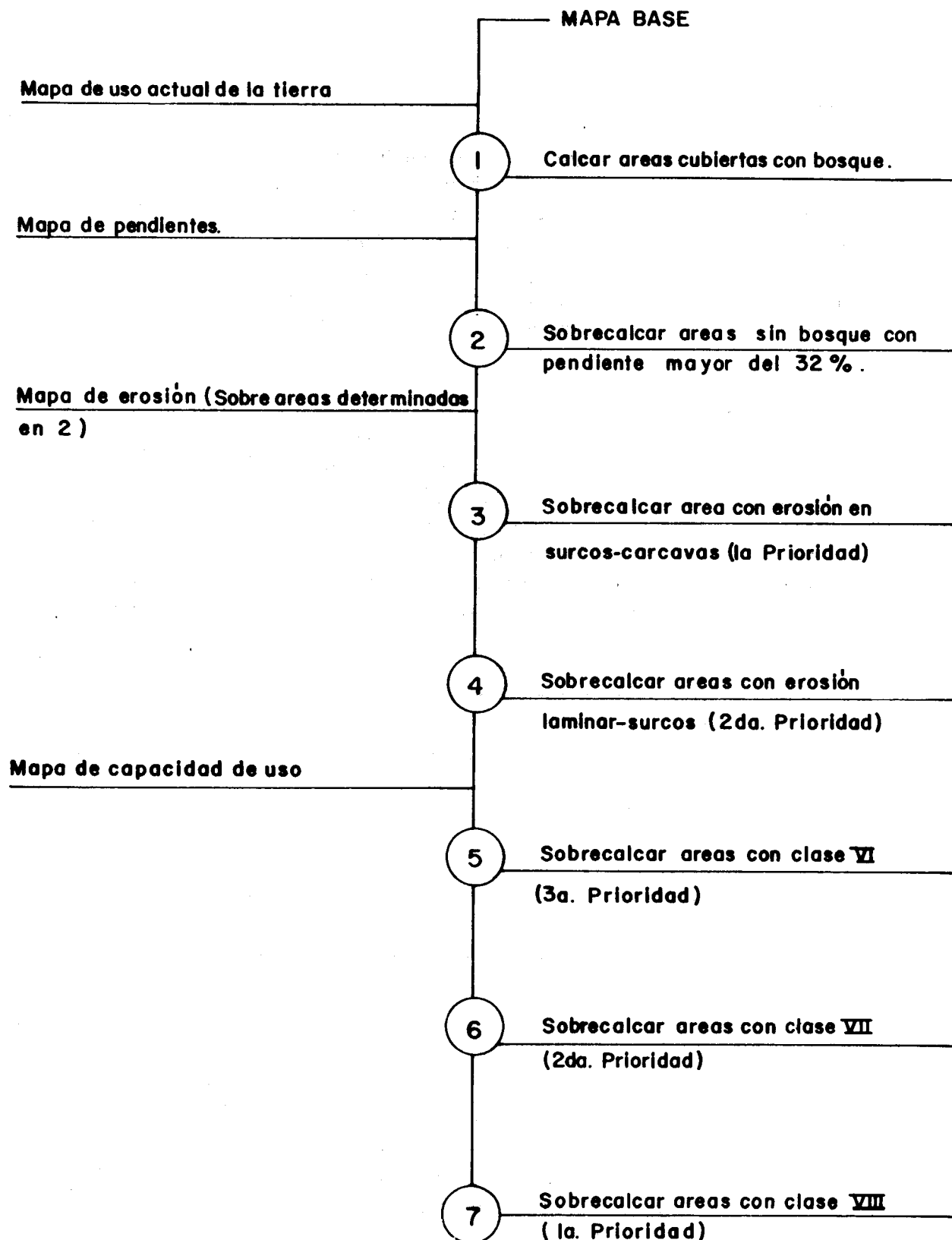
3.4.10 Prioridades de reforestación:

La importancia de definir las áreas con prioridad para ser reforestadas, esta dada por la necesidad que se tiene por parte de la institución estatal encargada de la reforestación, de priorizar aquellas que necesitan protegerse a través de la forestación, dado el alto costo de esta práctica.

La metodología empleada para obtener estos resultados fue la que se utiliza en el INAFOR, y cuyo principio es la de sobreponer sobre una fuente de luz, mapas temáticos con información interrelacionada e impresos sobre material transparente, la secuencia de las diferentes etapas, se muestra en la figura 6 y es la siguiente:

1. El calcado de la información temática para la determinación del área de vocación forestal, se hizo sobre un mapa base, al cual se le denominó al final "Mapa de Prioridades de Reforestación".
2. Del mapa de Uso Actual de la Tierra se calcularon las áreas cubiertas con bosque.
3. Del mapa de Pendientes, se calcularon las áreas sin bosque con pendientes mayores del 32%.
4. Del mapa de susceptibilidad a la erosión y sobre las áreas determinadas en el inciso 3, se calcularon todos los estratos de suelos con potencial a erosionarse en forma de surcos-cárcavas, estableciéndose de esta forma parte de la prioridad uno de reforestación; así mismo, se calcularon todos los estratos de suelos con potencial a erosionarse en forma laminar surcos, estableciéndose de esta forma parte de la prioridad dos.
5. Del mapa de capacidad de uso de la tierra se determinó la prioridad tres, correspondiendo a esta las áreas de la clase VI que no tenían cobertura boscosa. Las prioridades uno y dos se completaron delimitando las áreas sin bosque de las clases VIII y VII respectivamente, que aún no se habían contemplado dentro de clasificación alguna de prioridades.

**Fig. 6. Diagrama de Operaciones para el
Mapeo de Prioridades de Reforestación.**



4. RESULTADOS Y DISCUSION:

4.1 Climatograma:

Analizando el período de época seca se puede concluir que en la región existen tres meses de sequía correspondientes a los últimos días del mes de diciembre, enero, febrero y marzo completos y los primeros días del mes de abril, durante este tiempo todo cultivo necesitará del riego como suplemento o complemento necesario para suplir sus necesidades de agua, asimismo es la época óptima para aquellos cultivos que en determinado período de su ciclo vegetativo necesitan poca humedad ya sea para su cosecha o recolección, secamiento o almacenaje.

Similar al comportamiento general en toda la república la precipitación ascendente en proporciones considerables se inicia a mediados del mes de mayo encontrándose el pico máximo durante el mes de junio, en el mes de julio se establece un descenso de precipitación y asciende durante los meses de agosto y septiembre formando otro pico pero sin llegar a la altura del primero a partir de este, registra un descenso sistemático en línea recta hasta el mes de noviembre, en diciembre se observa un cambio de la recta por las lluvias esporádicas del mes de diciembre hasta cruzar la línea de temperatura.

En conclusión esta gráfica demuestra su importancia en la planificación de sistemas agrícolas, al permitir cuantificar la lluvia caída en determinados períodos y compararla con el uso consultivo de los cultivos en ciertas etapas de su ciclo vegetativo.

4.2 Hidrografía:

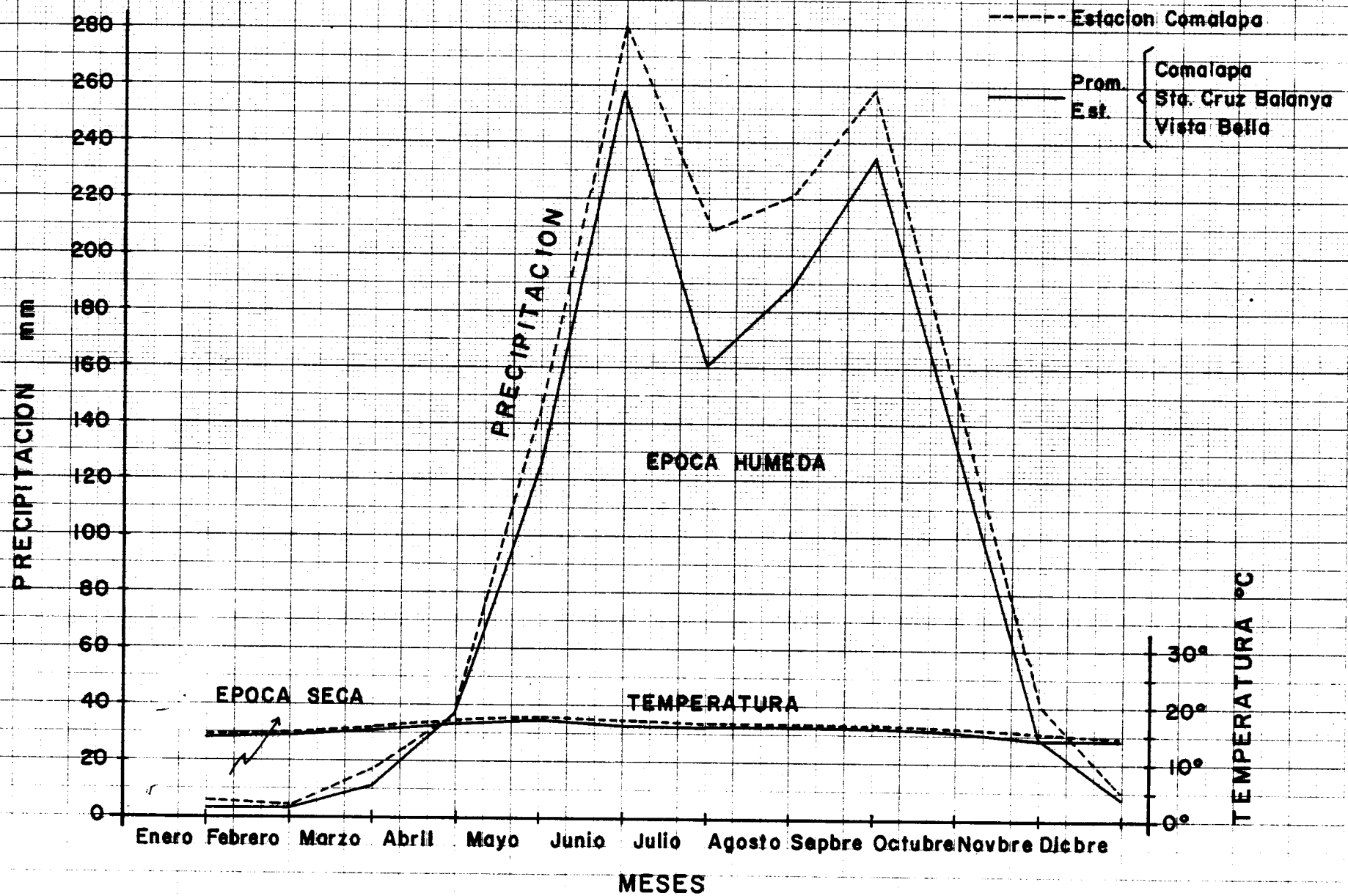
Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 8 y en el mapa Orden de los Cauces y patrón de drenaje; las características particulares se discuten por separado para cada cuenca y al final se hace una comparación.

4.2.1 Cuenca Río Xayá:

4.2.1.1 Orden de los cauces:

En la cuenca Xayá se clasificaron quince cauces dentro del orden No. 1, de los cuales cuatro forman dos cauces del orden No. 2, cuatro drenan a cauces del orden No.2 y siete drenan al cauce general de orden No.3 (Ver mapa de orden de los cauces y patrón de drenaje).

Fig 7 CLIMATOGRAMA



Los dos cauces del orden No. 2 forman el drenaje general de orden No. 3, este último tiene una longitud de 8.5 kms. desde su formación hasta la presa de captación.

Los drenajes de orden 2 tienen una longitud de 8 kms. entre ambos y los de primer orden suman 38.4 kms. de longitud.

4.2.1.2 Longitud de los tributarios, densidad de drenaje y densidad de cauce:

En total existen 54.9 kms. de tributarios, de los cuales 19.7 corresponden a perennes y el resto a intermitentes.

En relación a la densidad de drenaje total, esta es de 0.9 y la densidad de cauce es de 0.3.

4.2.1.2 Patrón de drenaje:

El patrón de drenaje es de tipo dendrítico con densidad media, el cual está formado por una corriente principal con sus ramas tributarias y dobles ramas libremente en todas direcciones y se presenta sobre materiales relativamente homogéneos.

4.2.2 Cuenca río Pixcayá:

4.2.2.1 Orden de los cauces:

En la cuenca Pixcayá se clasificaron 47 cauces del orden No. 1, sumando una longitud de 97.5 kms., 26 de ellos forman 13 cauces del orden No.2, 11 drenan a cauces del segundo orden, 2 a cauces de tercer orden, 7 a cauces de cuarto orden y un cauce pierde su caudal en el pie de montaña.

De 13 drenajes de segundo orden con 35.5 kms. de longitud, seis forman tres cauces de tercer orden, tres desembocan en cauces de tercer orden y cuatro directamente al drenaje general de cuarto orden.

Dos drenes de tercer orden sumando 9 kms. de longitud forman en el centro de la cuenca el drenaje de cuarto orden hasta la captación "El Tesoro", un tercer drenaje de tercer orden con 6 kms. de longitud se une al drenaje general de cuarto orden, aguas abajo después de su formación. El drenaje de cuarto orden tiene en total 10 kms. de longitud.

4.2.2.2 Longitud de los tributarios, densidad de drenaje y densidad de cauce:

En total existen 1,580 kms. de tributarios, de los cuales 89.5 corresponden a perennes y el resto a intermitentes.

En relación a la densidad de drenaje total, este es de 1.03 y la densidad de cauce es de 0.42.

4.2.2.2 Patrón de drenaje:

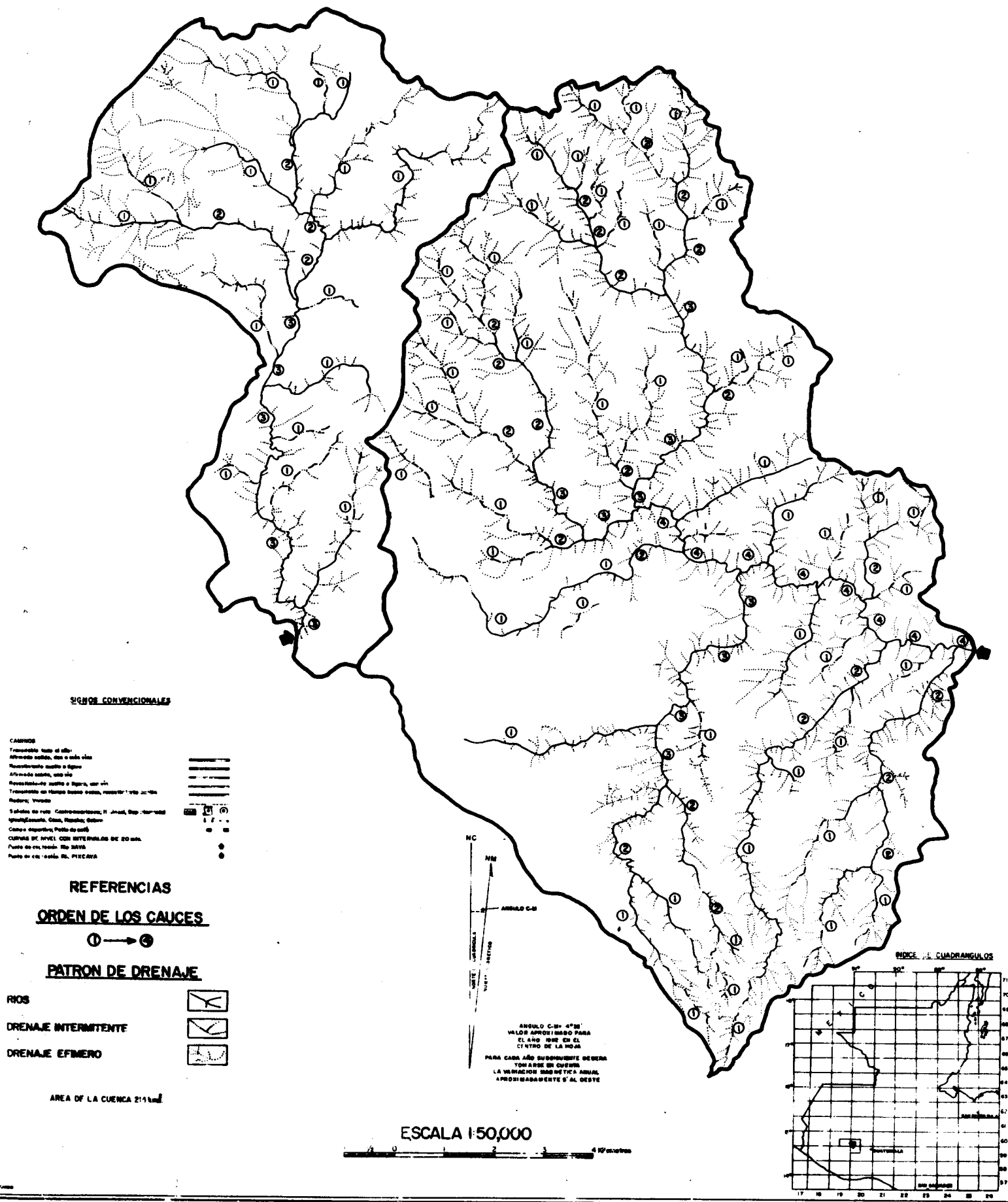
El patrón de drenaje es dendrítico con densidad alta a partir de la cabecera a la parte central de la cuenca, de esta divisoria toda el área sur tiene patrón de drenaje subdendrítico en la zona montañosa y patrón paralelo todos los cauces de corto recorrido que drenan en el cauce general, estos dos patrones indican ciertas restricciones a la permeabilidad a profundidades de 10 metros debido a que el basamento es de tobas volcánicas y cenizas erosionadas.

Los resultados obtenidos de la hidrología nos indican que en términos generales, la cuenca del río Xayá tiene menos problema en cuanto a drenaje, lo cual está dado por la densidad de cauce, siendo esta menor que la de Pixcayá, ésta característica se correlaciona con los resultados obtenidos en las pendientes los cuales indican que porcentualmente la cuenca Pixcayá tiene mayor área con pendiente arriba del 32%, el patrón de drenaje nos indica que existen diferencias entre la permeabilidad de los suelos de las dos cuencas siendo los de Xayá más permeables.

Cuadro 8. Resultados de la Medición de longitud de cauces, densidad de drenaje y densidad de cauce.

CUENCA XAYA		CUENCA PIXCAYA	
Longitud de tributarios intermitentes en kms.	35.2	Longitud de tributarios intermitentes en kms.	68.5
Longitud de tributarios perennes en kms.	19.7	Longitud de tributarios perennes en kms.	89.5
T O T A L	54.9	T O T A L	158.0
Densidad de drenaje intermitente .	0.58	Densidad de drenaje intermitente .	0.45
Densidad de drenaje perenne.	0.32	Densidad de drenaje perenne.	0.58
T O T A L	0.9	T O T A L	1.03
Densidad de cauces	0.30	Densidad de cauces	0.42

-42-



4.3 Hidrología:

4.3.1 Curva de duración de caudales:

4.3.1.1 Cuenca Río Xayá:

La pendiente de las curvas para cada año registrado es suave, lo cual indica que no es necesario el almacenaje de un volumen grande de agua en invierno para ser utilizada en época de estiaje (Fig. A.1.1 a A.1.12 del apéndice).

a) Volumen Escurrido:

La clausura de la estación La Sierra en 1972 obligó recurrir a información existente a partir de esta fecha hasta 1977 sobre caudales en la estación La Presa, siempre dentro de la misma área con un afluente secundario menos, lo que redujo en 6.185 kilómetros cuadrados la cubierta drenada. Esta circunstancia obligó a analizar por períodos los resultados obtenidos.

Estación La Sierra:

El volumen escurrido representado en las curvas de duración, correspondientes a los caudales de 1965 a 1972, en forma general se determinó que tienen muy poca variación volumétrica orientada hacia una ligera tendencia al decremento. (Fig. A.1.1 a A.1.7 del apéndice).

Estación La Presa:

En las curvas de duración de esta estación, el volumen escurrido tiene diferencias fácilmente visualizadas, especialmente la curva del año 1973-1974 donde se incrementa al doble, el volumen escurrido, en la curva del año siguiente disminuye cuatro veces. Aunque el número de datos es deficiente se puede inferir que esta cuenca tiene fuerte tendencia a disminuir anualmente su volumen escurrido. (Fig. A.1.8 a A.1.12 del apéndice).

b) Caudal Medio y mediana:

En el cuadro 9 y A.1.13 se puede ver la variación de los valores del promedio anual de caudales sin que aparentemente tengan

alguna tendencia al aumento o decremento al aplicar el método de mínimos cuadrados, la recta que se obtuvo tiene una ligera pendiente, lo que se interpreta como una disminución del caudal. El valor promedio anual máximo se efectuó en el año hidrológico 1966-1967 siendo de 1.16 M³/seg, evento que se registró con igual o mayor valor durante el 31% del año.

El valor promedio anual mínimo se efectuó en el año hidrológico 1975-1976, siendo de 0.12 M³/seg. evento que se registró con igual o mayor valor durante el 20% del año.

En la mediana la columna que se refiere al 50% de los casos con un volumen igual o excedido se estableció que los valores registrados por la estación La Sierra sufrieron una disminución ligera, siendo más drástica las diferencias de los valores de la estación La Presa.

Cuadro 9. Caudal medio y mediana de la cuenca del río Xayá.

No. de Orden	Año Hidrológico	Caudal Medio		Mediana		Estación
		Valor Promedio	Frecuencia %	50 %	Caudal observado M ³ / seg.	
1	1965-1966	0.56	21.0	50	0.45	LA SIERRA
2	1966-1967	1.16	31.0	50	0.68	
3	1967-1968	0.71	27.0	50	0.50	
4	1968-1969	0.73	25.0	50	0.50	
5	1969-1970	1.09	30.0	50	0.35	
6	1970-1971	0.78	26.2	50	0.40	
7	1971-1972	0.65	24.5	50	0.30	
8	1972-1973	0.34	50.0	50	0.34	LA PRESA
9	1973-1974	0.68	33.0	50	0.50	
10	1974-1975	0.15	22.5	50	0.10	
11	1975-1976	0.12	20.0	50	0.05	
12	1976-1977	0.37	24.5	50	0.25	

c) Caudales característicos:

- Caudal característico Mínimo:

El caudal característico mínimo para el primer año de registro de la estación "La Sierra " fué de $0.24 \text{ m}^3/\text{seg}$ y de $0.15 \text{ m}^3/\text{seg}$ para el último año, para la estación "La Presa" el caudal característico mínimo del primer y último año registrado fué de $0.10 \text{ m}^3/\text{seg}$, teniendo fuertes variaciones dentro de estos extremos. En general se observó una disminución del caudal, siendo más fuerte en los últimos cinco años debido a la reducción del área drenada.

- Caudal característico Máximo:

El caudal característico máximo para el primer año de registro fué de $1.65 \text{ m}^3/\text{seg}$. en la estación La Sierra y de $0.55 \text{ m}^3/\text{seg}$. el primer año de registro de la estación "La Presa".

La información de la columna de caudales característicos máximos que comprende a la estación "La Sierra" no guardan relación, al contrario en "La Presa" se ve una disminución al tomar como base el segundo año de registro pero por la poca cantidad de datos es difícil predecir el comportamiento futuro.

4.3.1.2 Cuenca Río Pixcayá:

Al igual que en la Cuenca Xayá, las curvas de duración de Pixcayá tienen las mismas características, adaptándose para esta última la misma discusión. (Fig. A.1.13 a A.1.21 del apéndice)

a) Volumen Escurrido:

En esta Cuenca se puede establecer que el volumen escurrido va disminuyendo gradualmente a partir del primer año de registro 1966-1967, al último año de registro 1975-1976. (Fig. A.1.12 a A.1.21 del apéndice).

Cuadro 10. Caudal característico de la Cuenca del Río Xayá.

No. de Orden	Año Hidrológico	Caudal característico Mínimo m ³ /segundo	Caudal característico Máximo m ³ /segundo	Estación
1	1965-1966	0.24	1.65	LA SIERRA
2	1966-1967	0.10	3.65	
3	1967-1968	0.25	1.75	
4	1968-1969	0.23	2.05	
5	1969-1970	0.14	3.60	
6	1970-1971	0.25	2.30	
7	1971-1972	0.15	2.30	
8	1972-1973	0.10	0.55	LA PRESA
9	1973-1974	0.15	1.75	
10	1974-1975	0.02	0.65	
11	1975-1976	0.01	0.60	
12	1976-1977	0.10	0.95	

b) Caudal Medio y Mediana:

En el cuadro 11 y A.1.23 se observa una disminución general del valor promedio del caudal a partir del primer año de registro, con excepción del segundo año donde hay un ligero aumento, así mismo las exigencias para que la frecuencia de ocurrimiento sea igual o mayor van aumentando ya que inicialmente se efectuaron durante el 25% del año y finalmente durante el 21% del año.

En la mediana la columna que se refiere al 50% de los casos con un volumen igual o excedido, se determinó que estos volúmenes van decreciendo de 1.13 m³/seg. en el primer año registrado a 0.80 m³/seg. en el último año de registro.

Cuadro 11. Caudal medio y mediana de la cuenca del río Pixcayá:

No. de Orden	Año Hidrológico	Caudal Medio		Mediana		Estación
		Valor Promedio	Frecuencia %	50 %	Caudal observado M ³ /seg.	
1	1965-1966	1.40	25.0	50	1.13	El Tesoro
2	1966-1967	1.61	30.0	50	1.30	
3	1967-1968	1.40	31.0	50	1.35	
4	1968-1969	1.38	49.0	50	1.40	
5	1969-1970	1.30	32.0	50	1.10	
6	1972-1973	0.86	40.0	50	0.84	
7	1973-1974	1.22	32.5	50	0.99	
8	1974-1975	1.06	22.5	50	0.80	
9	1975-1976	1.00	21.0	50	0.80	

c) Caudales Característicos:

Caudal Característico Mínimo:

El caudal característico mínimo para el primer año de registro fué de 0.70 m³/segundo y de 0.65m³/segundo para el último año de registro, habiendo sufrido dentro de este período oscilaciones bastante significativas como se demuestra en el cuadro No. 12.

Caudal Característico Máximo:

El caudal característico máximo para el primer año de registro fué de 4.00 m³/segundo y de 2.25 m³/segundo para el último año de registro, la comparación de este parámetro en las gráficas respectivas permiten determinar que los caudales máximos hasta el período del ciclo hidrológico 1972-1973 no tuvieron cambios significativos, pero que a partir del año 1973-1974 los caudales tienen gran incremento en el rango del 2% del tiempo, o sea en 7 días al año debido posiblemente a tormentas de alta intensidad en estos últimos años o a la pérdida de capacidad de filtración y retención de agua que está sufriendo la cuenca.

Cuadro 12. Caudal característico de la Cuenca del Río Pixcayá.

No. de Orden	Año Hidrológico	Caudal característico Mínimo M ³ / segundo	Caudal característico Máximo m ³ / segundo	Estación
1	1965-1966	0.70	4.00	El Tesoro
2	1966-1967	0.70	3.65	
3	1967-1968	0.75	1.90	
4	1968-1969	0.35	2.65	
5	1969-1970	0.35	2.50	
6	1972-1973	0.60	1.20	
7	1973-1974	0.55	2.65	
8	1974-1975	0.45	2.60	
9	1975-1976	0.65	2.25	

4.4 Análisis de Pendientes:

Los resultados se muestran en la figura 8 y en el mapa Análisis de Pendientes y se discuten por separado para cada cuenca.

4.4.1 Cuenca Río Xayá:

Las áreas comprendidas dentro de los rangos establecidos de las cuencas Xayá se describen a continuación:

Se delimitaron 19.32 kms² con pendientes entre 0-4%, correspondientes a las mesetas más o menos planas en cuya categoría se ubican la mayoría de fincas, aldeas y otras poblaciones con mayor concentración demográfica, estas áreas son las dedicadas a uso más intensivo por su respuesta energética mayor, en relación a las demás, derivada de su exposición a mayores horas luz.

Con pendientes entre 4-8% se encuentran 3.88 kms², distribuidas en estratos de similar área ubicados especialmente en la periferia del rango anterior y en mesetas aisladas que la erosión geológica ha dejado en el centro de los drenajes naturales.

Similar a la categoría anterior han quedado 6.84 kms^2 distribuidos en mesetas medias y altas con geomorfología suavemente ondulada y pendientes que van de 8-16%.

En las cimas que delimitan a la cuenca sobre el lado Noreste, Norte, Este y un estrato en el Sur, así como en taludes de drenajes en la parte Norte, se establecieron pendientes que van de 16 a 32% en una extensión de 12.94 Kms^2 .

Sobre las montañas ubicadas al Este de la cabecera municipal de Tecpán Guatemala y taludes de drenajes hacia el sur de la misma se encontraron las pendientes más pronunciadas o sea mayor del 32% en una extensión de 18.02 kms^2 .

4.4.2 Cuenca Río Pixcayá:

En la cuenca Pixcayá los rangos de pendientes se distribuyen en la siguiente forma:

Las áreas más planas comprendidas entre pendientes de 0-4% se encuentran concentradas en su mayoría al Este y Sur de Santa Cruz Balanyá, alrededor de Zaragoza, Oeste de la aldea Joya Grande y Sur de Comalapa, estas zonas son las de máxima producción en la cuenca totalizando 27.92 kms^2 .

Distribuidos en varios estratos se planimetraron 20.04 kms^2 con pendientes entre 4-8%.

Concentrados en la parte Noroeste y Sureste de la cuenca se encuentran varios estratos con topografía semiondulada y dirección hacia los cauces hídricos, con pendientes de 8-16% sumando una extensión de 25.24 kms^2 .

Con topografía ondulada y pendientes de 16-32% se encuentran 21.10 kms^2 , ubicados en el perímetro de la parte sur de la cuenca y otros estratos de las faldas montañosas distribuidas especialmente al Noroeste de la cuenca.

Paralelamente sobre las márgenes de todos los cauces de la red de drenaje y zona montañosa del lado Norte de la cuenca se determinó el rango mayor de 32% en 58.70 kms^2 .

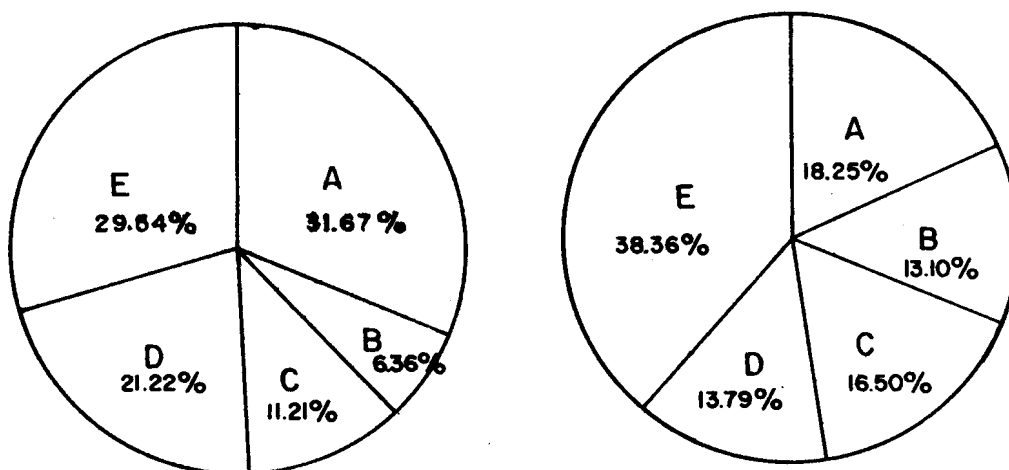
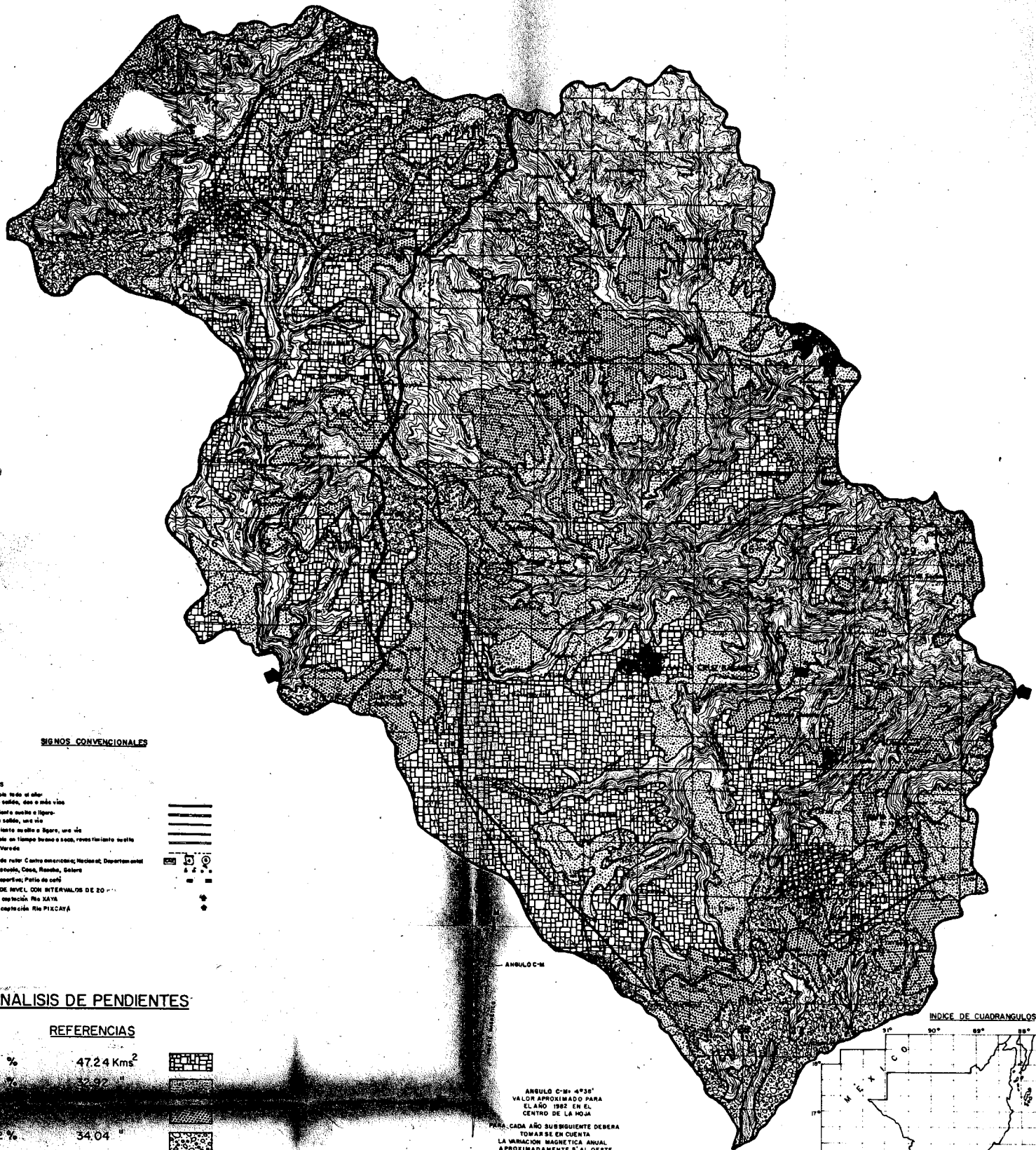


Figura 8. Distribución porcentual de pendientes. Izquierda Cuenca Xayá, derecha Cuenca Pixcayá.

<u>Pendiente</u>	<u>Rango</u>
A	0 - 4%
B	4 - 8%
C	8 - 16%
D	16 - 32%
E	> 32%

CUENCA DE LOS RIOS XAYA-PIXCAYA



SIGNOS CONVENCIONALES

CAMINOS
 Troncal de todo el año
 Alameda, casaca, dos o más vías
 Revestimiento a medio o ligero
 Alameda cubita, una vía
 Revestimiento medio o ligero, una vía
 Troncal de todo el año o casaca, revestimiento medio
 Rodero; Varado
 Salidas de ruta: Centro americano; Nacional; Departamental
 Iglesia, Escuela, Casa, Rancho, Sotero
 Campo deportivo; Pista de café
 Curvas de nivel, con intervalos de 20 m
 Punto de captación Río XAYA
 Punto de captación Río PIXCAYA

ANALISIS DE PENDIENTES

REFERENCIAS

0-4 %	47.24 Kms ²	
4-8 %	32.92 "	
8-16 %	34.04 "	
>16 %	76.72 "	
TOTAL	214.00 Kms ²	

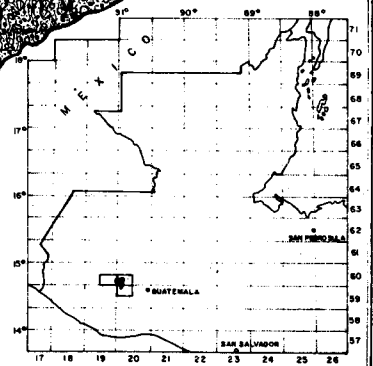
AREA DE LA CUENCA 214 Kms²

ESCALA 1:50,000

0 1 2 3 4 Kilómetros

ANULO C-M 4°35'
 VALOR APROXIMADO PARA
 EL AÑO 1982 EN EL
 CENTRO DE LA HOJA
 PARA CADA AÑO SUBSIGUIENTE DEBERA
 TOMARSE EN CUENTA
 LA VARIACION MAGNETICA ANUAL
 APROXIMADAMENTE 5' AL OESTE

INDICE DE CUADRANGULOS



4.5 Mapa Hipsométrico y Elevación media de las cuencas:

Los resultados se presentan en los cuadros 13 y 14 y en el mapa Hipsométrico, los resultados se discuten por separado y al final se hacen las comparaciones pertinentes.

4.5.1 Cuenca río Xayá:

La altitud mínima obtenida fue de 2,000 m. y la máxima de 3,000 m., estableciéndose rangos con intervalos de 100 m.

El área con menor altitud correspondiente al rango de 2000-2100 m.s.n.m., se encuentra en la parte sur sobre el cauce del río Xayá y punto de captación de la presa del mismo nombre, tiene una área de 0.25 kms.² equivalente al 0.41% del total de la cuenca.

El área correspondiente al estrato 2100-2200 m.s.n.m. se bifurca sobre los taludes del cauce del río Xayá y su afluente: Quebrada Los Laureles, cubre una área de 4.46 kms², igual a 7.31% del área total de la cuenca.

El área de mayor extensión con 34.35 kilómetros cuadrados, es equivalente al 56.30% del área total de la cuenca corresponde al rango delimitado entre 2200 y 2300 m.s.n.m. que abarca toda la meseta alta del municipio de Tecpán Guatemala.

Encerrando en su mayor parte al área del rango que antecede y correspondiendo al rango 2300-2400 m.s.n.m. se delimitaron 10.52 kilómetros cuadrados, igual al 17.25% del área total de la cuenca.

Con ubicación semiparalela en la parte noroeste del rango inmediato inferior se encuentra una franja con orientación norte-suroeste de 4.56 kilómetros cuadrados o sea el 7.48%, correspondiendo al rango de 2400 y 2500 metros de altitud.

En similar orientación y distribución se encuentran sucesivamente varias franjas con las siguientes extensiones: 2.67 kms² con 4.38%, 1.73 kms² con 2.84%, 1.56 kms² con 2.56%, 0.74 kms² con 1.21% y 0.16 kms² con 0.26%, correspondientes a los rangos de 2500-2600, 2600-2700, 2700-2800, 2800-2900 y 2900-3000 metros de altitud respectivamente.

La elevación media de la cuenca es de 2320.5 m.s.n.m. lo que indica que es una cuenca que en un alto porcentaje de su superficie, va a presentar restricciones en cuanto a sostener una agricultura intensiva y diversificada como consecuencia de factores climáticos adversos, esta situación por si sola no permite proyectar para la citada cuenca un desarrollo basado en la agricultura.

4.5.2 Cuenca río Pixcayá:

La altitud mínima determinada fue de 1700 m.s.n.m y la máxima de 2700, estableciéndose también rangos con intervalos de cien metros.

El área con menor altitud correspondiente al rango de 1700-1800 m.s.n.m., está ubicado en la parte media del lado este de la cuenca, donde se encuentra la captación general del Acueducto Nacional, abarca una extensión de 0.61 kilómetros cuadrados, equivalente al 0.4% del área total de la cuenca.

En los cauces de la parte baja de la cuenca, se delimitaron dos estratos, el de rango 1800-1900 m.s.n.m., que abarca una extensión de 4.52 kms², equivalente al 2.95% de la superficie de la cuenca y el rango 1900-2000 m.s.n.m., que encierra al anterior, cubriendo un área de 16.18 kms², equivalente al 10.58% de la superficie de la cuenca.

El rango 2000 a 2100 m.s.n.m., cubre una extensión de 53.17 kilómetros cuadrados equivalente al 34.75% de la superficie de la cuenca, se extiende sobre las partes planas y de poca pendiente que circunda los municipios de Comalapa, Santa Cruz Balanyá y Zaragoza.

En la parte Oeste de la cuenca con orientación norte-sur se encuentran 51.58 kms², equivalente al 33.71% de la superficie total de la cuenca con altitudes comprendidas entre 2100-2200 m.s.n.m.

Se determinó que existen dos áreas dentro del rango de altitud de 2200-2300 m.s.n.m., que cubren un área de 17.26 kilómetros cuadrados, equivalente al 11.28% de la superficie total de la cuenca, las citadas áreas se localizan en la parte oeste y sur de la cuenca.

En la altitud comprendida entre 2300-2400 se localizaron dos franjas que limitan a la cuenca, una en la parte oeste y norte y otra en la parte sur de la misma, estas franjas hacen un total de 7.26 kms² equivalente al 4.75% del área total de la cuenca.

Distribuidos en dos pequeños estratos localizados en la parte Norte y este-oeste de la cuenca se localizaron 1.93 kms^2 equivalente al 1.26% de la superficie total, correspondiente al rango 2400-2500 m.s.n.m.

Las partes más altas se encuentran localizadas al sur de la cuenca, distribuidas en dos franjas, una comprendida entre el rango 2500-2600 m.s.n.m., que cubre una área de 0.37 kms^2 equivalente al 0.24% de la superficie de la cuenca y otra comprendida entre el rango 2600-2700 m.s.n.m., que cubre una área de 0.12 kms^2 , equivalente al 0.08% de la superficie total de la cuenca.

La elevación media de la cuenca es de 2,109.60 m.s.n.m., por lo que se le puede también aplicar los mismos comentarios que para el caso de la cuenca Xayá.

De la comparación entre las elevaciones medias de las cuencas Xayá y Pixcayá, se infiere que la del río Xayá tiene una elevación media mayor, lo cual significa que tiene porcentualmente más áreas marginales para agricultura diversificada.

Si se toma como una sola unidad geográfica se establece que la altura media de ambas cuencas es de 2,169.67 m.s.n.m (Cuadro 15) la cual es considerable y siempre presenta problemas para una agricultura diversificada.

Cuadro 13. Rangos hipsométricos y elevación media de la cuenca del río Xayá.

Rango	Estrato	Area Kms ² .	%	Elevación media m.s.n.m.	Area (ele- vación media)
1700-1800	10	--	--	--	---
1800-1900	9	--	--	--	---
1900-2000	8	--	--	--	---
2000-2100	7	0.25	0.41	2,050	512.50
2100-2200	6	4.46	7.31	2,150	9,589.00
2200-2300	5	34.35	56.30	2,250	77,287.50
2300-2400	4	10.52	17.25	2,350	24,722.00
2400-2500	3	4.56	7.48	2,450	11,172.00
2500-2600	2	2.67	4.38	2,550	6,808.50
2600-2700	1	1.73	2.84	2,650	4,584.50
2700-2800	0	1.56	2.56	2,750	4,290.00
2800-2900	00	0.74	1.21	2,850	2,109.00
2900-3000	000	0.16	0.26	2,950	472.50
TOTALES		61.00			141,547.50

$$\Sigma A = 61.00 \text{ Kms}^2$$

$$\bar{E} = \frac{\Sigma ea}{\Sigma A} = \frac{141,547.50}{61.00} = 2,320.50 \text{ m.s.n.m.}$$

Cuadro 14. Rangos hipsométricos y elevación media de la cuenca del río Pixcayá.

Rango	Estrato	Area Kms ²	%	Elevación media m.s.n.m.	Area (ele- vación media)
1700-1800	10	0.61	0.40	1,750	1,067.50
1800-1900	9	4.52	2.95	1,850	8,362.00
1900-2000	8	16.18	10.58	1,950	31,551.00
2000-2100	7	53.17	34.75	2,050	108,998.50
2100-2200	6	51.58	33.71	2,150	110,897.00
2200-2300	5	17.26	11.28	2,250	38,835.00
2300-2400	4	7.26	4.75	2,350	17,061.00
2400-2500	3	1.93	1.26	2,450	4,728.50
2500-2600	2	0.37	0.24	2,550	943.50
2600-2700	1	0.12	0.08	2,650	318.00
2700-2800	0	--	--	---	---
2800-2900	00	--	--	---	---
2900-3000	000	--	--	---	---
TOTALES	153.0	153.00			322,762.00

$$\Sigma A = 153.00 \text{ Kms}^2$$

$$\bar{E} = \frac{\Sigma ea}{\Sigma A} = \frac{322,762.00}{153.00} = 2,109.60 \text{ m.s.n.m}$$

Cuadro 15. Rangos hipsométricos y elevación media de las cuencas Xayá-Pixcayá.

Rango	Estrato	Area Kms ²	%	Elevación media m.s.n.m.	Area (elevación media).
1700-1800	10	0.61	0.29	1,750	1,067.50
1800-1900	9	4.52	2.11	1,850	8,362.00
1900-2000	8	16.18	7.56	1,950	31,551.00
2000-2100	7	53.42	24.96	2,050	109,511.00
2100-2200	6	56.04	26.19	2,150	120,486.00
2200-2300	5	51.61	24.12	2,250	116,122.50
2300-2400	4	17.78	8.31	2,350	41,783.00
2400-2500	3	6.49	3.03	2,450	15,900.50
2500-2600	2	3.04	1.42	2,550	7,752.00
2600-2700	1	1.85	0.86	2,650	4,902.50
2700-2800	0	1.56	0.73	2,750	4,290.00
2800-2900	00	0.74	0.35	2,850	2,109.00
2900-3000	000	0.16	0.07	2,950	472.50
TOTALES		214.00	100.00		464,309.50

$$\Sigma A = 214.00 \text{ Kms}^2$$

$$\bar{E} = \frac{\Sigma ea}{\Sigma A} = \frac{464,309.5}{214.00} = 2,169.67 \text{ m.s.n.m}$$

De la aplicación de la expresión matemática sobre los datos de los cuadros 13, 14, y 15 se concluye que la elevación media de la cuenca del río Xayá es de 2,320.50 m.s.n.m., la de la cuenca del río Pixcayá es de 2,109.60 m.s.n.m., y el promedio de las dos cuencas tomadas como una unidad es de 2,169.67 m.s.n.m.

4.6 Análisis de erosión potencial o susceptibilidad a la erosión:

Los resultados se presentan en el mapa de análisis de erosión potencial y en la figura 9, y se discuten por separado para cada cuenca.

4.6.1 Cuenca río Xayá:

Al establecer la erosión potencial de la cuenca del río Xayá se planimetraron 23.92 kilómetros cuadrados susceptibles a erosionarse en forma laminar, este tipo de erosión tiene gran potencial de producirse en las mesetas altas y bajas de la cuenca.

La potencialidad de producirse erosión mixta del tipo laminar-surcos se encuentra en terrenos ubicados en los domos perimetrales de la cuenca, en una extensión de 14.68 kilómetros cuadrados.

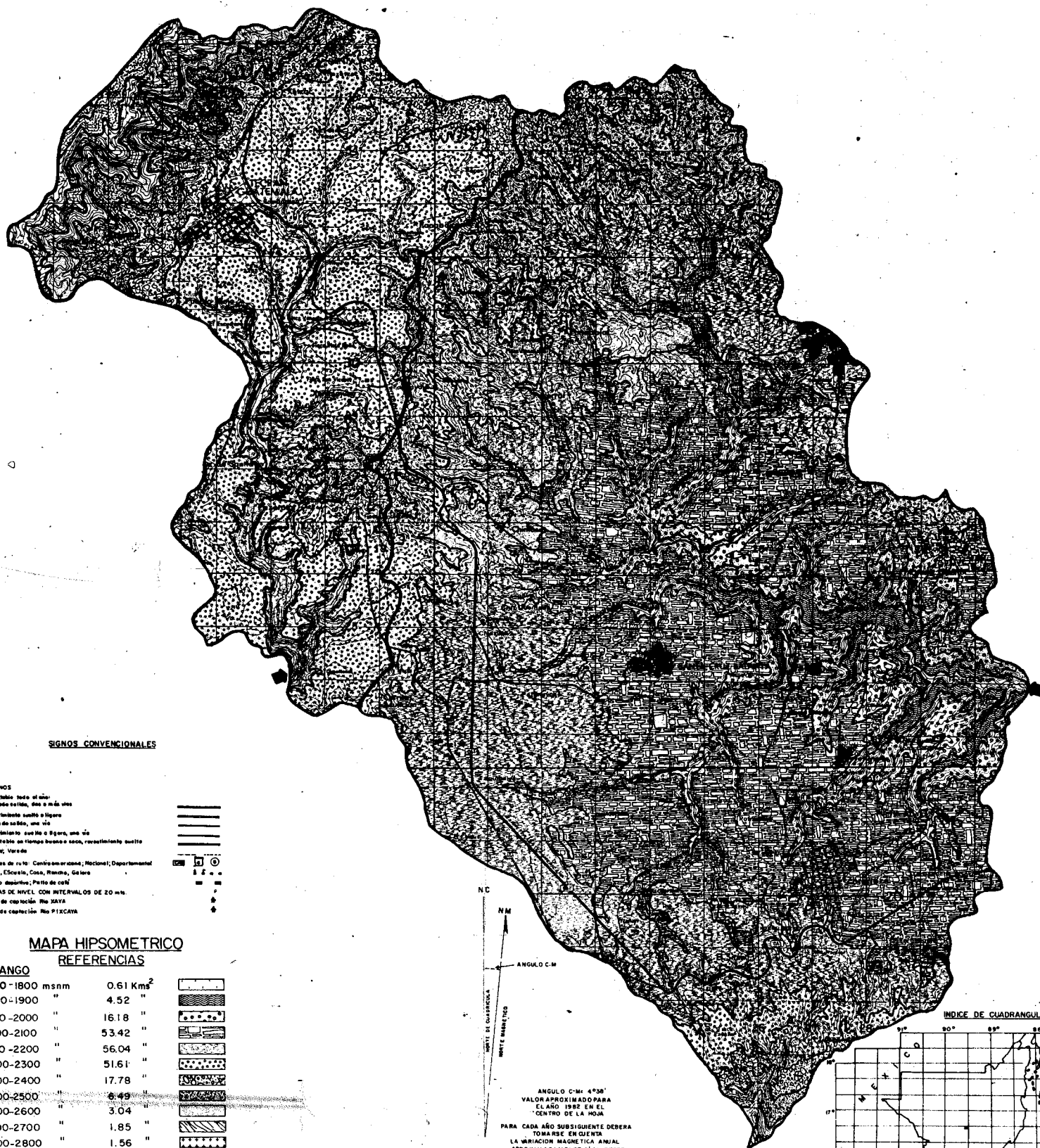
Asociados a los taludes de los cauces hidrológicos y a las laderas del lado oeste de la cabecera de la cuenca se encuentran 22.40 kilómetros cuadrados con potencialidad a erosionarse en la forma del tipo mixto de erosión surcos-cárcavas.

4.6.2 Cuenca río Pixcayá:

La planicie original de esta cuenca que formaba el valle uniforme, con el tiempo ha sido disectado al avanzar la erosión formando gran cantidad de mesetas aisladas, de formas caprichosas y extensiones diferentes con un potencial a erosionarse en forma laminar, en conjunto cubren 56.76 kilómetros cuadrados.

En la cabecera de los afluentes del norte y oeste se distribuyen estratos de extensiones similares y ordenación semiparalela, compuestos por las curvas y laderas de cerros que tienen potencialidad a sufrir erosión del tipo mixto laminar-surcos, asimismo en la cabecera sur de la cuenca y lado este de la misma se encuentran otros estratos de menor tamaño y de formas más irregulares que las descritas en el párrafo anterior, pero que al igual que estos están sujetos a erosionarse en forma laminar surcos. En total la potencialidad de erosión laminar-surcos abarca una extensión de 32.32 kilómetros cuadrados.

CUENCA DE LOS RIOS XAYA-PIXCAYA



AREA DE LA CUENCA 214 Kms²

Siguiendo la forma y dirección del patrón de drenaje, en los taludes de los cauces se concentra totalmente el área con potencial a erosionarse a través del tipo mixto de erosión surcos-cárcavas, en una extensión de 63.92 kilómetros cuadrados.

Asociadas a los taludes de los cauces hidrológicos se encuentran 22.40 kilómetros cuadrados con potencialidad a erosionarse en la forma del tipo mixto de erosión surcos-cárcavas.

De la información del mapa análisis de erosión potencial se puede establecer que la erosión laminar con potencialidad de ocurrir en las mesetas, contrasta con la potencialidad surcos-cárcavas ocurrida en la periferia de las mesetas. Esta relación determina que en las dos Cuencas periódica e inclementemente las cabeceras de cárcavas y drenaje en surcos vayan avanzando en la periferia de contacto, disminuyendo consecuentemente el área de cada meseta.

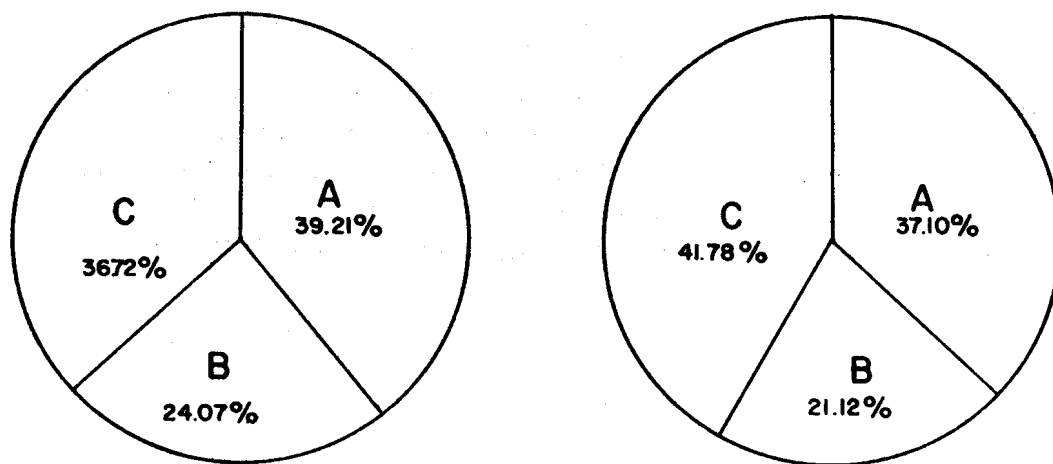


Figura 9. Distribución porcentual del análisis de erosión potencial o susceptibilidad a la erosión. Izquierda Cuenca Xayá, derecha Cuenca Pixcayá.

A: Erosión laminar, B: Erosión laminar-surcos y C: erosión surcos-cárcavas.

4.7 Transporte de Sedimentos:

La pérdida de material en suspensión de la cuenca del río Xayá con una extensión de 74.84 kms^2 , asciende a 34.82809 TM/día , lo que equivale a $169.86 \text{ TM/km}^2/\text{año}$, cantidad que cae dentro de la calificación de erosión muy baja (d2) según la tabla adoptada. La cuenca del río Pixcayá con una extensión de 153 kms^2 tiene una pérdida de 16.13354 TM/día de suelo en suspensión, equivalente a $40 \text{ TM/kms}^2/\text{año}$, cantidad que cae dentro de la calificación de erosión insignificante (d1).

A continuación se hace la proyección de las pérdidas de sólidos en el supuesto de que la cantidad de sedimentos guarda una relación directa con el correr del tiempo, en el cual se van incrementando los factores a que obedece la erosión como lo son la ampliación de frontera agrícola principalmente, concatenada con la deforestación y el uso más intensivo del suelo a través de aplicación artificial de energía consistente en mecanización, mayores prácticas agronómicas y uso de fertilizantes.

Con la información de los registros de tres años sobre transporte de sedimentos, agrupados trimestralmente, (Cuadro 16) se determinó la proyección para las dos cuencas hasta el año 2000, aplicando el ajuste de datos por medio del método de mínimos cuadrados, la cual se presenta en el Cuadro 17.

Las proyecciones que contienen el Cuadro 17 se hicieron utilizando calculadora programable para las dos cuencas, en el caso de la cuenca Xayá se hizo la proyección para el año 1983 deduciendo la ecuación de la línea recta ($Y = mx + b$) y aplicando el método de mínimos cuadrados para ajustar la recta por haber obtenido puntos discontinuos al referir a la Fig. 10 los datos de transporte de sedimentos agrupados trimestralmente.

[illegible]

CAMINOS
 Transitable todo el año
 Afronido solado, dos o más vías
 Revestimiento suelto y ligero
 Afronido solado, una vía
 Revestimiento suelto y ligero, una vía
 Transitable en tiempo húmedo o seco, revestimiento suelto
 Rodero: Varado
 Salidas de ruta: Costo americano; Nacional; Departamental
 Iglesia, Escuela, Casa, Rancho, Gobierno
 Campo deportivo; Pista de tenis
CURVAS DE NIVEL CON INTERVALOS DE 20 mts.
 Punto de captación Rio XATA
 Punto de captación Rio PIXCAYA

REFERENCIAS

LAMINAR SURCOS	47.00 "
SURCOS CARCAVAS	86.32 "
TOTAL	<u>214.00 Kms²</u>

AREA DE LA CUENCA 214 Kms²

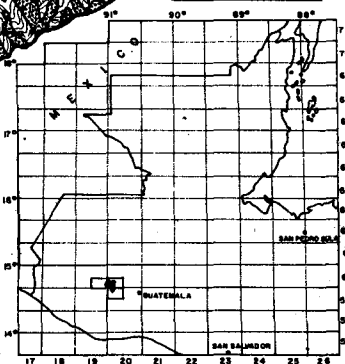
ESCALA 1:50,000

A horizontal scale bar with markings at 1, 1/2, 0, 1, 2, 3, and 4 Kilometres.

Diagrama de correção da declinação magnética. A imagem mostra uma linha vertical rotulada "NORTE DE CALIBRE" e uma linha inclinada rotulada "NORTE MAGNETICO". O ângulo entre elas é rotulado "ANGULO C-M". Uma seta aponta para o "NORTE MAGNETICO" com o rótulo "NM". Abaixo, o texto indica: "ANGULO VALOR A SER ELIMINADO PARA CADA ANO".

ANGULO C-M= 4°38'
VALOR APROXIMADO PARA
EL AÑO 1982 EN EL
CENTRO DE LA HOJA
PARA CADA AÑO SUBSIGUIENTE DEBERA
TOMARSE EN CUENTA
LA VARIACION MAGNETICA ANUAL
APROXIMADAMENTE 5' AL OESTE

INDICE DE CUADRANGULOS



Cuadro 16. Promedios diarios de transporte de sedimentos en TM/día, ordenados trimestralmente.

CUENCA XAYA				CUENCA PIXCAYA			
Trim. \ Año	1973 TM/día	1974 TM/día	1975 TM/día	Trim. \ Año	1974 TM/día	1975 TM/día	1976 TM/día
1	0.3858	0.639835		1	1.540933	5.158580	11.463625
2	6.3434	9.7248025	11.38363	2	18.414297	7.865827	40.94760
3	30.71496	60.936554	70.314075	3	16.098865	13.052490	
4	17.57322	15.434785	3.3701	4	27.171930	5.496567	
$\bar{X}$ diario 13.754345 21.683994 28.355935				$\bar{X}$ diario 15.806506 7.893366 26.205613			

Cuadro 17. Proyecciones de transporte de sedimentos, calculadas por medio de línea de regresión y correlación en calculadora programable.

RIO XAYA			RIO PIXCAYA		
Año	Pérdida TM/día	Pérdida TM/ km ² /año	Año	Pérdida TM/día	Pérdida TM km ² /año
1973	13.75435	67.089	1974	15.80651	37.7083
1974	21.68399	105.7544	1975	7.89337	18.8306
1975	28.35594	138.2939	1976	26.20561	62.5167
1980	67.21351	327.8051	1980	38.64132	92.1835
1981	75.79137	369.6399	1981	43.81326	104.5218
1982	84.36924	411.4748	1982	48.98521	116.8601
1983	92.94711	453.3097	1983	54.15715	129.1984
1984	101.52497	495.1445	1984	59.32910	141.5367
1985	110.10284	536.9794	1985	64.50104	153.8750
2000	238.77082	1164.5023	2000	142.08021	338.9495

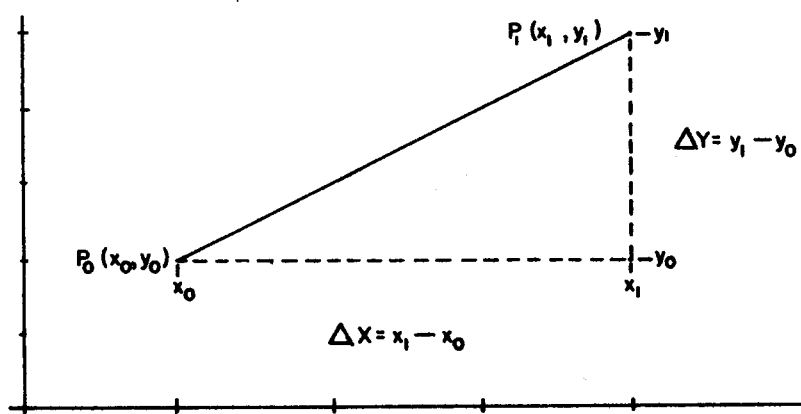
Ajuste de datos por medio del método de mínimos cuadrados para determinar proyecciones de arrastre de sedimentos en la Cuenca Xayá:

Para formular las proyecciones se utilizó la siguiente fórmula:

$$Y = mx + b$$

Que es la ecuación general de una línea recta cualquiera, donde "m" es la pendiente de la recta y "b" es la intersección de la recta con el eje de las "y" u ordenadas.

Deducción de la fórmula general: $Y = mx + b$



$$\text{donde: } m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}$$

Generalizando tenemos que:

$$m = \frac{y - y_0}{x - x_0}$$

$$y - y_0 = m(x - x_0)$$

$$1) \quad Y = mx - mx_0 + y_0$$

Cuando $x = 0$

$$2) \quad Y = -mx_0 + y_0$$

$$y = b$$

Substituyendo 2) en 1) tenemos:

$$Y = mx + b$$

Aplicación del método de los mínimos cuadrados para la recta ajustada cuando los puntos de la recta original son discontinuos

Donde: Los valores de m y b de la recta ajustada se encuentran aplicando las siguientes fórmulas:

$$m = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{(\sum Y)(\sum Y^2) - (\sum X)(\sum XY)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Con estos valores se reformula la ecuación de la recta ajustada:

$$Y = mx + b$$

Con la que se encuentran las proyecciones valuando la función $f(x) = mx + b$

Ejemplo:

Encontrar las proyecciones de arrastre de sedimentos para el año 1983 a partir de los promedios diarios de acarreo de materiales en suspensión de la subcuenca del Río "Xayá" durante los años 1973 - 1975.

Ajuste de la recta por el método de los mínimos cuadrados:

$$m = \frac{N \sum XY - (\sum X) (\sum Y)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{(\sum Y) (\sum X^2) - (\sum X) (\sum XY)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

X	Y	XY	X ²	Y ²
1973.25	0.3858	761.27985	3893715.563	0.148841
1973.50	6.3434	12518.6999	3894702.250	40.238723
1973.75	30.71496	60623.6523	3895689.063	943.408767
1974.00	17.57322	34689.53628	3896676.000	308.818061
1974.25	0.639825	1263.194249	3897663.063	.409388
1974.50	9.7248025	19201.62254	3898650.250	94.571783
1974.75	60.936554	120334.4600	3899637.563	3713.263613
1975.00	15.434785	30483.70038	3900625.000	238.232588
1975.50	11.38314075	22487.39455	3902600.25	129.575893
1975.75	70.314075	138923.0337	3903588.063	4944.069143
1976.00	3.3701	6659.3176	3904576.000	11.357574
$\sum X$	$\sum Y$	$\sum YX$	$\sum X^2$	$\sum Y^2$
21720.25	226.820672	447945.8913	42888123.060	1024.09438

$$m = \frac{11 (447945.8913) - (21720.25) (226.820672)}{11 (42888123.060) - (21720.25)^2} = 8.58$$

$$b = \frac{(226.820672) (42888123.06) - (21720.25) (447945.8913)}{11 (42888123.060) - (21720.25)^2} =$$

$$= \frac{1583852.22}{93.598} = -16921.85966$$

Con estos datos se formuló la ecuación de la curva ajustada:

$$Y = 8.58 x - 16921.85966$$

Al hacer los cálculos directamente con calculadora programable se obtuvieron valores más aproximados debido a que interiormente la calculadora trabaja con mayor cantidad de dígitos y se obtienen los siguientes valores:

$$m = 8.5761727 \approx 8.58$$

$$b = -16913.618 \approx -16913.62$$

Con lo que la recta ajustada queda así:

$$Y = 8.5761727 x - 16913.618$$

Para encontrar las proyecciones se evalúa la función para los años que se desee predecir.

Ejemplo para el año 1983

$$Y = 8.5761727 (1983) - 16913.618$$

$$Y = 17006.55 - 16913.618 = 92.93$$

$$Y = 92.93 \text{ TM/día}$$

4.8 Levantamiento del uso actual de la tierra:

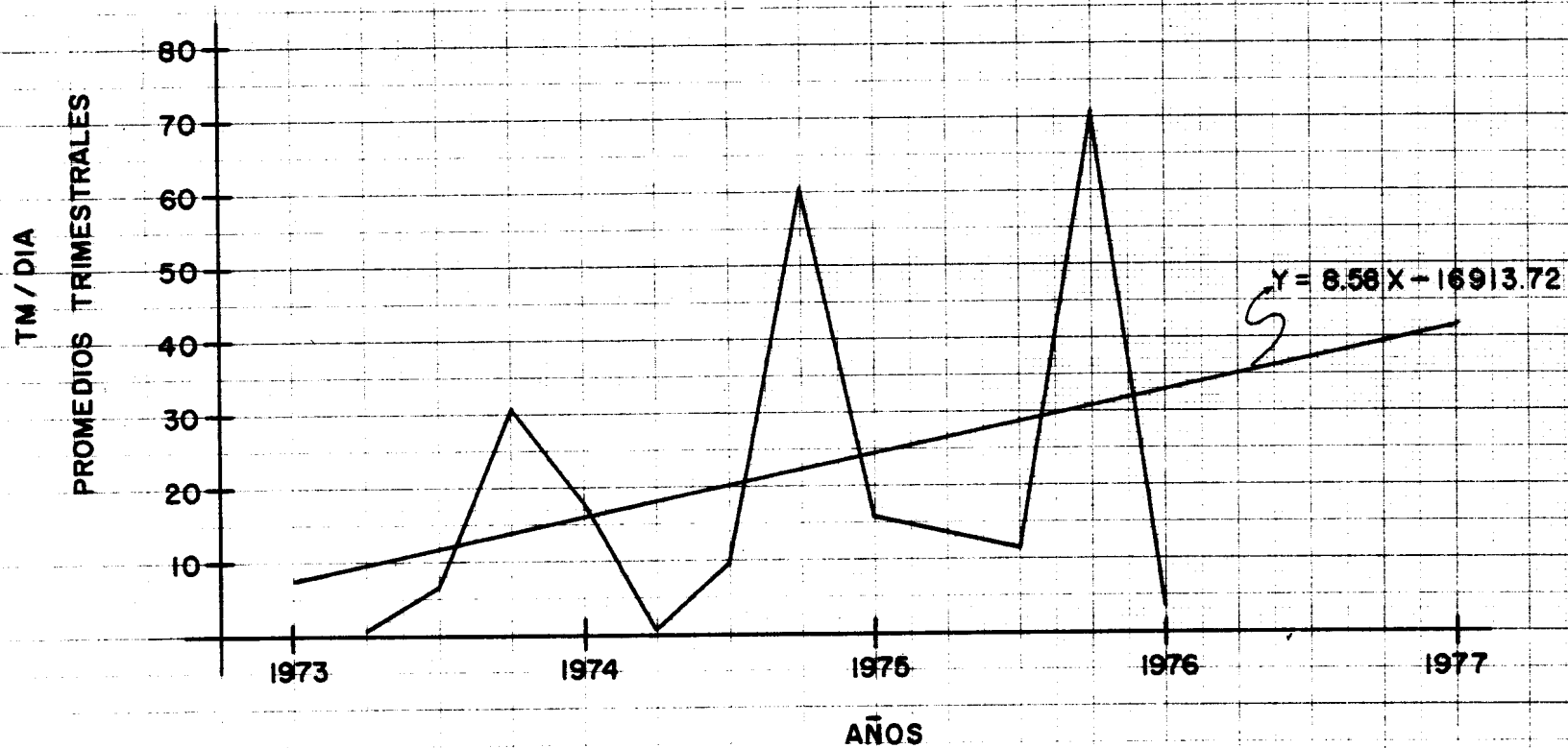
Planimetrando sobre el mapa a editarse los diferentes usos a que están dedicadas las áreas, se cuantificaron y referenciaron dividiéndolos en dos grupos, en el primero se incluyeron las áreas urbanas y los cultivos simples y en el segundo todos los cultivos en asocio, en vista de que la escala del mapa, complejidad y dispersión de las microparcels dificultó su separación y representación adecuada, hecho que implicó el desaparecimiento de otras por no tener el área mínima de visualización en la escala usada, absorbiéndola el uso que prevaleció, los resultados se presentan en el mapa de análisis del uso actual de la tierra, cuadro 18, figura 11 y se discuten por separado para cada Cuenca.

4.8.1 Cuenca Río Xayá:

4.8.1.1 Cultivos Simples:

La Cuenca del río Xayá tiene dos núcleos urbanos que cubren una extensión de 1.20 Kms^2 , están ubicados al Noroeste, sobre terrenos planos y al margen de la zona montañosa, factor que asegura el abastecimiento de agua potable al ser captada de los afluentes que

FIG 10. PROMEDIOS TRIMESTRALES DE MATERIAL DE ARRASTRE
CUENCA DEL RIO XAYA
Y RECTA AJUSTADA POR EL METODO DE LOS MINIMOS CUADRADOS



presenten las óptimas condiciones requeridas por el crecimiento demográfico. Esta razón evidencia que en el futuro existe la posibilidad del aprovechamiento del agua de tributarios del drenaje principal, disminuyendo el caudal captado en la presa Xayá.

En la totalidad de tierras planas de las mesetas de la Cuenca Xayá y algunos suelos marginales para uso agrícola, se encuentran 31.22 Kms² dedicados a cultivos anuales de la familia de las gramíneas, como son trigo y maíz, estos cultivos tienen la particularidad de tener similar reflectancia lumínica en determinada época de su crecimiento, difícil de ser diferenciada en interpretación visual, lo cual no permitió la separación entre uno y otro.

Estas tierras por su uso son las que tienen mayor intercambio energético, por consiguiente son las de más susceptibilidad al deterioro en función de la intensidad y prácticas de cultivo, aunándose a ello la atomización de que han sido objeto por el incremento familiar.

Entre la cabecera municipal de Tecpán Guatemala y Santa Apolonia existen 0.60 Kms² usados para pasto natural de especies gramíneas con fines de pastoreo de ganado bovino.

La mayor parte de áreas quebradas con pendientes mayores del 32% y algunas con más del 16%, están cubiertas con bosque natural mixto, dominando el pino sobre el encino, así mismo las laderas de los cauces están cubiertas de bosque, sumando 27.12 Kms² aunque estos con menor densidad de lo deseado, ya que ha sido severamente intervenido en algunas partes. Los bosques de la Cuenca presentan la única alternativa para satisfacer los requerimientos energéticos de las poblaciones circundantes, situación que hace urgente elaborar un plan de preservación de dichos bosques para evitar su deterioro y desaparición posterior.

Al sur de Santa Apolonia se encontraron dos áreas con una extensión total de 0.48 Kms², expuesto a los factores climáticos sin ningún uso, por estar en proceso de sucesión vegetal o descanso después de haber sido continuamente cultivado con prácticas que favorecieron su erosión.

4.8.1.2 Cultivos asociados:

En la parte sur de la divisoria de las Cuencas Xayá y Pixcayá se encuentra una parcela con cultivos perennes (manzanos dispersos), asociados con cultivos anuales (trigo y/o maíz), correspondiendo a la Cuenca Xayá 0.10 Kms².

En el centro de la Cuenca 0.28 Kms^2 son usados para el cultivo de especies anuales (trigo y/o maíz) con pequeñas áreas intercaladas de pastos naturales (gramineas).

4.8.2 Cuenca Río Pixcayá

4.8.2.1 Cultivos simples:

La Cuenca del río Pixcayá tienen seis áreas urbanas con un cubrimiento de 2.80 Kms^2 , asentadas en áreas planas de las mesetas, estando en el centro de la misma el núcleo urbano de Santa Cruz Balanyá, en el Nor-este está ubicada la parte Sur del pueblo de Comalapa, al sur de la cuenca esta Zaragoza, al Norte de esta población se encuentran los núcleos poblacionales de las aldeas Joya Grande y Rincón, en el límite Suroeste está la parte Norte de la población de Patzicía. Todas estas poblaciones necesariamente tienen una proyección sobre necesidades de agua potable cuya satisfacción también disminuiría el caudal total captado actualmente y las necesidades energéticas de los hogares dentro de la Cuenca así como satisfactores económicos obtenidos a través de la venta de productos forestales sin ningún control, impactará sobre la capa forestal que actualmente queda, con los resultados ampliamente conocidos.

Al momento del levantamiento del uso actual se encontraron 0.16 Kms^2 usados para el cultivo de hortalizas, debido a que esta actividad varía con el tiempo es común encontrar en otras épocas mayores extensiones dedicadas a estos cultivos.

En las faldas de la montaña El Soco y límite Sur de la Cuenca se encontraron 0.32 Kms^2 con cubierta de cultivos perennes de la familia rubiaceae (café con sombra), a una altitud de 2,300 m.s.n.m.

Distribuidas sobre toda la Cuenca se encuentran varias áreas aprovechadas con cultivos anuales de la familia de las gramineas en parcelas intercaladas de trigo y maíz con un total de 62.34 Kms^2 en donde además de las áreas planas de las mesetas, también los suelos en pendientes de 16% y mayor de 32%, tienen estos cultivos debido a la presión ejercida por una mayor población dentro de la Cuenca.

A inmediaciones de la población de Zaragoza se ubican varios estratos utilizados con pastos naturales, compuestos de gramineas para pastoreo de ganado bovino. Estas áreas tienen una extensión de 1.96 Kms^2 .

Las márgenes de los cauces hídricos de esta cuenca se encuentran cubiertos de bosque natural mixtado con pino y encino con dominancia del primero, con la misma cubierta se encuentran las partes altas que limitan la Cuenca en la parte Norte y Sur.

Totalizando 62.20 Kms^2 estos bosques en conjunto con los de la Cuenca Xayá deben ser de exclusividad proteccionista o conservación, por lo tanto debe evitarse su degradación apoyada en legislación congruente con la realidad prevaleciente.

Algunos domos que sirven de divisoria de tributarios circunvecinos a la presa de captación general y dos pequeños estratos en la divisoria sur de la Cuenca con un total de 3.76 Kms^2 han sido clasificados como tierras sin uso, por estar baldíos debido a su baja capacidad de producción.

4.8.2.2 Cultivos Asociados:

Una extensión de 1.18 Kms^2 dividida en tres estratos son usados para el cultivo de especies perennes compuestos de manzanos, asociados con gramíneas anuales como trigo y/o maíz.

Tres áreas distribuidas en pendientes planas conforman 6.04 Kms^2 y se realizan en ellas prácticas de cultivos anuales rotativos, intercalando microparcelas de maíz y frijol.

Al Suroeste de Santa Cruz Balanyá se intercalan parcelas cultivadas de gramíneas (trigo y/o maíz) y solanáceas (papa) con prácticas rudimentarias de curvas a nivel en una extensión de 9.88 Kms^2 .

Al Norte del área descrita anteriormente se distribuyen 2.36 Kms^2 en parcelas asociadas de trigo y/o maíz con pastos naturales.

Haciendo la comparación del patrón de uso de la tierra de ambas Cuencas, es evidente que es similar, esto es elocuente cuando se observa la figura 11.

Cuadro 18. Planimetría del levantamiento del uso actual de la tierra

CUENCA XAYA			CUENCA PIXCAYA		
Uso Actual	K ms ²	%	Uso Actual	Kms ²	%
Area urbana	1.20	1.97	Area urbana	2.80	1.83
Hortalizas	0.00	0.00	Hortalizas	0.16	0.10
Cultivos perennes (café con sombra)	0.00	0.00	Cultivos perennes (café con sombra)	0.32	0.21
Cultivos anuales gramineas (trigo y/o maíz)	31.22	51.18	Cultivos anuales gramineas (trigo y/o maíz)	62.34	40.75
Pasto natural (gramineas)	0.60	0.98	Pasto natural (gramineas)	1.96	1.28
Bosque natural mixto	27.12	44.46	Bosque natural mixto	62.20	40.65
Tierra sin uso	0.48	0.79	Tierra sin uso	3.76	2.46
Perennes (manza- nas) + anuales (trigo y/o maíz)	0.10	0.16	Perennes (manza- nas) + anuales (trigo y/o maíz)	1.18	0.77
Anuales (maíz + Frijol)	0.00	0.00	Anuales (maíz + Frijol)	6.04	3.95
Anuales (trigo y/o maíz + papa)	0.00	0.00	Anuales (trigo y/o maíz + papa)	9.88	6.46
Anuales (trigo y/o maíz) + pastos na- turales (gramineas)	0.28	0.46	Anuales (trigo y/o maíz) + pastos na- turales (gramineas)	2.36	1.54
TOTAL	61.00	100.00	TOTAL	153.00	100.00

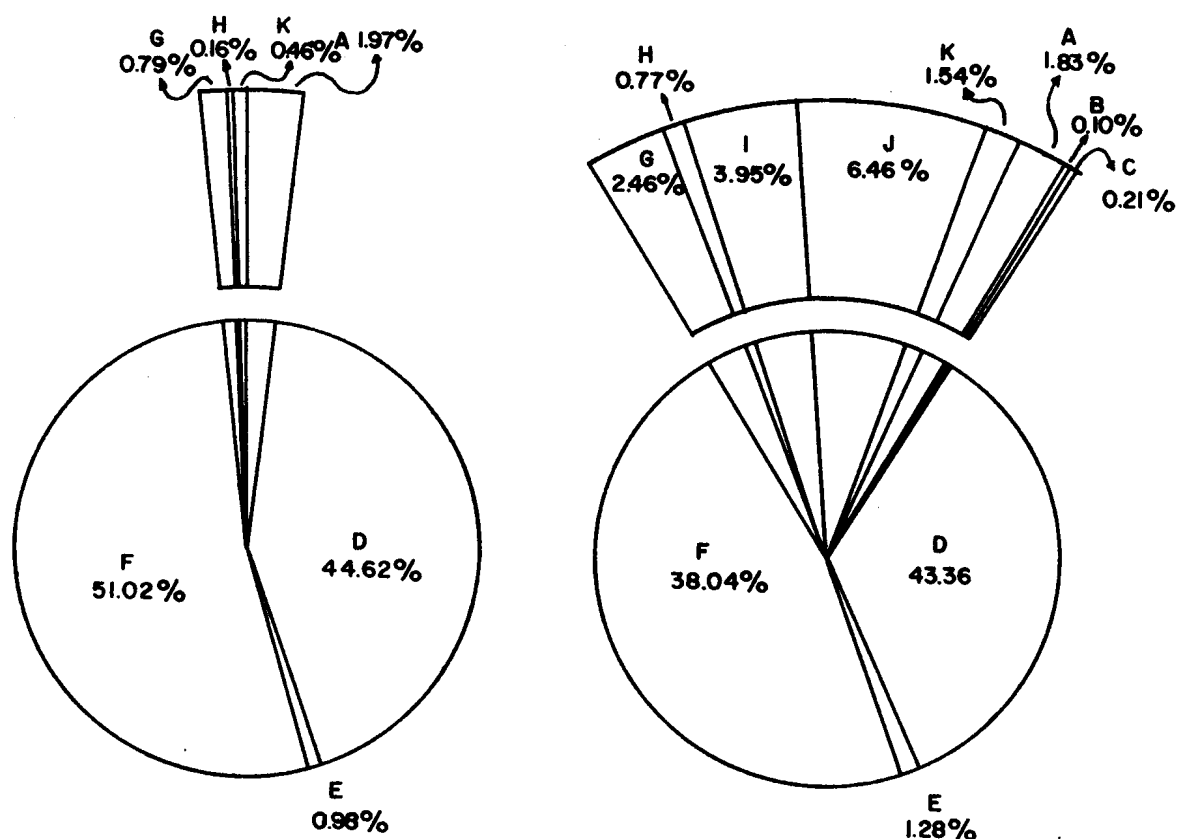
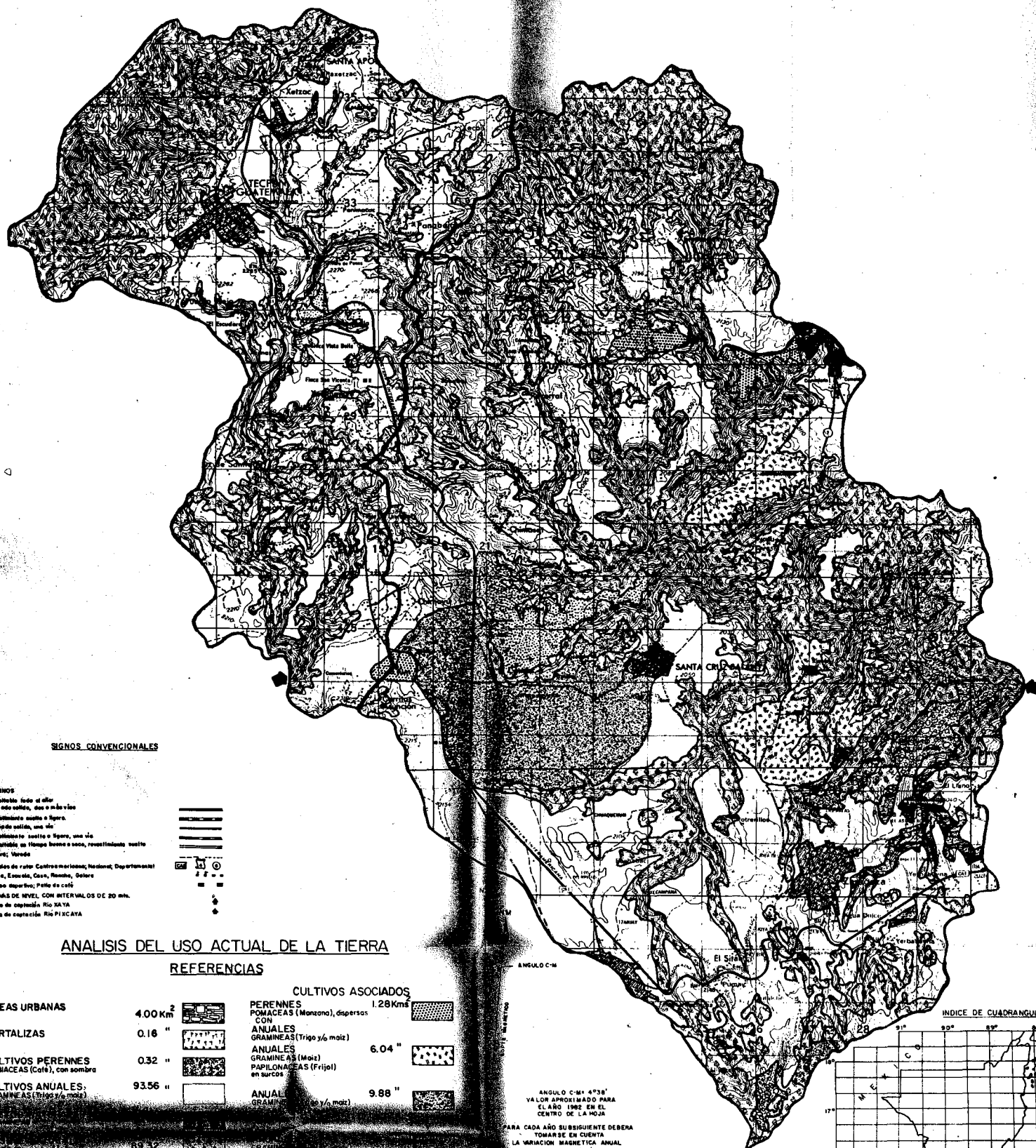


Figura 11. Distribución porcentual del uso actual de la tierra.
Izquierda Cuenca Xayá, derecha Cuenca Pixcayá.

- A: Areas urbanas
- B: Hortalizas
- C: Cultivos perennes - Rubiaceas (café con sombra)
- D: Cultivos anuales - Gramineas (trigo y/o maíz)
- E: Pastos naturales - Gramineas
- F: Bosque natural - mixto
- G: Tierras sin uso
- H: Perennes - Pomaceas (manzanas) + anuales - gramineas (trigo y/o maíz)
- I: Anuales - Gramineas (maíz) + papilionaceas (frijol)
- J: Anuales - Gramineas (trigo y/o maíz) + Solanaceas (papa)
- K: Anuales - Gramineas (trigo y/o maíz) + pastos naturales (gramineas).

CUENCA DE LOS ROS XAYA-PIXCAYA



SIGNOS CONVENCIONALES

CAMINOS

Transitable todo el año
Alfalfa más solida, dos o más veces
Revolucionario suelte o figura
Alfalfa de calidad, una vez
Revolucionario suelte o figura, una vez
Tras cubierto en tiempo bueno o seco, revolucionario suelte
Ruedas; Verde

Solistas de rater Casas-mexicanas; Nacional; Departamento
Maple, Escuela, Casa, Ruedas, Solista
Canso deportivo; Peto de café

CURULOS DE NEVEL CON INTERVALOS DE 20 mts.

Punto de captación Rio XAYCA
Punto de captación Rio P'ICAYCA

ANÁLISIS DEL USO ACTUAL DE LA TIERRA

REFERENCIAS

		CULTIVOS ASOCIADOS	
AREAS URBANAS	4.00 Km ²	PERENNES FOMBEAS (Manzano), dispersas CON ANUALES GRAMINEAS (Trigo y/o maiz)	1.28 Km ²
HORTALIZAS	0.16 "	ANUALES GRAMINEAS (Maiz)	6.04 "
CULTIVOS PERENNES RUBIACEAS (Cafe), con sombra	0.32 "	PAPILONACEAS (Frijol) en surcos	
CULTIVOS ANUALES. GRAMINEAS (Trigo y/o maiz)	93.56 "	ANUALES GRAMINEAS (Trigo y/o maiz)	9.88 "
MIXTO (Caneles con maiz)	89.32	GRAMINEAS (Maiz)	
TIERRAS SIN USO BALDIAS (Limite fisico quimico)	4.24 "	PASTOS NATURALES GRAMINEAS	

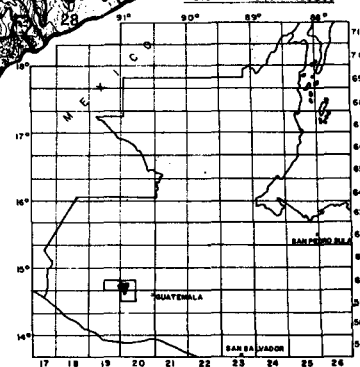
ESCALA 1:50,000

AREA DE LA CUENCA 214 Kms²

ANGULO C-M: 4°38'
VALOR APROXIMADO PARA
EL AÑO 1982 EN EL
CENTRO DE LA HOJA

PARA CADA AÑO SUBSIGUIENTE DEBERA
TOMARSE EN CUENTA
LA VARIACION MAGNETICA ANUAL
APROXIMADAMENTE 5' AL OESTE

INDICE DE CUADRANGULOS



4.9 Levantamiento de la capacidad de uso de la tierra:

Los resultados obtenidos se presentan en el mapa capacidad de uso de la tierra, figura 12 y el cuadro 19. La discusión de los resultados se hace por separado para cada Cuenca.

4.9.1 Cuenca Río Xayá:

Dos áreas con una extensión de 1.56 Kms^2 , ubicadas al norte y sur respectivamente, son suelos de óptima calidad clasificados dentro de clase I.

Localizados en el centro de la Cuenca y distribuidos sobre las áreas planas se planimetraron 13.64 Kms^2 incluídos dentro de la clase II.

La clase III, concentrada en su mayoría al sur de Tecpán Guatemala y pequeñas áreas al sur de la Cuenca suman 3.48 Kms^2 .

Las categorías anteriores fueron involucradas en estas clases por características propias del suelo, sin interferir en ello el factor pendiente. A partir de la clase IV la pendiente es la que condiciona la clasificación agregándose la erosión en la clase VII y VIII.

La clase IV con una topografía ondulada está ubicada preferentemente en domos de cerros, encontrándose distribuída en pequeños estratos en el norte y sur de la Cuenca con una extensión de 3.68 Kms^2 .

Abarcando los taludes de los cauces y las áreas de mayor altitud con topografía quebrada o fisiográficamente disectada se encuentran 36.12 Kms^2 involucrados dentro de clase VI.

Los suelos del área circunvecina de la presa de captación Xayá, desarrollados sobre los taludes de una parte del drenaje general, en una extensión de 1.32 Kms^2 se clasificaron dentro de la clase VIII.

4.9.2 Cuenca Río Pixcayá:

Asociados con las áreas planas de las mesetas se encuentran 42.60 Kms^2 con suelos de clase II, concentrados en gran proporción al suroeste de la Cuenca, formando un solo bloque.

Distribuidos en pequeñas áreas con ubicación en pie de montaña y márgenes de cauces existen 14.40 Kms^2 con suelos de la clase III.

Distribuidos en áreas con topografía ondulada a inmediaciones de las regiones más quebradas se encuentran 14.04 Kms² con suelos de la clase IV.

Las áreas de mayor altitud concentradas mayoritariamente en la parte norte y sur de la Cuenca y algunos estratos en cabeceras de drenaje se clasificaron dentro de la clase VI, dando una extensión de 52.72 Kms².

Ubicada al norte de Zaragoza se encuentra una parcela de 0.88 Kms² insertada dentro de la clase VI la que debido a su grado de erosión se clasificó en la categoría VII.

La fragilidad del material geológico subyacente que ha dado origen a los suelos de las mesetas ha permitido la incisión profunda de los canales de drenaje en forma de "V", con taludes fuertemente erosionados y con gran potencial a ampliarse por deslizamientos o lavado. Esta área con degradación máxima catalogada dentro de la clase VIII tiene una extensión de 25.56 Kms² cubriendo el drenaje general y algunos tributarios que se le unen a ambos lados en forma subparalela.

Cuadro 19. Planimetría de levantamiento de la capacidad de uso de la tierra

CUENCA XAYA			CUENCA PIXCAYA		
Clase	Kms ²	%	Clase	Kms ²	%
I	1.56	2.56	I	0	0
II	13.64	22.36	II	42.60	27.84
III	3.48	5.70	III	14.40	9.41
IV	3.68	6.03	IV	14.04	9.18
VI	36.12	59.21	VI	52.72	34.46
VII	00.00	00.00	VII	0.88	0.58
VIII	1.32	2.17	VIII	25.56	16.70
Nucleos urb.	1.20	1.97	Nucleos urb.	2.80	1.83
TOTAL	61.00	100.00	TOTAL	153.00	100.00

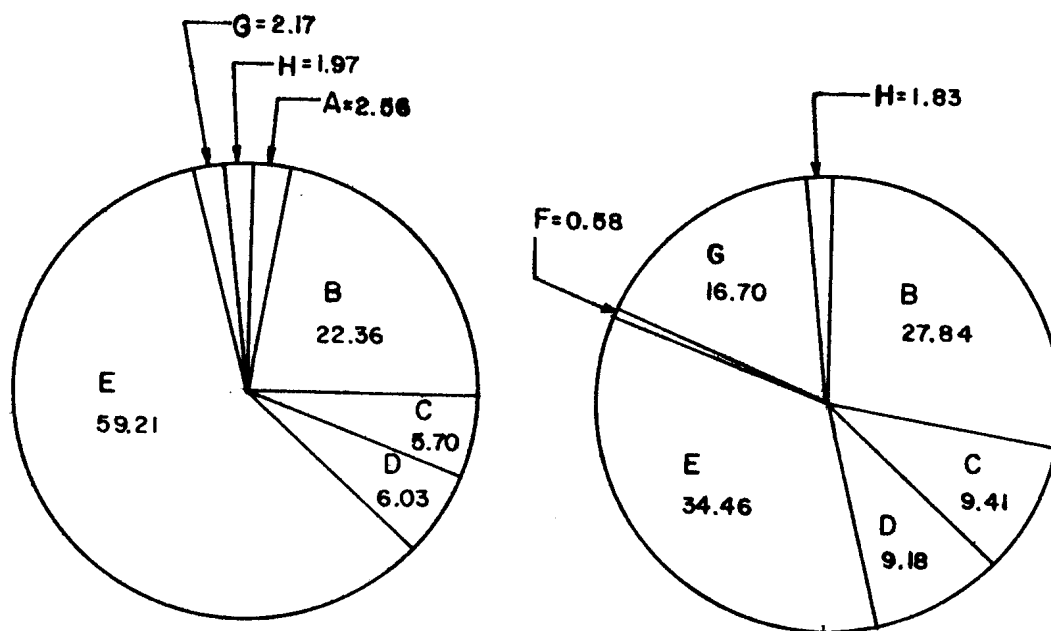
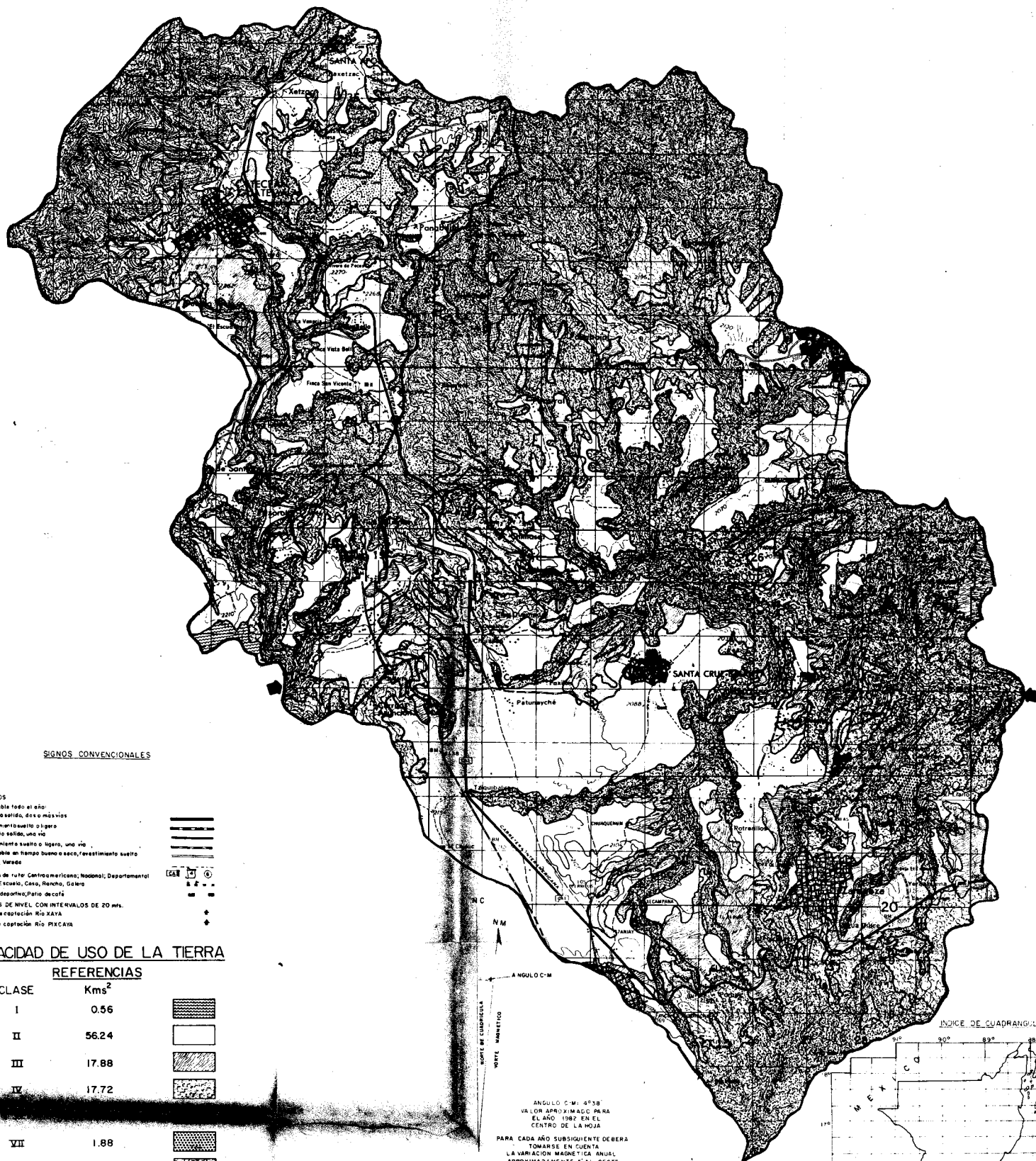


Figura 12. Distribución porcentual de la capacidad de uso de la tierra. Izquierda Cuenca Xayá, derecha Cuenca Pixcayá.

A: Clase I, B: Clase II, C: Clase III, D: Clase IV, E: Clase VI, F: Clase VII, G: Clase VIII, H: Urbano.

CUENCA DE LOS RIOS XAYA-PIXCAYA



SIGNOS CONVENCIONALES

CAMINOS
 Transitable todo el año
 Afirmado sólido, seco más vías
 Revestido con cemento o ligero
 Afirmado sólido, una vía
 Revestimiento suelto o ligero, una vía
 Transitable en tiempo húmedo o seco, revestimiento suelto
 Rodero, Vereda
 Salidas de ruta: Centroamericana, Nacional, Departamental
 Iglesia, Escuela, Casa, Rancho, Galera
 Campo deportivo, Pista de café
 CURVAS DE NIVEL CON INTERVALOS DE 20 mts.
 Punto de captación Río XAYA
 Punto de captación Río PIXCAYA



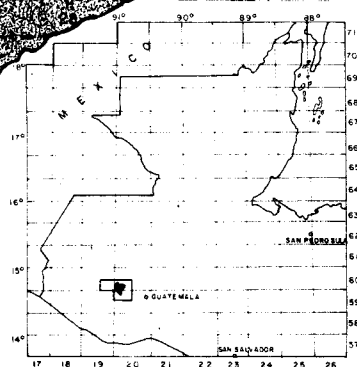
CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA

REFERENCIAS

CLASE	Kms ²	
I	0.56	
II	56.24	
III	17.88	
IV	17.72	
VII	1.88	
VIII	26.88	
NUCLEOS URBANOS	4.00	

ANGULO C.M. 4°58'
 VALOR APROXIMADO PARA
 EL AÑO 1982 EN EL
 CENTRO DE LA HOJA
 PARA CADA AÑO SUBSIGUIENTE DEBERA
 TOMARSE EN CUENTA
 LA VARIACION MAGNETICA ANUAL
 APROXIMADAMENTE S'AL OESTE

INDICE DE CUADRANGULOS



ESCALA 1:50,000



AREA DE LA CUENCA 214 Kms²

4.10 Prioridades de Reforestación:

Los resultados se presentan en el mapa análisis de prioridades de reforestación y en la figura 13 y se discuten por separado para cada Cuenca.

4.10.1 Cuenca Río Xayá:

En la Cuenca Xayá se encuentran 12.56 kilómetros cuadrados con vocación forestal sin cubierta vegetal, distribuidos en toda el área de la misma y divididos en las tres categorías de prioridad de reforestación de la forma siguiente:

4.10.1.1 Prioridad Uno:

De esta categoría se planimetraron 4.96 kilómetros cuadrados (496 hectáreas), estratos concentrados especialmente en la parte media a sur de la Cuenca, esta categoría presenta el problema de encontrarse demasiado distribuida en pequeñas áreas, sobre terrenos de topografía quebrada y márgenes de cauces.

4.10.1.2 Prioridad Dos:

Distribuidas en estratos ubicados en su mayoría en la parte sur de la Cuenca se encuentran 2.36 kilómetros cuadrados (236 hectáreas).

4.10.1.3 Prioridad Tres:

Distribuidas especialmente en la parte media a norte de la Cuenca, se encuentran varios estratos que dieron una extensión total de 5.24 Kms² (524 hectáreas).

4.10.2 Cuenca Río Pixcayá:

En la Cuenca Pixcayá se determinó que 30.74 kilómetros cuadrados están desprovistos de vegetación no obstante ser de vocación forestal, clasificándolos por lo tanto en las tres diferentes categorías con las extensiones especificadas a continuación:

4.10.2.1 Prioridad Uno:

Distribuidos uniformemente sobre toda la Cuenca, se encuentran gran cantidad de estratos que conforman la prioridad uno

con un total de 13.7 kilómetros cuadrados (1370 hectáreas).

4.10.2.2 Prioridad Dos:

Áreas bastante pequeñas con distribución general en la Cuenca, totalizan 3.88 kilómetros cuadrados (388 hectáreas) de la prioridad dos.

4.10.2.3 Prioridad Tres:

Regularmente distribuidas en áreas de considerable extensión en la parte sur y norte de la Cuenca se encuentran 13.16 (1316 hectáreas) de la prioridad tres

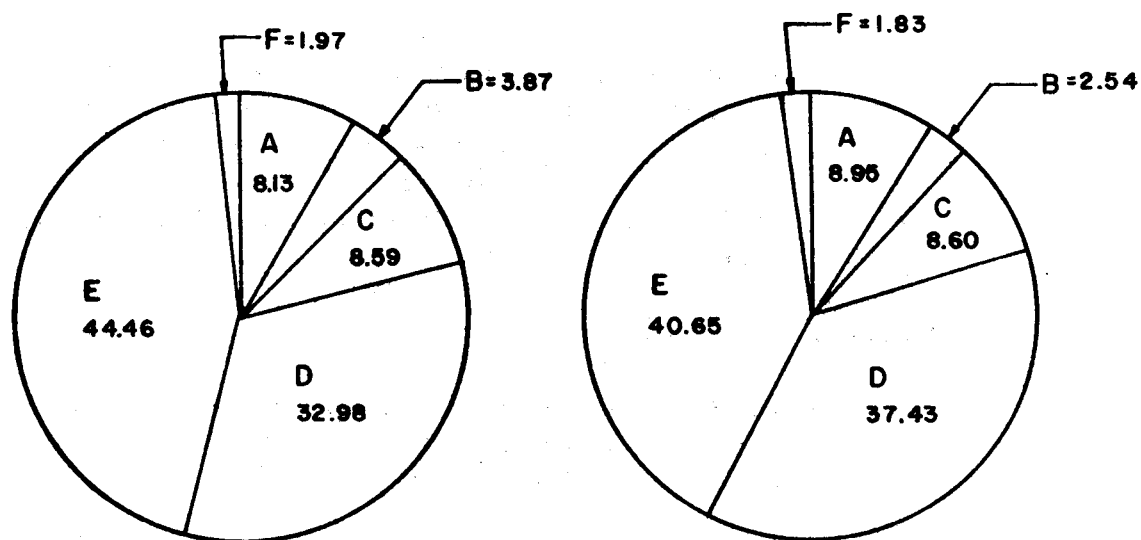
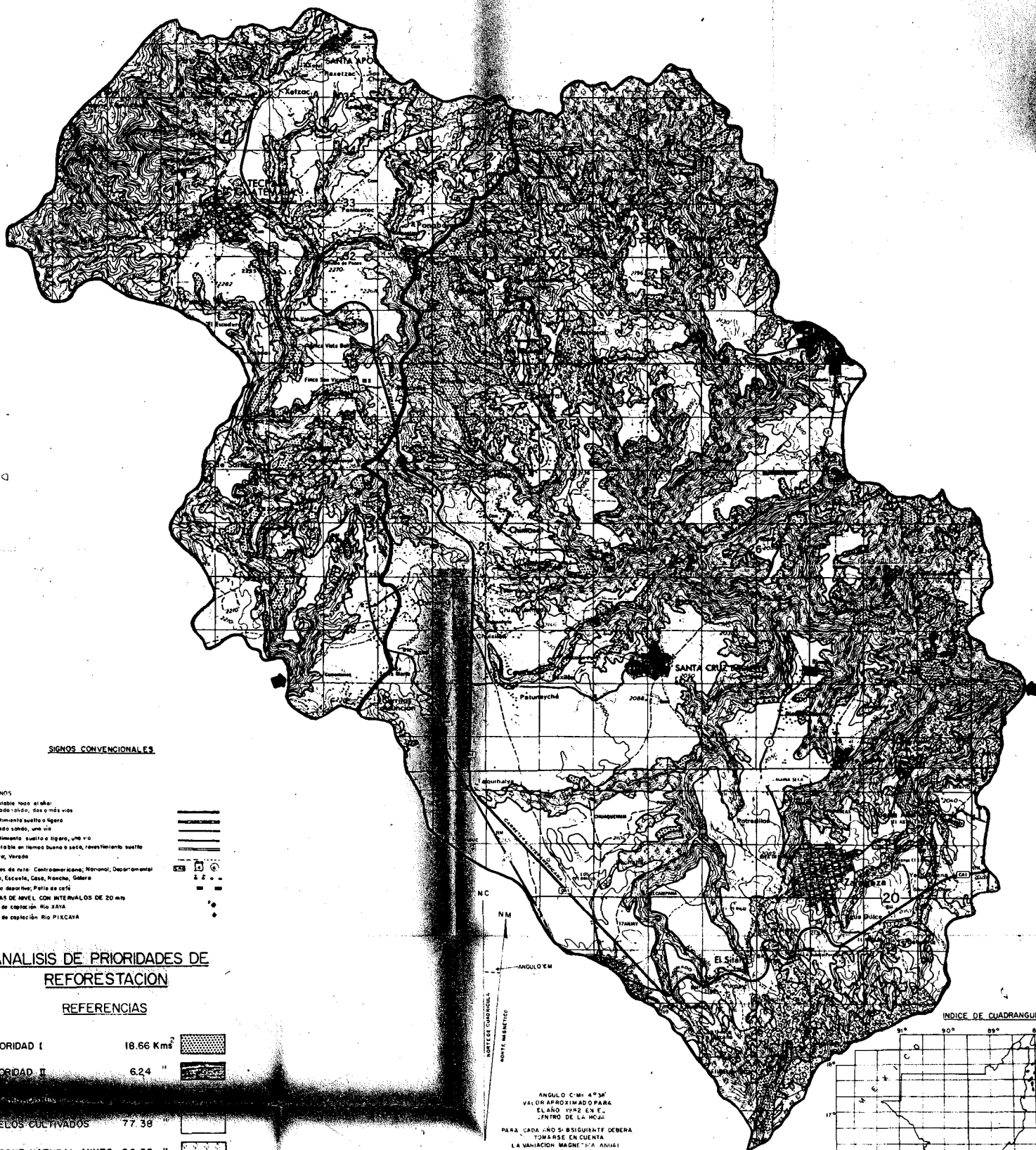


Figura 13. Distribución porcentual de las prioridades de reforestación. Izquierda Cuenca Xayá, derecha Cuenca Pixcayá.

- A = Prioridad I (uno)
- B = Prioridad II (dos)
- C = Prioridad III (tres)
- D = Suelos cultivados (de aptitud agrícola)
- E = Bosque natural mixto
- F = Nucleos urbanos

CUENCA DE LOS RIOS XAYA-PIXCAYA



5. CONCLUSIONES:

El presente trabajo permitió llegar a las siguientes conclusiones:

- 5.1 La precipitación media anual del área se determinó en 1,198.44 mm., siendo junio el mes de mayor lluvia con un promedio de 257.93 mm. y enero el mes de menor lluvia con un promedio de 3.22 mm., la temperatura media anual es de 15.89°C., el mes de mayor temperatura fue mayo con 17.55°C. y el de menor fue enero con 14.11°C.
- 5.2 El aumento en un número del orden de los cauces de la cuenca Pixcayá, respecto a la de Xayá, implica que entre ambas existen grandes diferencias geomorfológicas, exhibiendo mayores disecciones fisiográficas la cuenca Pixcayá.
- 5.3 El índice de densidad de drenajes permite inferir que la cuenca Xayá tiene mayor longitud de drenajes intermitentes correspondientes a cauces de invierno, siendo estos los que están asociados al transporte de sedimentos erosionados durante la época agrícola. La cuenca Pixcayá tiene mayor longitud de drenaje perenne, por lo tanto contribuye proporcionalmente en un mayor flujo base o transporte de agua durante todo el año.
- 5.4 La cuenca Xayá tiene menor número de cauces por unidad de área en relación a la cuenca Pixcayá, según lo indica el índice de densidad de cauces de 0.30 y 0.42 respectivamente. Esto da idea de la relación que existe con el caudal que produce cada cuenca.
- 5.5 En base al área drenada tomada a partir de las estaciones La Sierra y La Presa para la cuenca del río Xayá y El Tesoro para la cuenca del río Pixcayá, la relación que existe en área, entre las dos cuencas va de 1.88 y 2 a 1 (más o menos 2 a 1), la relación entre el caudal descargado es de 2 a 1, lo cual indica que las dos cuencas exhiben el mismo comportamiento.
- 5.6 Durante el período 1965-1977 analizado, las dos cuencas exhibieron una tendencia a la disminución de su volumen escurrido, situación directamente relacionada con el decremento manifestado en la precipitación durante el mismo período.

- 5.7 En la cuenca Pixcayá a partir del ciclo hidrológico 1973-1974, el caudal máximo aumentó, efectuándose los máximos escurrimientos en siete días al año, debido posiblemente a tormentas de mayor intensidad aunado a la pérdida de capacidad de retención de agua que está sufriendo la cuenca.
- 5.8 Porcentualmente la cuenca Xayá tiene más áreas planas que la cuenca Pixcayá por lo consiguiente también mayor actividad agrícola, las áreas con más del 32% de pendiente predominan en la cuenca Pixcayá.
- 5.9 Existe una diferencia de 210.9 m. entre la cuenca Xayá y Pixcayá tomando como referencia la elevación media, la cual no tiene influencia en la cantidad de agua precipitada.
- 5.10 Al comparar las dos cuencas en lo que respecta a los tipos de erosión y su superficie afectados en porcentaje, se logró establecer que no existen diferencias significativas, lo cual puede aducirse a que ambas están siendo trabajadas bajo un mismo patrón cultural.
- 5.11 La cuenca del río Xayá aporta mayor cantidad de sedimentos con un área menor que la cuenca del Pixcayá, fenómeno atribuible a una mayor erodabilidad de los suelos de la cuenca.
- 5.12 La proyección realizada sobre el arrastre de sedimentos permite inferir que es urgente realizar trabajos tendentes a estabilizar el régimen de escorrentía de sólidos de las cuencas estudiadas, de lo contrario habrá que hacer grandes inversiones para mantener en funcionamiento los desarenadores, por otra parte cuando se comparan los coeficientes de correlación del arrastre de sedimentos entre ambas cuencas, se llega a la conclusión que el comportamiento de ambas es similar.
- 5.13 El patrón del uso actual de la tierra en ambas cuencas es similar, con excepción de la categoría bosque natural mixto, la cual porcentualmente es mayor en la cuenca Xayá, esto es un índice de que la problemática del deterioro de las cuencas bajo estudio se aumentará con la deforestación.
- 5.14 La distribución porcentual de la capacidad de uso de la tierra muestra que en lo que respecta a suelos con vocación agrícola, la cuenca Xayá (36.65%) presenta menor porcentaje que la cuenca Pixcayá (46.43%); en lo referente a suelos contemplados dentro de la clase VI, es la categoría donde generalmente se observa el avance horizontal de la frontera agrícola; la cuenca Xayá (59.21%) exhibe mayor porcentaje que la cuenca Pixcayá, esta situación hace esperar que hayan en el futuro mayores problemas de de-

terioro de los suelos en la cuenca Xayá, lo que unido a lo expresado en el numeral 5.11 de estas conclusiones, puede orientar al planificador de cuencas a dar un tratamiento especial a esta última.

- 5.15 De los 39.68 kms² de vocación forestal que tiene la cuenca Xayá, se necesitan reforestar 12.56 kms² (1,256 hectáreas) y de los 92.94 kms² que tiene la cuenca Pixcayá, se necesitan reforestar 30.74 kms² (3,074 hectáreas).

6. BIBLIOGRAFIA

1. ANDRADE GUILLIOLI, J.M. Régimen de lluvias de la vertiente pacífico-occidental de la república de Guatemala. Tesis Ing. Civ. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1966. 106 p.
2. BUDOWSKI, G. La clasificación de comunidades vegetales. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1963. 27 p.
3. CENTRO INTERAMERICANO DE INVESTIGACION DE AGUAS Y TIERRAS. Identificación de microcuencas. Cajamarca, Ministerio de Agricultura y Alimentación, 1980. 35 p.
4. CRUZ, J.R. DE LA Clasificación de zonas de vida de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1976. 26 p.
5. EIBERSEN, G. BENAVIDES, S.T. y BOTERO, P. Metodología para levantamientos edafológicos (especificaciones y manual de procedimientos). Bogotá, CIAF, 1971. 79 p.
6. GARCIA, E. Breves notas sobre la importancia y el uso de mapas para un estudio de aprovechamiento integral de los recursos hidráulicos en una cuenca hidrográfica. Revista Cartográfica, México. 134 (24-25): 117-134. 1973.
7. GOOSEN, D. Fotografía aérea en levantamiento de suelos, FAO, Soils Bulletin No. 6. 1967. 27 p.
8. GUATEMALA. ACUEDUCTO NACIONAL XAYA-PIXCAYA. SECCION DE HIDROMETEOROLOGIA. Hojas de resumen de acarreo de material en suspensión desde la iniciación de observaciones en agosto de 1973 hasta mayo de 1976. Guatemala, 1976. (Hojas sueltas).
9. _____. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Mapas topográficos, escala 1:50,000. Nos. 1960-II, 1960-III y 2059-IV. Guatemala, 1974, 1978 y 1974, color.
10. _____. INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACION. Hojas anuales y resúmenes de datos de caudales medios diarios desde la iniciación de observaciones, mayo de 1965 a abril de 1977. Guatemala, 1977. (Hojas sueltas).

11. _____. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. Monografía preliminar de la hoja Totonicapán, escala 1:50,000. Guatemala, 1972. 58 p.
12. _____. MINISTERIO DE COMUNICACIONES Y OBRAS PUBLICAS. Acueducto Nacional Xayá-Pixcayá. Guatemala, 1978. 47 p.
13. _____. OBSERVATORIO NACIONAL. Boletas de registros mensuales de precipitación y temperatura desde la iniciación de observaciones en 1960 hasta 1979. Guatemala, 1979. (Hojas sueltas).
14. HENNING, P. Ordenación de cuencas hidrográficas. Siguatepeque, Honduras, Escuela Nacional de Ciencias Forestales, 1972. 58 p.
15. HIDALGO, P. Curso interamericano sobre planificación y manejo de cuencas. Cajamarca, Perú, DGAS-MAA-UNTC, 1980, s.p. (Notas de clase).
16. HUNTER, S.R. A new guide to land use planning in tropical areas. Ceiba, Honduras, 8 (2): 44-70. 1959.
17. LINSLEY, R.K., KOHLER, M.A. y PAULUS, J.L. Hidrología para ingenieros. Trad. por Alejandro Deeb. Bogotá, Mc. Graw Hill Latinoamericana, 1977. 386 p.
18. MARROQUIN B., F.S. y ORTEGA M., J.F. Estudio hidrológico básico de la cuenca de los ríos Xayá y Pixcayá. Tesis Ing. Civ. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1971. 113 p.
19. MENSUA, F. y SOLANS C. El mapa de utilización del suelo de Navarra. Zaragoza, Geographica, 1965. 15 p.
20. NIEUWENHUIS, E. Interpretación de imágenes para levantamientos de suelos. Bogotá, CIAF, 1977. 44 p.
21. PELLECE M., A.C. Obtención de curvas de duración de caudales mediante el índice de variabilidad, aplicación a cuencas de Guatemala. Tesis Ing. Civ. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería/Instituto Geográfico Nacional, 1968. 98 p.
22. PIZARRO, C. Fundamentos de hidrología superficial. Cajamarca, Perú, CIDIAT, 1980. 72 p.
23. SIMMONS, CH., TARANO, J.M. y PINTO, J.H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. de Pedro Tirado-Sulsona, Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.

24. STRANDBERG, C.H. Manual de fotografía aérea. Trad. por David Serrat Congost. España, 1975. 268 p.
25. TOSI, J.A. Factores ecológicos en el planeamiento del uso científico de la tierra. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1961. 6 p.
26. U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Soil survey manual. Washington, Soil Conservation Service, Agriculture Handbook No. 18. 1951. 45 p.



J. Ramirez

A P E N D I C E S

CUADRO A.1.1
ACUEDUCTO NACIONAL "XAYA PIXCAYA"

Caudales medios diarios (m³/seg)

Estación: La Sierra			CUENCA COYOLATE (Río Xayá)						Año Hidrológico 1965 - 66			
DIA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1	.29	.59	1.03	.36	.35	1.72	.70	.40	.36	.36	.35	.36
2	.33	.38	1.18	.36	.33	1.64	.62	.48	.40	.32	.35	.42
3	.25	.38	1.09	.52	.36	1.64	.62	.48	.38	.35	.35	.35
4	.33	.44	1.03	.55	.42	1.72	.46	.44	.40	.36	.33	.35
5	.33	.42	.67	.52	.32	1.15	.32	.62	.38	.35	.35	.38
6	.32	.55	.62	.44	.38	.57	.88	.65	.38	.32	.33	.35
7	.33	.65	.55	.40	.42	1.40	.65	.48	.38	.35	.32	.42
8	.33	.55	.50	.48	.48	1.09	.67	.78	.38	.38	.36	.55
9	.31	.50	.46	.55	.55	.97	.55	.29	.33	.35	.35	.36
10	.36	.62	.46	.48	.83	1.09	.55	.31	.36	.35	.35	.46
11	.35	1.03	.48	.48	.59	.88	.55	.31	.38	.35	.35	.48
12	.35	2.10	.35	.44	.59	.88	.55	.33	.38	.35	.38	.38
13	.35	1.03	.44	.48	.38	.83	.55	.38	.35	.33	.35	.33
14	.38	.40	.40	.52	.46	.97	.57	.40	.40	.36	.38	.35
15	.33	.50	.38	.48	.52	1.54	.67	.38	.36	.58	.36	.36
16	.33	.48	.40	.48	.46	1.71	.52	.34	.36	.38	.36	.31
17	.28	.44	.40	.44	.55	1.54	.29	.36	.42	.38	.33	.38
18	.38	.62	.42	.35	.80	1.24	.29	.40	.35	.40	.35	.40
19	.31	.59	.33	.38	.88	1.18	.31	.31	.36	.42	.35	.36
20	.31	.50	.32	.32	.85	1.09	.32	.38	.35	.36	.32	.38
21	.59	.46	.32	.33	2.58	1.03	.33	.40	.36	.38	.33	.38
22	.73	.50	.32	.36	2.76	1.06	.55	.40	.35	.38	.35	.36
23	.65	.73	.32	.29	2.45	2.03	.44	.40	.32	.38	.35	.35
24	.83	.83	.33	.36	2.51	.97	.48	.33	.35	.35	.35	.32
25	.88	.67	.46	.36	2.51	.88	.44	.38	.36	.36	.35	.31
26	.83	.69	.31	.50	3.40	.78	.50	.40	.35	.38	.36	.35
27	.59	.67	.38	.26	2.26	.78	.46	.38	.35	.35	.35	.35
28	.44	1.00	.32	.44	2.00	.75	.42	.40	.35	.32	.35	.31
29	.42	2.39	.32	.44	2.26	.75	.44	.38	.33		.36	.35
30	.42	2.25	.32	.35	1.90	.73	.44	.38	.32		.36	.33
31	.31		.38	.33		.70		.38	.35		.38	

CUADRO A.1.2

ACUEDUCTO NACIONAL "XAYA PIXCAYA"

Caudales medios diarios m³/seg)

Estación: La Sierra			CUENCA COYOLATE (Río Xayá)						Año Hidrológico 1966 - 67			
DIA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1	.23	.59	3.53	.90	1.36	1.41	1.35	.69	.49	.53	.49	.43
2	.44	.33	3.13	.83	1.19	1.39	1.15	.63	.58	.49	.49	.49
3	.50	.24	2.36	.98	1.17	1.19	1.05	.63	.53	.49	.49	.49
4	.52	.24	1.90	1.89	1.07	1.14	.95	.63	.53	.49	.49	.49
5	1.01	.44	1.50	2.78	1.57	2.30	.95	.69	.53	.45	.49	.49
6	1.08	1.80	1.24	1.42	1.80	1.55	.95	.69	.53	.49	.49	.54
7	1.19	.33	1.17	2.30	3.16	1.65	.95	.69	.53	.53	.51	.53
8	.85	.60	1.95	2.30	1.29	1.91	.87	.69	.45	.49	.49	.53
9	.82	.71	1.21	2.59	1.34	1.48	.87	.69	.53	.49	.47	1.05
10	.79	.38	1.18	1.94	1.46	1.33	.87	.63	.53	.49	.49	1.13
11	.51	.35	2.56	3.11	1.09	1.25	.80	.58	.58	.45	.49	.58
12	.40	.30	1.90	2.13	1.04	1.09	.80	.63	.53	.45	.45	.53
13	.41	.27	4.70	2.73	1.44	1.05	.75	.63	.49	.48	.73	.49
14	.43	.27	3.39	3.60	2.44	.99	.80	.63	.49	.49	.47	.58
15	.39	.32	3.75	4.26	1.49	1.00	.80	.60	.49	.49	.44	.75
16	.44	1.16	3.67	2.97	1.22	1.53	.87	.58	.53	.45	.49	.65
17	.39	.98	2.70	2.54	1.58	1.05	.87	.58	.53	.49	.49	1.20
18	.46	.85	2.30	1.98	2.55	3.30	.87	.53	.53	.45	.52	.63
19	.60	1.05	1.65	2.38	1.14	4.20	.75	.63	.53	.45	.45	.58
20	.49	2.00	3.60	2.08	1.76	3.48	.70	.63	.53	.53	.49	.71
21	.36	5.80	4.05	1.35	1.68	2.85	.75	.63	.53	.59	.53	.58
22	.40	5.50	2.27	1.50	1.99	2.39	.70	.58	.49	.59	.41	.58
23	.38	5.00	1.56	1.35	1.76	2.05	.70	.58	.49	.53	.45	.49
24	.50	2.70	1.40	1.04	1.54	1.68	.64	.53	.49	.45	.45	.53
25	.34	4.70	1.27	1.16	1.33	1.50	.70	.53	.49	.49	.45	.49
26	.35	5.50	1.00	1.34	1.24	1.50	.75	.58	.53	.45	.49	.53
27	.34	4.70	.98	2.55	1.15	1.33	.57	.58	.49	.49	.48	.49
28	.34	5.00	.94	3.39	1.76	.69	.70	.58	.53	.49	.51	.45
29	.36	6.50	1.70	1.87	1.96	.70	.75	.58	.49		.49	.47
30	.42	4.26	3.28	1.60	1.64	.94	.64	.53	.53		.49	.49
31	1.90		1.25	1.46		.94		.45	.53		.50	

CUADRO A.1.3

ACUEDUCTO NACIONAL "XAYA PIXCAYA"

Caudales medios diarios (m^3/seg)

Estación: La Sierra CUENCA COYOLATE (Río Xayá) Año Hidrológico 1967 - 68

DIA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1	.45	.53	.68	.67	.89	.95	.49	.53	.49	.47	.45	.41
2	.45	.49	.49	.63	.60	1.14	.82	.53	.54	.48	.44	.42
3	.45	.45	.58	.58	.97	1.07	.82	.49	.52	.54	.41	.44
4	.49	.41	.63	.58	1.61	.85	.75	.58	.50	.58	.41	.45
5	.49	.49	.59	.54	.75	.96	.75	.53	.50	.53	.46	.44
6	.49	.75	.53	.57	.75	2.33	.75	.53	.49	.50	.45	.41
7	.41	.68	.58	.56	.67	1.78	.71	.53	.42	.45	.45	.36
8	.51	.62	.63	.69	.58	1.86	.70	.53	.48	.56	.47	.36
9	.46	.68	.58	.64	.49	1.93	.65	.53	.50	.56	.50	.41
10	.45	.55	.58	1.32	.97	2.58	.55	.45	.49	.54	.43	.46
11	.44	.45	.62	.63	.69	1.62	.41	.58	.49	.54	.45	.50
12	.48	.72	.68	1.09	.69	4.03	.45	.53	.45	.58	.47	.50
13	.52	.69	.58	1.08	1.13	2.43	.67	.53	.45	.50	.45	.50
14	.49	.63	.58	2.15	1.05	2.12	.63	.58	.42	.49	.43	.51
15	.47	.55	.53	.69	1.49	1.81	.58	.54	.49	.50	.46	.50
16	.40	.69	.53	.69	1.26	1.71	.63	.53	.48	.48	.44	.51
17	.42	1.16	.97	.69	1.05	1.58	.55	.49	.43	.41	.43	.52
18	.42	.92	1.79	.60	.97	1.45	.58	.49	.48	.42	.42	.46
19	.49	.69	.97	.45	.97	1.48	.58	.49	.45	.41	.48	.50
20	.45	.78	1.88	.45	.82	1.41	.58	.56	.44	.42	.50	.51
21	.45	.86	1.05	1.99	.82	1.14	.58	.49	.42	.41	.47	.42
22	.41	.41	.89	1.17	1.16	1.05	.53	.61	.42	.42	.45	.46
23	.46	.75	.82	2.02	1.45	1.14	.58	.49	.49	.41	.48	.44
24	.44	.63	1.84	1.47	1.45	1.01	.49	.49	.44	.41	.44	.49
25	.47	.63	.85	1.17	1.45	.97	.58	.49	.46	.42	.46	.50
26	.44	.71	.85	1.17	1.23	.97	.49	.48	.45	.42	.46	.50
27	.41	.56	.90	1.79	1.21	.89	.58	.58	.48	.41	.45	.52
28	.41	.63	.90	2.97	1.43	.82	.63	.53	.42	.43	.45	.49
29	.49	.72	.77	1.58	1.61	.82	.28	.49	.44	.43	.44	.51
30	.47	.89	.77	1.35	1.21	.82	.53	.45	.43		.45	.49
31	.48		.77	1.23		.82		.49	.46		.42	

CUADRO A.1.4

ACUEDUCTO NACIONAL "XAYA PIXCAYA"

Caudales medios diarios (m³/seg)

Estación: La Sierra CUENCA COYOLATE (Río Xayá) Año Hidrológico 1968 - 69

DIA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1	.86	1.09	.94	.54	.64	1.22	1.49	.59	.44	.36	.40	.33
2	.91	1.04	.81	.44	.64	1.07	1.49	.87	.44	.36	.36	.36
3	.77	1.03	.75	.54	1.35	1.00	1.39	.49	.40	.36	.36	.36
4	.81	1.03	.94	.40	.81	1.07	1.39	.49	.40	.36	.33	.36
5	.83	1.19	2.12	.81	.70	1.22	2.23	.49	.40	.40	.36	.36
6	.81	.81	1.75	.70	.87	1.30	1.59	.49	.40	.40	.33	.36
7	.63	.59	1.07	.54	.75	1.15	1.49	.94	.40	.36	.33	.44
8	.53	.44	.94	.54	1.07	1.15	1.07	.49	.40	.33	.36	.40
9	.68	.44	1.00	.54	1.15	1.00	.94	.49	.40	.33	.33	.40
10	.48	.54	.94	.54	1.15	1.00	1.15	.49	.40	.36	.33	.40
11	.56	.59	.94	.37	1.00	.81	1.15	.49	.37	.36	.36	.36
12	.46	.61	.90	.49	1.00	.81	1.07	.49	.40	.36	.36	.36
13	.48	.49	.70	.59	.81	1.24	1.00	.49	.40	.36	.36	.36
14	.71	.60	1.12	.54	.94	1.59	1.00	.81	.40	.36	.36	.36
15	.64	1.07	.70	.54	1.16	1.84	1.00	.49	.40	.36	.36	.36
16	.46	.70	.59	.54	1.23	1.39	1.07	.49	.40	.36	.36	.33
17	.53	.75	.59	.49	.81	1.61	1.15	.49	.40	.40	.36	.33
18	.46	.75	.40	.40	1.22	1.70	1.15	.49	.40	.40	.33	.33
19	.43	.64	.33	.95	.94	1.90	1.07	.49	.40	.40	.33	.33
20	.53	1.06	.49	.59	1.07	2.40	1.00	.49	.40	.40	.33	.33
21	.81	.87	.94	.75	1.63	2.68	1.00	.49	.40	.40	.33	.33
22	.76	.75	.40	.49	1.39	2.40	1.00	.49	.40	.40	.33	.33
23	.70	.75	.37	.44	2.02	2.80	1.00	.49	.40	.36	.36	.33
24	.73	.75	.37	.44	2.73	2.80	.59	.49	.40	.36	.36	.36
25	.56	.70	.24	.30	2.28	3.12	.59	.49	.38	.36	.36	.36
26	.60	1.32	.24	.30	2.12	2.40	.59	.49	.38	.36	.36	.36
27	.70	.75	.33	.37	2.51	2.12	.59	.49	.39	.36	.36	.36
28	.71	1.10	.33	.40	1.70	2.68	.70	.49	.36	.36	.36	.36
29	.74	1.29	.54	.54	1.49	1.81	.75	.44	.36		.36	.33
30	.64	1.14	.59	.54	1.30	1.70	.94	.44	.36		.33	.33
31	.80		.54	.54		1.59		.44	.36		.33	

CUADRO A.1.5

ACUEDUCTO NACIONAL "XAYA PIXCAYA"

Caudales medios diarios (m³/seg)

Estación: La Sierra CUENCA COYOLATE (Río Xayá) Año Hidrológico 1969 - 70

DIA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1	.33	.49	1.70	.37	1.90	1.78	1.00	.64	.33	.33	.33	.37
2	.33	.44	2.12	.70	2.19	2.59	.94	.75	.54	.40	.40	.33
3	.33	.40	3.12	1.40	3.29	2.28	.81	.54	.54	.44	.49	.37
4	.33	.40	3.08	1.01	9.82	2.02	.85	.64	.53	.40	.40	.30
5	.33	.44	2.80	1.15	12.30	2.12	.87	.75	.53	.33	.40	.30
6	.33	.73	2.80	1.07	8.75	2.02	.87	.54	.49	.37	.37	.33
7	.33	.75	2.80	1.07	7.60	1.90	.81	.54	.49	.70	.40	.37
8	.33	.75	3.95	.87	6.15	1.81	.87	.70	.44	.33	.33	.33
9	.33	.64	4.35	2.01	5.41	1.59	.59	.70	.40	.33	.33	.33
10	.33	.74	3.21	2.28	4.55	1.49	.77	.59	.40	.40	.40	.33
11	.33	1.07	1.00	2.02	3.95	1.30	.75	.59	.33	.44	.37	.30
12	.33	1.15	.94	2.80	2.77	1.45	.70	.59	.44	.37	.37	.24
13	.33	1.22	1.00	1.81	3.04	1.34	.64	.70	.54	.40	.37	.65
14	.33	1.30	.87	1.90	2.68	1.39	.59	.59	.40	.37	.44	.46
15	.33	1.15	.75	1.78	2.28	1.38	.64	.44	.40	.37	.33	.37
16	.33	1.70	.64	1.67	2.02	1.22	.64	.54	.44	.40	.37	.30
17	.40	2.02	.59	1.49	1.90	1.15	.70	.64	.40	.59	.40	.27
18	.54	3.12	.59	1.47	1.90	1.09	.64	.44	.33	.49	.37	.24
19	.44	2.57	.59	1.70	1.81	1.45	.64	.54	.44	.44	.37	.19
20	.44	1.90	.58	2.40	1.58	1.79	.49	.59	.49	.44	.40	.27
21	.40	1.81	.57	2.40	1.48	2.30	.70	.36	.44	.44	.37	.24
22	.36	1.81	.51	2.12	2.23	1.81	.79	.54	.40	.37	.33	.24
23	.36	1.59	.54	2.28	2.42	1.59	.64	.54	.44	.40	.33	.22
24	.36	1.39	.49	2.02	2.52	1.30	.59	.49	.49	.49	.44	.22
25	.44	2.02	.46	3.14	3.12	1.22	.44	.40	.33	.44	.37	.27
26	.64	1.70	.48	2.68	2.95	1.15	.59	.64	.49	.40	.30	.27
27	.49	1.49	.44	2.40	2.80	1.48	.59	.64	.54	.44	.30	.33
28	.40	1.59	.44	2.28	2.52	1.15	.64	.33	.40	.37	.30	.33
29	.40	1.59	.42	2.40	2.80	1.15	.59	.49	.44		.33	.33
30	.36	1.59	.41	2.12	2.28	1.30	.54	.64	.44		.40	.33
31	.44		.41	1.81		1.37		.40	.40		.40	

CUADRO A.1.6

ACUEDUCTO NACIONAL "XAYA PIXCAYA"

Caudales medios diarios (m³/seg)

Estación: Molino La Sierra CUENCA COYOLATE (Río Xayá) Año Hidrológico 1970 - 71

DIA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1	.33	.32	.50	1.56	1.64	2.20	.77	.56	.40	.56	.40	.40
2	.32	.26	.45	1.49	1.94	1.94	.73	.50	.36	.62	.40	.40
3	.28	.28	.42	1.78	1.56	1.94	.85	.50	.36	.56	.40	.40
4	.36	.40	.47	2.29	1.63	1.94	.77	.50	.40	.56	.40	.40
5	.33	.32	1.04	2.80	1.85	1.63	.77	.50	.45	.62	.40	.45
6	.36	.32	.89	2.20	1.85	1.36	.62	.47	.36	.62	.36	.40
7	.33	.30	.50	2.49	3.81	1.42	.56	.56	.32	.56	.36	.36
8	.36	.38	.40	2.59	2.19	1.30	.56	.50	.36	.56	.40	.36
9	.32	.36	.40	2.29	2.04	1.24	.62	.56	.50	.56	.40	.36
10	.30	.36	.32	1.94	2.85	1.18	.56	.50	.36	.50	.40	.36
11	.36	.36	.28	1.85	2.28	1.08	.56	.50	.45	.45	.40	.36
12	.31	.36	.50	1.78	3.96	1.03	.56	.47	.50	.45	.40	.40
13	.33	.32	.97	1.36	3.16	.98	.56	.45	.50	.40	.40	.40
14	.32	.29	.62	1.18	2.92	.98	.50	.50	.56	.36	.40	.40
15	.45	.50	.59	1.03	2.29	.89	.50	.50	.62	.45	.45	.40
16	.36	.32	.50	2.11	1.78	.80	.62	.45	.62	.50	.45	.40
17	.36	.30	.50	1.63	1.78	.77	.56	.45	.56	.45	.45	.36
18	.40	.55	.42	1.30	1.78	.69	.56	.40	.69	.45	.40	.36
19	.50	.42	1.66	1.18	1.94	.73	.56	.40	.69	.45	.40	.40
20	.36	.40	1.20	.98	1.78	.56	.56	.40	.56	.40	.36	.40
21	.32	.32	1.24	.93	1.94	.77	.50	.45	.62	.36	.36	.36
22	.46	.50	1.24	.85	1.85	.69	.50	.50	.62	.40	.40	.36
23	.45	.38	.85	.77	1.56	.62	.56	.50	.62	.40	.40	.36
24	.40	.36	.96	.69	1.85	.40	.56	.50	.56	.40	.40	.36
25	.40	.36	1.75	.62	1.78	.69	.56	.45	.69	.40	.40	.36
26	.36	.32	1.90	.73	1.83	.93	.50	.45	.69	.40	.40	.40
27	.36	.41	2.02	.93	2.36	.62	.50	.45	.62	.40	.36	.40
28	.36	.26	1.94	1.47	1.61	.93	.50	.50	.69	.36	.36	.40
29	.30	.40	2.49	1.13	2.49	.77	.50	.56	.69		.40	.36
30	.40	.28	2.20	1.29	2.39	.77	.56	.50	.56		.40	.36
31	.32		1.94	1.77		.77		.45	.50		.40	

CUADRO A.1.7

ACUEDUCTO NACIONAL "XAYA PIXCAYA"

Caudales medios diarios (m³/seg)

Estación: Molino La Sierra CUENCA COYOLATE (Río Xayá) Año Hidrológico 1971 - 72

DIA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1	.36	.28	.69	.45	2.90	1.49	1.78	.56	.22	.25	.25	.25
2	.36	.40	.45	.56	1.59	2.36	1.36	.69	.22	.25	.25	.25
3	.40	.25	.36	.93	1.22	2.40	1.03	.69	.22	.25	.25	.25
4	.40	.22	.32	.93	1.78	3.29	1.13	.69	.22	.25	.25	.28
5	.25	.22	.36	.95	1.63	2.10	2.28	.69	.22	.19	.25	.28
6	.22	.25	.36	.93	1.36	1.46	.62	.69	.25	.28	.28	.25
7	.22	.32	.32	.77	1.36	2.11	.56	.62	.25	.28	.25	.25
8	.22	.28	.32	.62	1.36	2.10	.62	.62	.25	.25	.22	.25
9	.22	.36	.32	2.60	1.31	3.03	.62	.56	.25	.25	.22	.22
10	.22	.36	.32	1.13	1.28	3.96	.62	.56	.25	.22	.25	.22
11	.28	.40	.32	.85	1.63	3.55	.56	.56	.25	.25	.22	.25
12	.28	.40	.40	.69	1.36	3.41	.56	.40	.25	.22	.25	.22
13	.32	.40	.77	.62	1.13	3.68	.56	.28	.28	.22	.28	.22
14	.32	.45	.69	.69	1.28	3.96	.50	.25	.25	.25	.28	.25
15	.32	.50	.50	.50	1.13	3.68	.56	.32	.25	.22	.28	.22
16	.25	.62	.45	.86	1.03	2.29	.56	.32	.32	.25	.25	.22
17	.25	.50	.45	.77	.92	2.16	.93	.32	.50	.25	.25	.22
18	.25	.45	.56	.45	.56	2.49	.50	.28	.50	.22	.25	.25
19	.25	.40	.62	.36	.62	2.49	.50	.28	.50	.25	.25	.25
20	.22	.36	.50	.45	.69	.78	.45	.86	.40	.32	.32	.25
21	.25	.40	.45	.59	.85	2.49	.45	.28	.32	.36	.28	.28
22	.25	.40	.40	.56	1.36	1.94	.56	.22	.28	.36	.28	.25
23	.22	.36	.45	.45	1.03	1.49	.56	.22	.28	.36	.28	.19
24	.28	.40	.40	.50	.69	1.36	.56	.22	.32	.36	.28	.17
25	.25	.77	.77	.62	.73	1.36	.56	.22	.28	.28	.28	.17
26	.25	.40	.77	.50	1.03	1.03	.56	.28	.28	.28	.25	.29
27	.25	.32	.62	.62	1.03	1.13	.62	.28	.28	.25	.25	.19
28	.25	.40	.45	.77	1.77	.85	.69	.22	.25	.25	.25	.22
29	.25	.50	.40	.93	2.41	1.03	.69	.25	.22	.25	.25	.14
30	.28	.50	.40	1.63	1.41	2.57	.50	.22	.22		.25	.14
31	.45		.28	3.16		2.00		.19	.25		.25	

CUADRO A.1.8

ACUEDUCTO NACIONAL "XAYA PIXCAYA"

Caudales medios diarios (m³/seg)

Estación: La Presa CUENCA COYOLATE (Río Xayá) Año Hidrológico 1972 - 73

DIA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1	.19	.29	.36	.43	.40	.38	.28	.32	.22	.37	.32	.10
2	.27	.39	.31	.37	.32	.57	.27	.25	.24	.35	.28	.11
3	.34	.50	.31	.40	.39	.79	.42	.17	.37	.25	.31	.30
4	.33	.35	.39	.37	.55	.49	.41	.33	.40	.23	.18	.31
5	.37	.38	.35	.28	.42	.39	.30	.31	.36	.25	.17	.25
6	.27	.44	.36	.24	.49	.29	.50	.29	.28	.32	.34	.26
7	.23	.41	.37	.47	.44	.53	.40	.29	.23	.32	.29	.29
8	.25	.43	.31	.38	.38	.45	.32	.28	.34	.28	.27	.15
9	.20	.44	.35	.36	.40	.55	.35	.23	.36	.25	.24	.19
10	.16	.36	.37	.30	.27	.46	.43	.21	.35	.21	.21	.41
11	.32	.25	.38	.36	.47	.42	.25	.27	.38	.18	.17	.33
12	.37	.40	.35	.38	.42	.41	.43	.34	.37	.23	.19	.34
13	.36	.39	.37	.42	.39	.40	.51	.33	.27	.34	.27	.29
14	.36	.36	.37	.43	.43	.34	.43	.36	.23	.32	.29	.20
15	.43	.34	.33	.46	.32	.29	.43	.35	.35	.33	.26	.13
16	.44	.36	.36	.36	.39	.44	.34	.34	.33	.26	.27	.23
17	.42	.31	.45	.36	.34	.45	.34	.28	.38	.27	.22	.25
18	.51	.28	.34	.29	.48	.50	.26	.32	.35	.21	.17	.18
19	.38	.40	.35	.33	.54	.44	.31	.30	.31	.27	.23	.16
20	.27	.35	.27	.44	.46	.30	.37	.34	.23	.34	.33	.16
21	.32	.33	.34	.54	.52	.35	.38	.37	.21	.32	.32	.22
22	.42	.32	.35	.44	.44	.39	.37	.34	.22	.33	.33	.21
23	.35	.35	.41	.41	.36	.45	.37	.28	.31	.31	.29	.28
24	.34	.38	.69	.40	.37	.49	.37	.22	.31	.24	.24	.32
25	.33	.34	.74	.57	.57	.41	.34	.21	.32	.19	.18	.31
26	.38	.44	.69	.40	.49	.37	.25	.27	.29	.22	.20	.27
27	.30	.40	.69	.40	.44	.40	.35	.38	.25	.31	.22	.23
28	.28	.38	.49	.55	.48	.35	.35	.26	.27	.29	.20	.19
29	.40	.37	.35	.43	.68	.27	.32	.37	.28		.28	.15
30	.32	.37	.39	.49	.41	.38	.33	.34	.39		.20	.17
31	.47		.46	.47		.41		.18	.38		.17	

CUADRO A.1.9

ACUEDUCTO NACIONAL "XAYA PIXCAYA"

(Caudales medios diarios (m³/seg)

Estación: La Presa		CUENCA COYOLATE (Río Xayá)						Año Hidrológico			1973 - 74	
DIA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1	.22	.62	.58	.82	4.32	1.20	1.10	.45	.41	.35	1.02	.23
2	.33	.45	.88	.87	3.14	1.17	1.02	.34	.53	.29	.82	.38
3	.33	.38	.71	.59	2.58	1.12	.92	.52	.46	.26	.18	.33
4	.29	.55	.59	.35	2.30	1.01	.89	.47	.44	.33	.41	.26
5	.24	.45	.52	.63	2.17	1.12	.62	.45	.37	.39	.38	.28
6	.17	.38	.43	.59	2.00	1.02	.46	.45	.35	.35	.36	.26
7	.18	.37	.41	.49	1.84	1.29	.73	.47	.40	.35	.34	.21
8	.30	.32	.45	.76	1.66	1.22	.76	.48	.52	.35	.32	.25
9	.30	.29	.57	.64	1.53	1.21	.76	.50	.49	.32	.29	.34
10	.26	.33	.69	.58	1.45	1.37	.76	.39	.44	.26	.21	.22
11	.28	.90	.32	.53	1.40	1.34	.76	.45	.42	.25	.33	.17
12	.24	.65	.24	.56	1.25	1.31	.76	.46	.32	.35	.57	.24
13	.16	.44	.87	1.17	.88	1.24	.69	.48	.27	.35	.44	.25
14	.22	.48	.42	.89	1.16	1.25	.69	.47	.41	.34	.37	.23
15	.30	.78	.25	.92	1.09	1.38	.63	.36	.42	.32	.38	.36
16	.30	.73	.54	1.06	1.25	1.40	.63	.34	.41	.26	.30	.33
17	.24	1.23	.53	.77	1.32	1.48	.66	.50	.42	.22	.20	.29
18	.27	.95	.48	.49	.74	2.06	.69	.46	.40	.30	.37	.30
19	.25	.67	.57	.76	.97	2.09	.69	.43	.33	.79	.35	.26
20	.25	.93	.62	1.00	1.05	2.14	.69	.45	.24	1.26	.34	.24
21	.59	.77	.83	.71	1.22	1.83	.63	.43	.38	1.24	.32	.20
22	.75	.68	.93	.65	1.27	1.51	.63	.33	.41	1.21	.31	.21
23	.64	.53	1.00	.60	1.43	1.57	.63	.36	.40	1.14	.27	.26
24	.40	.46	.77	.65	1.16	1.52	.61	.38	.55	1.05	.20	.26
25	.35	.79	.83	1.28	1.13	1.40	.58	.39	.42	1.18	.33	.28
26	.27	.65	.79	1.17	1.10	1.47	.61	.54	.32	1.33	.32	.24
27	.21	.64	.73	1.28	1.03	1.43	.58	.45	.32	1.45	.32	.24
28	.34	.67	.48	1.32	1.23	1.23	.57	.47	.47	1.16	.31	.16
29	.36	.62	.44	1.47	1.68	1.20	.38	.29	.41		.26	.24
30	.53	.74	.87	1.88	1.23	1.09	.41	.32	.34		.25	.32
31	.87		1.03	3.76		1.24		.42	.37		.20	

CUADRO A.1.10

ACUEDUCTO NACIONAL "XAYA PIXCAYA"

Caudales medios diarios (m³/seg)

Estación: La Presa		CUENCA COYOLATE (Río Xayá)						Año Hidrológico 1974 - 75				
DIA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1	.02	.40	.31	.12	.05	.62	.11	.03	.03	.03	.02	.02
2	.04	.49	.29	.17	.08	.88	.09	.10	.05	.02	.02	.02
3	.06	.39	.24	.08	.09	.68	.11	.08	.07	.07	.02	.02
4	.05	.21	.22	.08	.06	.74	.14	.08	.04	.06	.04	.02
5	.02	.22	.42	.13	.07	.59	.12	.10	.02	.05	.04	.02
6	.06	.32	.24	.11	.06	.36	.13	.08	.07	.03	.04	.01
7	.08	.18	.14	.13	.05	.36	.11	.09	.06	.03	.04	.01
8	.05	.13	.18	.07	.07	.36	.10	.05	.06	.04	.04	.02
9	.04	.10	.15	.16	.11	.41	.09	.13	.06	.03	.02	.03
10	.04	.47	.14	.07	.10	.40	.09	.09	.04	.02	.03	.02
11	.03	.93	.12	.06	.08	.34	.10	.08	.04	.05	.02	.04
12	.01	.16	.14	.10	.07	.24	.13	.06	.03	.03	.03	.02
13	.05	.12	.29	.09	.07	.15	.11	.09	.08	.10	.03	.03
14	.04	.36	.22	.07	.08	.46	.10	.09	.05	.07	.03	.01
15	.04	.29	.21	.06	.05	.31	.07	.02	.04	.04	.03	.02
16	.03	.24	.14	.10	.11	.29	.08	.04	.04	.02	.01	.03
17	.05	.35	.15	.04	.09	.23	.07	.08	.02	.02	.02	.02
18	.09	.14	.13	.07	.10	.20	.09	.06	.04	.06	.02	.02
19	.03	.22	.14	.05	.09	.20	.13	.05	.02	.05	.03	.02
20	.08	.24	.13	.40	1.58	.18	.08	.04	.02	.04	.03	.02
21	.05	.45	.09	.08	1.25	.21	.08	.07	.03	.02	.03	.01
22	.06	1.02	.17	.05	1.89	.21	.09	.03	.04	.03	.02	.02
23	.04	.66	.28	.04	1.19	.20	.16	.02	.13	.02	.02	.03
24	.06	.51	.23	.04	1.02	.18	.63	.02	.06	.02	.02	.03
25	.08	.41	.16	.04	.71	.39	.13	.03	.03	.09	.02	.02
26	.08	.33	.14	.90	.49	.19	.09	.03	.03	.04	.02	.01
27	.22	.36	.14	.18	.76	.14	.08	.07	.04	.04	.02	.09
28	.09	.33	.10	.11	.90	.10	.19	.05	.08	.04	.02	.08
29	.66	.21	.11	.11	.76	.05	.07	.02	.07		.02	.02
30	.28	.49	.09	.08	.76	.18	.07	.06	.08		.02	.03
31	.19		.10	.05		.15		.08	.08		.02	

CUADRO A.1.11
ACUEDUCTO NACIONAL "XAYA PIXCAYA"

Caudales medios diarios (m³/seg)

Estación: La Presa			CUENCA COYOLATE (Río Xayá)					Año Hidrológico 1975 - 76				
DIA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1	.02	.01	.05	.02	.12	.15	.24	.11	.02	.04	.05	.07
2	.01	.06	.03	.03	.24	.54	.20	.09	.07	.05	.04	.08
3	.02	.06	.06	.02	.37	.36	.22	.08	.03	.06	.06	.07
4	.02	.07	.06	.03	.14	.21	.20	.08	.02	.08	.06	.08
5	.01	.09	.02	.02	.06	.31	.17	.10	.10	.02	.07	.06
6	.05	.12	.01	.02	.13	.16	.17	.05	.06	.02	.03	.05
7	.03	.15	.03	.04	.55	.16	.15	.04	.05	.02	.01	.05
8	.01	.27	.15	.03	.51	.17	.39	.12	.03	.02	.04	.04
9	.02	.11	.09	.06	.45	.17	.25	.08	.02	.02	.09	.04
10	.02	.07	.06	.01	1.48	.16	.25	.06	.04	.02	.04	.05
11	.01	.08	.05	.02	1.75	.13	.17	.07	.04	.02	.07	.06
12	.01	.05	.02	.04	1.41	.12	.24	.08	.10	.02	.08	.07
13	.03	.04	.01	.03	1.20	.14	.14	.03	.07	.02	.08	.06
14	.04	.02	.05	.03	.85	.67	.11	.03	.07	.02	.05	.05
15	.04	.02	.04	.03	.67	.30	.10	.07	.06	.02	.04	.04
16	.03	.07	.05	.02	.25	.14	.11	.07	.03	.02	.06	.05
17	.01	.05	.02	.01	.49	.27	.14	.08	.04	.02	.06	.06
18	.01	.05	.03	.95	.39	.14	.12	.06	.02	.03	.05	.06
19	.01	.05	.02	.20	.95	.16	.09	.07	.07	.03	.04	.07
20	.07	.05	.01	.62	.55	.12	.22	.03	.10	.03	.04	.07
21	.02	.02	.05	.19	.80	.12	.10	.02	.07	.04	.02	.06
22	.02	.01	.04	.14	.66	.13	.10	.10	.06	.03	.04	.07
23	.06	.04	.04	.09	1.38	.11	.10	.08	.06	.02	.08	.13
24	.09	.05	.06	.74	.60	.11	.17	.02	.03	.03	.07	.20
25	.02	.03	.19	.34	.35	.17	.05	.03	.02	.03	.07	.03
26	.13	.02	.13	.17	.25	.12	.03	.12	.06	.03	.06	.07
27	.08	.02	.03	.13	.13	.20	.10	.08	.07	.06	.05	.14
28	.24	.01	.07	.11	.20	.12	.07	.02	.05	.05	.03	.12
29	.08	.01	.05	.09	.20	.10	.05	.10	.04	.05	.05	.13
30	.05	.02	.07	.18	.16	.31	.06	.08	.05		.06	.20
31	.04		.03	.14		.47		.04	.03		.09	

CUADRO A.1.12
ACUEDUCTO NACIONAL "XAYA PIXCAYA"

Caudales medios diarios (m³/seg)

Estación: La Presa CUENCA COYOLATE (Río Xayá) Año Hidrológico 1976 - 77												
DIA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1	.15	.35	.72	.40	.32	.62	.33	.27	.31	.40	.28	.24
2	.17	.36	.82	.32	.26	.83	.35	.31	.31	.38	.30	.28
3	.20	.52	.85	.34	.32	.74	.41	.30	.43	.36	.32	.34
4	.16	.62	.80	.39	.34	.82	.38	.28	.39	.25	.34	.23
5	.16	.43	.58	.43	.24	.54	.29	.26	.42	.31	.28	.21
6	.15	.31	.76	.40	.26	.54	.28	.39	.37	.21	.46	.27
7	.16	.44	1.05	.42	.28	.83	.17	.32	.36	.31	.19	.25
8	.13	.71	.75	.28	.35	1.22	.36	.38	.33	.31	.25	.16
9	.11	.48	.73	.15	.26	1.08	.28	.44	.21	.31	.28	.28
10	.17	.68	.71	.17	.27	.78	.26	.45	.37	.34	.32	.27
11	.17	.63	.71	.17	.26	.86	.26	.45	.33	.31	.29	.22
12	.17	.93	.34	.17	.25	.86	.24	.37	.30	.30	.30	.23
13	.15	1.06	.40	.15	.27	.87	.23	.55	.32	.20	.16	.17
14	.14	.89	.36	.15	.21	.90	.15	.49	.31	.34	.25	.19
15	.12	.73	.39	.13	.37	.91	.32	.48	.32	.26	.33	.19
16	.12	.66	.43	.15	.39	.61	.28	.45	.23	.41	.18	.20
17	.46	.60	.43	.15	.29	.64	.31	.44	.29	.41	.16	.24
18	.43	.60	.43	.17	.63	.65	.28	.44	.29	.25	.10	.28
19	.20	.85	.43	.18	.37	.62	.24	.33	.26	.20	.26	.29
20	.22	1.23	.46	.19	.39	.61	.17	.50	.24	.45	.33	.24
21	.20	1.10	.47	.20	.33	.57	.14	.48	.24	.45	.33	.20
22	.26	1.15	.48	.19	.32	.56	.27	.40	.23	.30	.39	.17
23	.31	.96	.48	.17	.39	.55	.26	.37	.13	.53	.19	.20
24	.34	1.01	.47	.17	.28	.51	.26	.30	.28	.41	.20	.23
25	.31	1.04	.46	.20	.24	.50	.23	.30	.33	.49	.17	.27
26	.30	1.13	.46	.20	.34	.44	.28	.35	.29	.28	.20	.26
27	.24	.72	.48	.19	.32	.45	.23	.44	.30	.28	.24	.28
28	.24	.76	.48	.18	.38	.43	.13	.40	.30	.41	.27	.21
29	.27	.74	.48	.18	.38	.40	.30	.36	.29		.20	.20
30	.30	.86	.42	.18	.50	.35	.30	.36	.29		.25	.18
31	.42		.42	.18		.29			.42		.34	

CUADRO A.1.I3
CAUDALES MENSUALES PROMEDIOS EN M³/SEG.
ESTACION "LA SIERRA" y "LA PRESA"
RIO XAYA

MES	A Ñ O S											
	65-66	66-67	67-68	68-69	69-70	70-71	71-72	72-73	73-74	74-75	75-76	76-77
Mayo	0.43	0.57	0.46	0.65	0.38	0.36	0.28	0.33	0.33	0.08	0.04	0.22
Junio	0.73	2.09	0.66	0.82	1.32	0.36	0.40	0.37	0.61	0.35	0.05	0.75
Julio	0.49	2.28	0.82	0.72	1.38	1.01	0.47	0.40	0.62	0.18	0.50	0.55
Agosto	0.42	2.08	1.07	0.52	1.83	1.52	0.85	0.40	0.94	0.12	0.14	0.22
Septiembre	1.17	1.64	1.05	1.28	3.70	2.16	1.28	0.43	1.55	0.42	0.57	0.32
Octubre	1.11	1.70	1.46	1.65	1.61	1.05	2.29	0.42	1.38	0.32	0.20	0.66
Noviembre	0.50	0.83	0.60	1.09	0.70	0.59	0.74	0.35	0.68	0.12	0.15	0.26
Diciembre	0.41	0.61	0.52	0.53	0.57	0.48	0.41	0.29	0.42	0.06	0.06	0.38
Enero	0.36	0.52	0.47	0.39	0.44	0.53	0.28	0.30	0.40	0.05	0.05	0.30
Febrero	0.37	0.48	0.47	0.37	0.42	0.47	0.27	0.27	0.62	0.04	0.03	0.33
Marzo	0.35	0.49	0.45	0.35	0.37	0.40	0.25	0.24	0.35	0.02	0.05	0.26
Abril	0.37	0.61	0.47	0.33	0.31	0.38	0.23	0.23	0.26	0.02	0.07	0.23
$\bar{X}$ Anual	0.56	1.16	0.71	0.73	1.09	0.78	0.65	0.34	0.68	0.15	0.12	0.37

CUADRO A.1.14

ACUEDUCTO NACIONAL "XAYA PIXCAYA"

Caudales medios diarios (m³/seg)

Estación: El Tesoro CUENCA MOTAGUA (Río Pixcayá Año Hidrológico 1965 - 66)

DIA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1	.75	.70	2.03	1.53	.90	5.10	1.53	1.34	1.15	.95	1.00	1.08
2	.75	.70	3.03	1.34	.90	5.40	1.40	1.28	1.15	.95	1.08	1.00
3	.75	.75	2.03	1.23	.90	4.95	1.59	1.28	1.15	.95	1.08	1.08
4	.70	.75	1.84	1.59	.90	4.95	1.59	1.28	1.15	1.08	1.15	.95
5	.70	.80	1.65	1.65	.90	4.50	1.53	1.28	1.15	1.08	1.08	.95
6	.75	.75	1.46	1.40	.90	2.50	1.46	1.28	1.15	1.15	1.08	.95
7	.75	1.71	1.28	1.53	.80	3.03	1.46	1.28	1.15	1.15	1.00	1.65
8	.80	.95	1.15	1.78	1.00	2.50	1.40	1.23	1.23	1.08	1.00	1.08
9	.80	.95	1.08	2.19	1.59	2.27	1.40	1.23	1.23	1.00	1.00	.70
10	.80	1.23	1.00	2.03	1.71	1.35	1.40	1.28	1.23	1.08	1.08	.85
11	.80	.95	.90	1.90	1.23	2.19	1.40	1.15	1.23	1.08	1.08	.95
12	.80	2.19	1.00	1.71	1.23	2.19	1.34	1.15	1.23	1.08	1.08	.90
13	.80	1.08	1.00	1.84	1.00	2.11	1.34	1.15	1.15	1.08	1.08	.90
14	.80	1.08	.90	1.71	1.15	2.43	1.34	1.28	1.71	1.00	1.00	.95
15	.80	1.46	.85	1.59	1.28	2.35	1.40	1.34	1.34	.95	1.08	.90
16	.80	1.28	.80	1.53	1.46	2.43	1.46	1.34	.90	.95	1.08	.85
17	.80	1.15	.80	1.46	1.46	2.43	1.46	1.28	1.08	.95	1.08	1.00
18	.80	1.08	.75	1.40	1.46	2.35	1.46	1.23	1.23	.95	1.00	.90
19	.80	1.00	.75	1.28	1.71	2.19	1.78	1.15	1.23	1.08	.95	.85
20	1.23	.90	.75	1.28	1.96	2.03	1.34	1.15	1.00	1.00	.95	.85
21	1.28	.80	.75	1.23	5.70	2.03	1.28	1.15	1.00	1.08	.90	.95
22	1.65	.95	.75	1.15	5.70	2.03	1.28	1.15	1.00	1.08	.95	.90
23	1.34	1.28	.75	.85	4.50	1.96	1.28	1.23	1.00	1.15	.90	1.08
24	1.65	.90	.70	.85	5.15	1.90	1.28	1.28	1.00	1.15	.95	.85
25	2.03	.70	1.90	.85	5.10	1.78	1.34	1.15	1.00	1.15	.95	.80
26	.85	.80	1.53	.95	4.65	1.84	1.28	1.15	1.08	1.15	.95	.85
27	.70	.90	1.53	1.08	4.10	1.78	1.23	1.15	1.08	1.15	.95	.85
28	.70	3.70	1.53	1.00	2.95	1.71	1.28	1.15	1.15	1.08	.95	.80
29	.70	6.15	1.59	1.00	8.85	1.59	1.28	1.28	1.08		1.00	.85
30	.70	2.43	1.65	1.00	5.25	1.59	1.28	1.28	1.15		1.00	.90
31	.70		1.59			1.53		1.23	.95		1.08	

ACUEDUCTO NACIONAL "XAYA PIXCAYA"

Caudales medios diarios (m³/seg)

Estación: El Tesoro CUENCA MOTAGUA (Río Pixcayá) Año Hidrológico 1966 - 67												
DIA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1	1.09	.82	2.80	1.92	2.65	1.78	1.62	1.12	1.50	1.18	1.02	1.02
2	1.40	.71	2.57	1.83	2.28	1.78	1.62	1.12	1.35	1.09	1.02	1.02
3	1.53	.71	2.85	2.57	2.10	1.78	1.50	1.12	1.35	1.12	1.02	1.02
4	1.35	.86	1.85	2.79	1.92	1.62	1.50	1.12	1.50	1.29	.93	1.02
5	1.68	1.23	1.78	4.58	2.10	1.55	1.22	1.12	1.50	1.42	.93	1.02
6	1.66	1.17	1.62	2.90	2.52	1.70	1.35	1.12	1.50	1.56	.93	1.02
7	1.38	.71	1.50	3.82	2.65	1.50	1.35	1.12	1.50	1.56	1.02	1.12
8	1.45	.76	2.12	3.55	2.46	1.50	1.35	1.22	1.62	1.42	1.02	1.02
9	1.25	.91	1.86	2.86	2.46	1.50	1.22	1.12	1.50	1.29	1.02	1.27
10	.95	1.18	2.37	2.28	2.28	1.50	1.22	1.02	1.35	1.18	1.02	1.59
11	.74	.92	1.87	2.65	2.28	1.35	1.22	1.02	1.29	1.28	.93	1.35
12	.71	.85	2.63	2.46	2.28	1.35	1.22	1.02	1.42	1.10	.93	1.35
13	.71	.93	6.51	2.28	2.36	1.35	1.22	1.02	1.35	1.02	.93	1.22
14	.78	1.02	4.50	2.46	2.53	1.35	1.22	1.02	1.22	1.18	.93	1.35
15	.78	1.08	5.10	2.46	2.46	1.35	1.35	1.02	1.22	1.18	.93	1.35
16	.78	1.85	4.10	2.28	2.28	1.74	1.22	1.02	1.35	1.18	.93	1.35
17	.85	2.16	2.85	2.10	2.10	1.84	1.22	1.02	1.42	1.18	.93	1.78
18	.93	1.54	2.34	2.10	2.21	2.34	1.22	1.12	1.50	1.18	.93	1.22
19	.94	1.50	2.28	1.92	2.10	2.37	1.12	1.12	1.62	1.18	.92	1.02
20	.80	2.47	2.10	2.28	2.10	2.10	1.12	1.12	1.62	1.22	.93	1.12
21	.79	7.20	2.10	2.10	1.92	2.10	1.12	1.02	1.56	1.15	.93	1.23
22	.90	2.65	1.92	1.92	2.10	1.92	1.12	1.12	1.56	1.18	1.02	1.12
23	.93	4.80	1.78	1.92	1.92	2.10	1.12	1.12	1.42	1.18	1.02	1.02
24	.93	4.62	1.78	1.78	1.92	2.10	1.12	1.12	1.29	1.18	1.02	1.02
25	1.02	3.19	1.62	1.78	1.78	2.10	1.12	1.12	1.35	1.22	1.02	.93
26	.93	2.95	1.62	1.78	1.78	2.10	1.12	1.22	1.41	1.12	1.02	.93
27	1.02	3.74	1.62	3.82	1.62	1.92	1.12	1.35	1.56	.98	1.02	1.01
28	.78	4.18	1.62	3.82	1.62	1.92	1.12	1.50	1.56	.96	1.02	.93
29	.84	4.09	2.36	3.30	1.78	1.78	1.12	1.50	1.42		1.02	.93
30	.89	3.86	2.64	2.85	1.78	1.62	1.12	1.35	1.29		1.02	.93
31	1.08		1.35	2.65		1.62		1.25	1.18		1.02	

ACUEDUCTO NACIONAL "XAYA PIXCAYA"

Caudales medios diarios (m³/seg)

Estación: El Tesoro CUENCA MOTAGUA (Río Pixcayá) Año Hidrológico 1967 - 68

DIA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1	1.03	1.20	1.42	1.42	1.49	1.73	1.49	1.34	1.27	1.27	1.34	1.42
2	1.03	1.49	1.34	1.34	1.49	1.65	1.49	1.34	1.27	1.27	1.34	1.42
3	1.03	1.42	1.34	1.34	1.49	1.81	1.49	1.34	1.27	1.27	1.34	1.42
4	1.03	1.42	1.34	1.27	1.56	1.73	1.49	1.27	1.27	1.27	1.34	1.42
5	1.13	1.34	1.27	1.27	1.65	1.81	1.49	1.27	1.17	1.27	1.34	1.42
6	1.13	1.56	1.34	1.31	1.57	1.87	1.42	1.27	1.27	1.27	1.34	1.42
7	1.03	1.76	1.34	1.43	1.49	2.04	1.42	1.27	1.27	1.27	1.34	1.42
8	1.03	1.65	1.42	1.49	1.49	1.88	1.42	1.27	1.27	1.27	1.34	1.81
9	1.03	1.74	1.42	1.34	1.71	1.94	1.42	1.27	1.27	1.32	1.34	1.42
10	1.03	1.49	1.27	1.34	1.36	2.12	1.42	1.27	1.27	1.40	1.34	1.34
11	1.03	1.42	1.42	1.34	1.65	1.90	1.42	1.27	1.27	1.48	1.34	1.34
12	1.03	1.27	1.49	1.84	1.65	2.44	1.42	1.27	1.27	1.40	1.34	1.34
13	1.13	1.34	1.34	1.83	1.65	2.38	1.34	1.34	1.27	1.48	1.34	1.34
14	1.03	1.27	1.34	1.57	1.68	2.12	1.34	1.42	1.27	1.40	1.34	1.34
15	1.03	1.27	1.34	1.49	1.95	1.96	1.34	1.34	1.27	1.48	1.34	1.34
16	1.03	1.34	1.34	1.42	1.73	1.88	1.42	1.34	1.27	1.40	1.34	1.34
17	1.03	1.53	1.47	1.42	1.65	1.88	1.42	1.34	1.27	1.48	1.34	1.34
19	1.03	1.34	1.69	1.49	1.42	1.81	1.34	1.27	1.27	1.40	1.34	1.34
20	1.03	1.34	2.12	1.49	1.42	1.81	1.34	1.27	1.20	1.48	1.34	1.34
21	1.13	1.42	1.81	1.59	1.42	1.73	1.34	1.27	1.27	1.48	1.34	1.34
22	1.03	1.49	1.65	1.66	1.42	1.65	1.34	1.27	1.27	1.40	1.34	1.34
23	1.03	1.42	1.49	1.84	1.42	1.57	1.34	1.27	1.27	1.40	1.34	1.34
24	1.03	1.34	1.42	1.65	1.42	1.57	1.34	1.27	1.27	1.40	1.34	1.34
25	1.13	1.34	1.34	1.57	1.42	1.57	1.34	1.27	1.27	1.32	1.34	1.34
26	1.13	1.27	1.42	1.57	1.42	1.57	1.34	1.27	1.20	1.32	1.34	1.34
27	.49	1.27	1.34	1.64	1.49	1.49	1.27	1.27	1.27	1.32	1.34	1.34
28	.70	1.27	1.42	1.65	1.65	1.49	1.34	1.27	1.27	1.40	1.34	1.34
29	.77	1.63	1.34	1.49	1.73	1.42	1.34	1.27	1.27	1.32	1.34	1.34
30	.84	1.52	1.42	1.49	1.88	1.42	1.34	1.27	1.27		1.34	1.34
31	.91		1.34	1.57		1.42		1.27	1.27		1.34	

CUADRO A.1.17

ACUEDUCTO NACIONAL "XAYA PIXCAYA"

Caudales medios diarios (m³/seg)

Estación: El Tesoro CUENCA MOTAGUA (Río Pixcayá) Año Hidrológico 1968 - 69												
DIA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1	1.49	1.96	1.78	1.32	1.48	1.80	1.65	.91	1.05	.94	.91	.56
2	1.65	2.51	1.78	1.32	1.40	1.65	1.49	.91	1.05	.98	.91	.62
3	1.65	1.72	1.90	1.32	2.00	1.65	1.49	.91	.98	.94	.98	.62
4	1.65	2.28	1.85	1.40	1.48	1.96	1.45	.91	.98	.98	.91	1.17
5	1.65	2.20	2.12	1.62	1.85	1.96	1.74	.91	.98	.91	.84	.58
6	1.65	1.65	2.00	1.62	1.78	2.60	1.50	.91	.98	.91	.84	.56
7	1.65	1.49	1.90	1.70	2.00	2.12	1.28	.91	.98	.94	.76	.56
8	1.65	1.65	2.00	1.55	2.44	1.96	1.26	.91	.98	.91	.76	.51
9	1.65	1.65	1.78	1.48	2.05	1.96	1.26	.91	.98	.91	.76	.71
10	1.65	1.72	1.70	1.48	2.05	1.80	1.26	.91	.98	.91	.70	.62
11	1.65	1.65	1.70	1.40	1.78	1.96	1.26	.91	.91	.94	.62	.70
12	1.65	1.65	1.78	1.32	1.85	2.12	1.22	.98	.91	.94	.62	.76
13	1.65	1.80	1.90	1.40	1.70	2.12	1.22	1.01	.91	.98	.62	.84
14	1.68	1.80	1.78	1.32	1.70	2.44	1.26	1.05	.91	.98	.62	.84
15	1.49	2.28	1.55	1.40	1.62	1.96	1.26	1.05	.91	.91	.60	.84
16	1.49	2.38	1.48	1.32	1.70	1.80	1.26	1.08	.91	.94	.70	.84
17	1.49	1.96	1.48	1.32	1.70	1.80	1.20	1.12	.91	.98	.62	.84
18	1.49	1.80	1.48	1.32	2.60	1.96	1.20	1.12	.91	.91	.62	.91
19	1.49	2.12	1.48	1.55	2.82	2.28	1.20	1.12	.91	.91	.62	.91
20	1.96	2.38	1.48	1.70	3.08	2.12	1.20	1.08	.91	.94	.62	.84
21	1.65	2.28	1.63	1.78	3.47	2.05	1.12	1.08	.91	.96	.62	.84
22	1.65	3.08	1.55	1.78	2.90	2.12	1.12	1.05	.91	.94	.62	.84
23	1.49	1.96	1.48	1.55	3.22	3.14	1.05	1.05	.84	.96	.62	.91
24	1.34	1.56	1.40	1.48	2.28	3.87	1.05	1.05	.91	.94	.62	.91
25	2.12	1.49	1.40	1.40	2.05	2.82	1.05	1.05	.91	.91	.56	.91
26	2.38	1.56	1.32	1.40	2.12	2.60	1.05	1.08	.91	.94	.56	.91
27	1.72	1.65	1.32	1.40	2.12	2.12	1.05	1.08	.95	.91	.49	.91
28	1.65	1.80	1.32	1.32	2.05	2.68	.98	1.08	.98	.94	.56	.91
29	1.49	1.96	1.32	1.32	1.85	1.80	.98	1.12	.98		.56	.84
30	1.49	2.38	1.32	1.32	1.78	1.65	.98	1.08	.91		.56	.86
31	1.49		1.32	1.48		1.65		1.05	.91		.56	

ACUEDUCTO NACIONAL "XAYA PIXCAYA"

Caudales medios diarios (m³/seg)

Estación: El Tesoro CUENCA MOTAGUA (Río Pixcayá) Año Hidrológico 1969 - 70												
DIA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1	.83	.97	1.11	1.11	1.48	1.85	1.11	.70	1.78	1.03	1.11	.90
2	.83	.90	1.11	1.18	1.48	1.90	1.11	.70	1.78	1.18	1.03	.90
3	.83	.90	1.25	1.62	1.70	1.63	1.18	.70	1.78	1.18	.97	.90
4	.90	.90	1.56	1.85	2.44	1.74	1.18	.76	1.78	1.18	.90	.90
5	.97	.97	1.11	1.90	5.58	1.85	1.11	.76	1.85	1.18	.83	.90
6	.83	1.32	1.11	1.90	3.47	2.03	1.11	.76	1.78	1.11	.83	.90
7	.90	1.13	1.03	1.85	2.97	1.90	1.11	.76	1.49	1.03	.76	.90
8	.90	1.18	1.55	1.85	2.68	1.90	1.11	.70	1.11	1.03	.76	.90
9	.90	.97	1.70	2.09	2.75	1.85	1.11	.83	1.03	1.18	.97	.90
10	.97	.97	1.55	2.20	2.60	1.78	.97	1.25	1.03	1.18	.97	.90
11	.97	.97	1.70	2.12	2.71	1.70	.90	1.62	.97	1.18	.90	.83
12	.90	1.03	1.70	2.16	2.44	1.63	.90	1.62	.97	1.18	.90	.83
13	.97	1.03	1.62	2.00	2.55	1.75	.97	1.62	1.03	1.18	.90	1.08
14	.97	1.25	1.48	1.88	2.12	1.32	.97	1.62	1.03	1.11	.90	.75
15	.97	1.25	1.48	1.78	1.85	1.32	.90	1.62	1.03	1.11	.90	.83
16	.90	1.25	1.40	1.71	1.90	1.86	.90	1.70	1.03	1.11	.97	.63
17	.98	1.25	1.48	1.90	1.78	1.75	.83	1.70	1.03	1.11	.97	.50
18	1.11	1.18	1.48	1.78	1.85	1.48	.76	1.70	1.03	1.11	.97	.37
19	.90	1.18	1.55	1.78	2.08	1.40	.76	1.70	.97	1.11	.90	.37
20	.90	1.18	1.55	1.78	1.90	1.90	.83	1.70	.97	1.11	.90	1.03
21	.90	1.18	1.55	1.78	1.82	2.32	.76	1.78	.97	1.18	.90	1.03
22	.83	1.18	1.55	1.78	2.12	1.85	.76	1.78	.97	1.18	.90	1.03
23	.83	1.18	1.48	1.78	2.56	1.78	.76	1.78	1.03	1.03	.90	1.03
24	.83	1.11	1.48	1.78	2.44	1.63	.70	1.78	1.03	1.03	.90	1.11
25	.83	1.11	1.48	1.68	2.60	1.55	.70	1.78	1.03	1.03	.83	1.11
26	.97	1.11	1.48	1.70	2.51	1.40	.70	1.78	.97	1.03	.83	1.11
27	1.03	1.11	1.48	1.70	2.38	1.40	.70	1.78	.97	1.11	.76	.97
28	.97	1.11	.97	1.62	2.38	1.32	.70	1.78	.97	1.11	.76	1.03
29	.90	1.11	1.03	1.62	2.00	1.32	.70	1.78	.97		.70	1.03
30	.95	1.11	1.03	1.48	2.00	1.47	.70	1.78	.97		.90	1.03
31	.22		1.11	1.48		1.25		1.78	1.03		.90	

CUADRO A.1.19
ACUEDUCTO NACIONAL "XAYA PIXCAYA"

Caudales medios diarios (m³/seg)

Estación: El Tesoro CUENCA MOTAGUA (Río Pixcayá) Año Hidrológico 1972 - 73

DIA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1	.74	.74	.86	.97	.74	.97	.74	.86	.86	.86	.62	.74
2	.74	1.09	.74	.97	.74	1.09	.74	.86	.86	.86	.62	.74
3	.74	1.15	.74	.97	.74	1.09	.74	.86	.86	.86	.62	.74
4	.74	1.16	.74	.97	.74	1.21	.93	.86	.86	.86	.62	.74
5	.74	1.02	.74	.97	.74	1.21	.86	.86	.86	.86	.62	.74
6	.74	1.63	.74	.97	.74	1.21	.74	.86	.86	.86	.62	.74
7	.74	1.51	.74	.97	.74	1.21	.74	.86	.86	.86	.62	.74
8	.74	.97	.74	.97	.74	1.21	.74	.86	.86	.86	.62	.74
9	.74	1.21	.74	.97	.74	1.21	.74	.86	.86	.74	.74	.74
10	.74	.97	.74	.97	.86	1.21	.74	.86	.86	.74	.74	.86
11	.74	.97	.86	.97	.86	1.21	.86	.86	.86	.62	.74	.74
12	.74	1.01	.86	1.15	.86	1.21	.86	.86	.86	.62	.74	.74
13	.74	1.09	.86	1.18	.86	1.21	.86	.86	.86	.62	.74	.74
14	.82	.97	.86	.97	.95	1.09	.86	.86	.86	.62	.74	.74
15	.80	.86	.97	1.09	.86	.97	.86	.86	.86	.62	.74	.74
16	.86	.86	.97	.86	.88	.97	.92	.86	.86	.62	.74	.74
17	.92	.86	.97	.86	.97	.86	.86	.86	.86	.62	.74	.74
18	1.73	.88	.97	.86	.97	.86	.86	.86	.86	.62	.74	.74
19	.78	1.01	.97	.74	.86	1.09	.86	.86	.86	.62	.74	.74
20	.74	.97	.97	.74	.86	1.21	.86	.86	.86	.62	.74	.74
21	.74	.86	.97	.74	1.21	1.21	.86	.86	.86	.74	.62	.74
22	.74	1.21	.97	.78	.97	1.21	.86	.86	.74	.74	.62	.74
23	.74	.97	.97	.89	1.11	1.21	.86	.86	.74	.74	.62	.74
24	.74	.97	.97	.86	1.51	1.21	.86	.86	.74	.74	.62	.74
25	.74	1.09	1.18	.86	1.45	1.09	.86	.86	.74	.62	.62	.74
26	.74	1.21	1.53	.86	1.45	.95	.86	.86	.74	.62	.62	.74
27	.74	.97	1.21	.79	1.21	.86	.86	.86	.74	.62	.62	.74
28	.74	.97	1.35	1.09	.97	.86	.86	.86	.74	.62	.62	.74
29	.74	.97	.97	.86	.97	.86	.86	.86	.74		.62	.74
30	.74	.86	.97	1.03	.97	.74	.86	.86	.74		.62	.74
31	.74		.97	.86		.74		.86	.74		.62	

ACUEDUCTO NACIONAL "XAYA PIXCAYA"

Caudales medios diarios (m³/seg)

Estación: El Tesoro CUENCA MOTAGUA (Río Pixcayá) Año Hidrológico 1973 - 74												
DIA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1	.66	1.11	1.36	1.61	5.68	2.36	1.62	1.11	.88	.77	.88	.88
2	.66	.99	1.23	1.90	3.72	2.23	1.49	1.11	.88	.77	.88	.88
3	.66	1.07	1.23	1.36	2.68	2.32	1.36	1.11	.88	.77	.88	.88
4	.66	1.21	1.23	1.66	2.20	2.08	1.36	1.11	.76	.77	.88	.88
5	.57	.95	1.03	1.67	2.05	2.13	1.36	1.11	.85	.77	.88	.88
6	.57	.88	.88	2.10	1.91	2.38	1.36	1.11	.72	.72	.88	.88
7	.57	.88	.99	1.64	1.76	2.66	1.36	1.11	.77	.66	.77	.88
8	.57	.88	.99	1.86	1.76	2.51	1.23	1.11	.80	.66	.77	.88
9	.57	.88	.99	2.24	1.62	2.38	1.25	1.11	.77	.66	.77	.82
10	.59	.89	.99	1.76	1.62	2.36	1.23	1.11	.77	.66	.77	.77
11	.66	1.00	.77	1.60	1.62	2.63	1.23	1.11	.77	.66	.80	.86
12	.66	.94	.77	1.54	1.62	2.36	1.11	.99	.72	.66	.89	.93
13	.57	.88	1.37	1.42	1.49	2.36	1.11	.99	.77	.66	.80	.88
14	.66	.88	.82	1.75	1.36	2.20	.99	.99	.66	.66	.88	.88
15	.66	1.22	.66	1.98	1.36	2.05	.99	.99	.77	.66	.88	.88
16	.66	1.23	.68	2.25	1.23	2.05	.99	.99	.77	.66	.88	.88
17	.66	1.11	.72	1.62	1.23	1.93	.99	.99	.66	.66	.88	.88
18	.66	1.11	.72	1.49	1.23	2.10	.99	.99	.66	.72	.88	.88
19	.79	1.11	1.19	1.52	1.23	2.40	.88	.99	.66	.77	.88	.88
20	.85	1.11	1.82	1.81	1.23	2.86	.88	.99	.66	.77	.88	.82
21	2.29	1.11	1.64	1.36	1.76	3.01	.88	.99	.84	.77	.88	.77
22	2.37	1.11	1.49	1.23	3.04	2.68	.88	.99	.93	.77	.88	.88
23	1.37	1.11	1.23	1.23	1.89	3.35	.88	.99	.77	.77	.88	.88
24	.99	1.11	1.29	1.23	1.36	1.46	.88	.99	.77	.88	.88	.88
25	.99	1.11	1.36	2.72	1.11	2.21	.88	.99	.77	.88	.88	.88
26	.99	1.49	1.23	1.76	.99	2.23	.88	.99	.77	.88	.88	.88
27	.99	2.51	1.23	1.76	.88	2.05	.88	.99	.77	.88	.88	.88
28	.99	1.80	1.11	2.20	1.24	1.91	.93	.99	.77	.88	.88	.88
29	1.11	1.56	1.14	3.44	2.54	1.91	.99	.99	.77		.88	.88
30	1.09	1.36	2.94	4.09	2.44	1.76	.99	.99	.77		.88	.88
31	1.87		1.36	6.98		1.78		.99	.77		.88	

ACUEDUCTO NACIONAL "XAYA PIXCAYA"

Caudales medios diarios (m³/seg)

Estación: El Tesoro CUENCA MOTAGUA (Río Pixcayá) Año Hidrológico 1974 - 75												
DIA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1	.88	.79	1.60	.93	.77	2.05	1.24	.77	.47	.66	.57	.57
2	.88	.94	1.56	.88	.77	1.91	.99	.77	.57	.66	.57	.57
3	.88	.77	1.57	1.64	.77	1.95	.88	.77	.52	.66	.57	.57
4	.88	.93	1.49	.77	.77	1.94	.88	.77	.52	.66	.57	.57
5	.88	.66	1.42	1.09	1.02	1.83	.77	.77	.47	.66	.57	.57
6	.88	2.60	1.36	.82	.88	1.72	.77	.77	.47	.66	.57	.57
7	.88	.93	1.36	.77	1.12	1.56	.77	.77	.47	.66	.57	.57
8	.88	.88	1.42	.90	1.19	1.42	.77	.77	.47	.66	.70	.57
9	.82	1.50	1.05	1.18	1.19	1.29	.77	.77	.47	.66	.67	.57
10	.77	2.28	.99	.81	1.11	1.23	.77	.77	.47	.66	.57	.57
11	.82	1.85	.99	.77	.88	1.23	.77	.77	.47	.66	.57	.57
12	.82	1.30	1.13	.77	.77	1.11	.77	.66	.47	.66	.57	.57
13	.88	1.17	1.71	.77	.82	1.11	.77	.66	.47	.66	.57	.57
14	.88	1.64	1.41	14.90	.82	1.55	.77	.62	.77	.66	.57	.57
15	.82	2.33	1.17	.89	.77	1.23	.77	.57	.77	.66	.57	.57
16	.88	2.35	.99	.97	.77	1.29	.77	.57	.77	.66	.57	.57
17	1.05	2.25	.99	.84	1.01	1.11	.77	.57	.77	.66	.57	.57
18	1.05	1.98	.99	.80	1.13	1.11	.77	.57	.77	.66	.57	.57
19	.93	1.83	.99	.82	1.11	1.11	.77	.57	.77	.66	.57	.57
20	.88	1.76	.99	.88	3.67	.99	.77	.57	.77	.66	.57	.57
21	.94	2.32	.99	.77	4.00	.99	.77	.62	.77	.66	.57	.57
22	1.05	4.80	1.20	.77	3.08	.99	.77	.57	.77	.66	.57	.57
23	1.10	2.62	1.32	.77	2.57	.99	.77	.57	.77	.66	.57	.53
24	.77	2.28	1.02	.82	2.24	.99	.77	.57	.77	.66	.57	.52
25	1.14	1.98	.93	.88	2.05	.99	.77	.57	.77	.66	.57	.52
26	.88	1.69	.93	1.05	1.86	.99	.77	.57	.72	.63	.57	.52
27	1.19	1.95	.88	.90	3.56	.99	.82	.57	.66	.57	.57	.47
28	1.81	1.36	.88	.94	4.25	.99	.66	.57	.66	.57	.57	.47
29	2.89	1.49	.82	.84	2.70	.99	.66	.57	.77		.57	.47
30	1.31	1.80	.88	.77	2.46	.99	.66	.57	.66		.57	.47
31	.79		.95	12.50		.99		.57	.66		.57	

ACUEDUCTO NACIONAL "XAYA PIXCAYA"

Caudales medios diarios (m³/seg)

Estación: El Tesoro CUENCA MOTAGUA (Río Pixcayá) Año Hidrológico 1975 - 76												
DIA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1	.68	.81	1.02	.76	1.38	1.54	.94	.76	.78	.80	.73	.73
2	.68	.96	.99	.84	1.30	2.25	.94	.76	.76	.80	.74	.73
3	.68	.88	1.02	.75	1.54	1.98	.97	.80	.76	.80	.74	.73
4	.68	1.02	1.02	.77	1.32	1.84	.92	.80	.76	.72	.73	.73
5	.66	1.07	.97	.79	1.23	1.80	.90	.80	.76	.70	.73	.73
6	.66	.87	.97	.89	2.74	1.84	.87	.80	.80	.70	.73	.73
7	.66	1.44	.93	.81	2.34	1.72	.89	.80	.80	.89	.73	.73
8	.66	.83	1.03	.71	2.71	1.76	.95	.80	.80	.74	.73	.73
9	.66	.82	1.02	.71	1.98	1.76	.89	.76	.80	.72	.73	.74
10	.66	.92	1.02	.71	3.01	1.72	.87	.76	.80	.73	.73	.73
11	.66	.87	.85	.71	5.11	1.65	.91	.76	.80	.73	.73	.73
12	.66	.83	.81	.85	3.63	1.65	.87	.76	.80	.73	.73	.73
13	.68	.81	.81	.85	3.03	1.78	.83	.76	.80	.73	.73	.73
14	.68	.80	.81	.85	2.58	1.72	.83	.76	.80	.73	.73	.73
15	.73	.91	.85	.83	2.27	1.61	.83	.76	.80	.73	.73	.73
16	.69	.85	.77	.81	2.09	1.61	.81	.76	.80	.73	.73	.73
17	.68	1.03	.77	1.01	2.09	1.74	.80	.76	.80	.73	.73	.73
18	.69	.86	.77	2.45	2.11	1.65	.80	.76	.80	.73	.75	.73
19	.66	.89	.74	1.58	1.94	1.68	.80	.76	.80	.73	.73	.74
20	.68	.87	.74	1.92	1.89	1.58	.80	.76	.80	.73	.73	.75
21	.69	.85	.74	1.51	1.34	1.58	.83	.76	.80	.73	.73	.73
22	.79	.85	.74	1.35	1.78	1.58	.80	.76	.80	.73	.73	.72
23	.79	.85	.77	1.42	1.72	1.54	.80	.76	.80	.73	.73	.70
24	.70	.85	.91	2.21	1.68	1.51	.80	.76	.80	.73	.73	.70
25	.66	.85	.93	1.61	1.61	1.65	.80	.76	.80	.73	.73	.73
26	.76	.86	.91	1.42	1.58	.83	.78	.76	.80	.73	.73	.78
27	.95	.89	.85	1.35	1.58	.85	.76	.78	.80	.73	.73	.77
28	.91	.89	.90	1.30	1.54	.83	.76	.78	.80	.76	.73	.73
29	.79	.95	.91	1.30	1.51	.83	.76	.80	.80	.73	.73	.75
30	.78	1.02	.83	1.32	1.51	1.26	.76	.80	.80		.73	.87
31	.78		.77	1.48		1.03		.80	.80		.79	

CUADRO A.1.23
CAUDALES MENSUALES PROMEDIOS EN M³/SEG.
ESTACION " EL TESORO "
RIO XAYA

MES	A Ñ O S											
	65-66	66-67	67-68	68-69	69-70	70-71	71-72	72-73	73-74	74-75	75-76	76-77
Mayo	0.91	1.03	1.00	1.64	0.93			0.79	0.87	0.98	0.71	
Junio	1.34	2.19	1.42	1.95	1.10			1.06	1.15	2.10	0.94	
Julio	1.27	2.48	1.44	1.62	1.39			0.93	1.10	1.16	0.88	
Agosto	1.40	2.58	1.50	1.45	1.73			0.90	2.03	1.72	1.18	
Septiembre	2.55	2.14	1.58	2.10	2.37			0.91	1.87	1.67	2.07	
Octubre	2.58	1.76	1.79	2.15	1.67			1.07	2.31	1.28	1.56	
Noviembre	1.40	1.25	1.39	1.24	0.90			0.83	1.06	0.79	0.84	
Diciembre	1.23	1.15	1.29	1.01	1.42			0.86	1.03	0.65	0.77	
Enero	1.14	1.43	1.26	0.94	1.17			0.82	0.75	0.63	0.79	
Febrero	1.06	1.21	1.37	0.94	1.12			0.71	0.74	0.65	0.74	
Marzo	1.02	0.98	1.34	0.68	0.89			0.07	0.86	0.58	0.73	
Abril	0.94	1.15	1.38	0.79	0.89			0.74	0.84	0.55	0.74	
$\bar{X}$ Anual	1.40	1.61	1.40	1.38	1.30			0.86	1.22	1.06	1.00	

CURVA DE DURACION DE CAUDALES, AÑO 1965-1966
ESTACION LA SIERRA-RIO XAYA

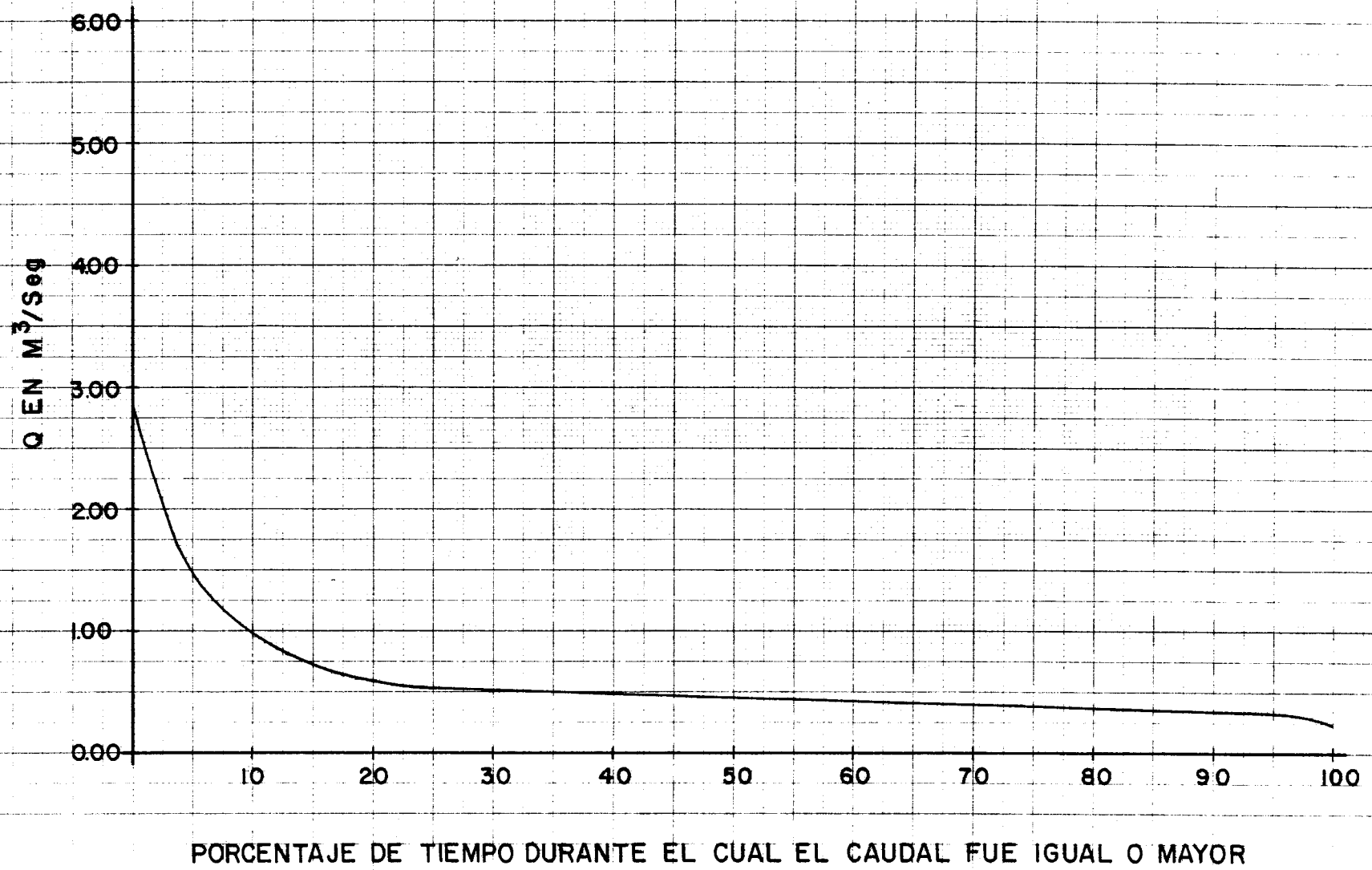
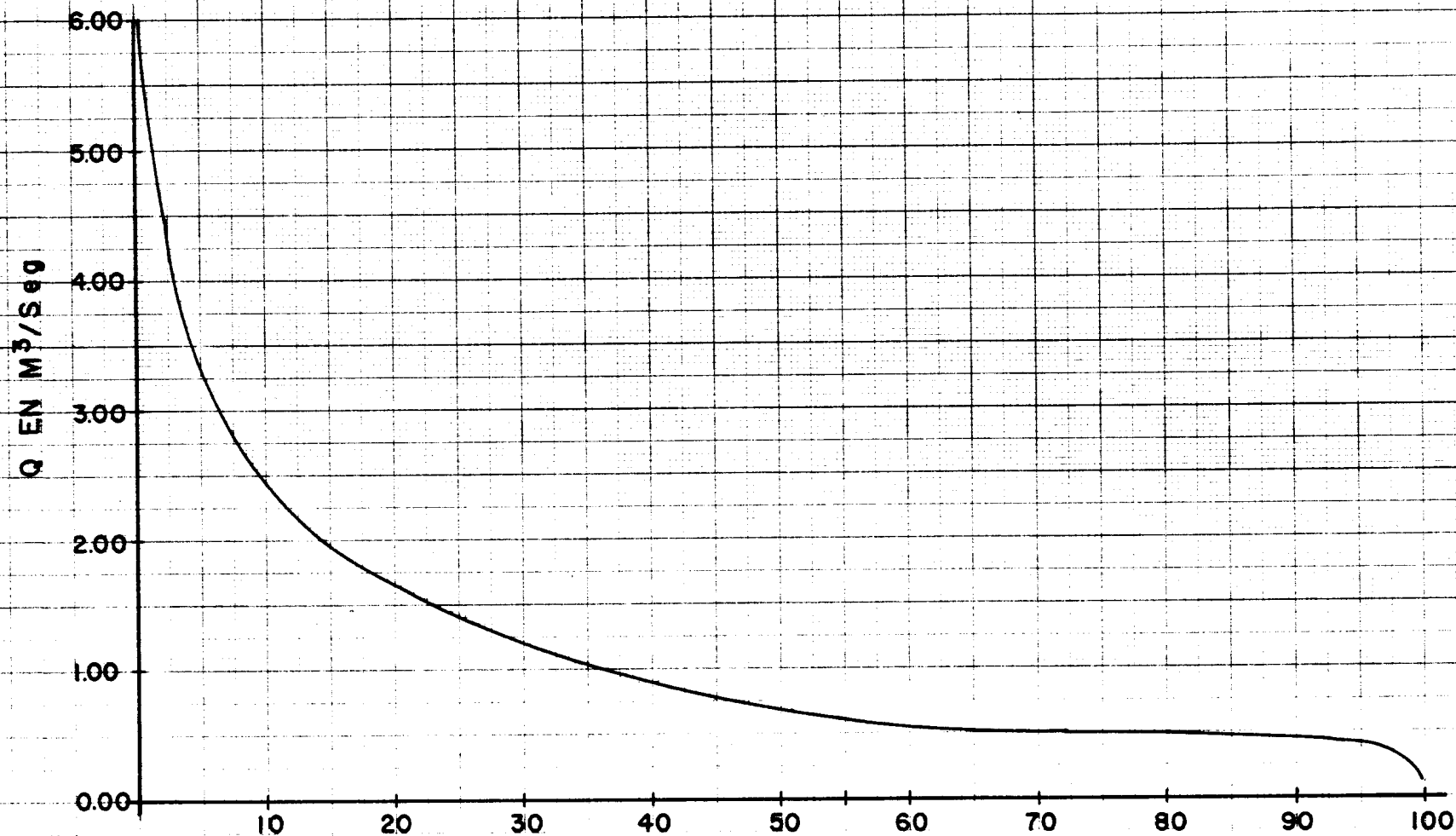


FIG. A.1.1

CURVA DE DURACION DE CAUDALES, AÑO 1966-1967
ESTACION LA SIERRA RIO XAYA



PORCENTAJE DE TIEMPO DURANE EL CUAL EL CAUDAL FUE IGUAL O MAYOR

FIG. A.1.2

CURVA DE DURACION DE CAUDALES, AÑO 1967-1968
ESTACION LA SIERRA-RIO XAYA

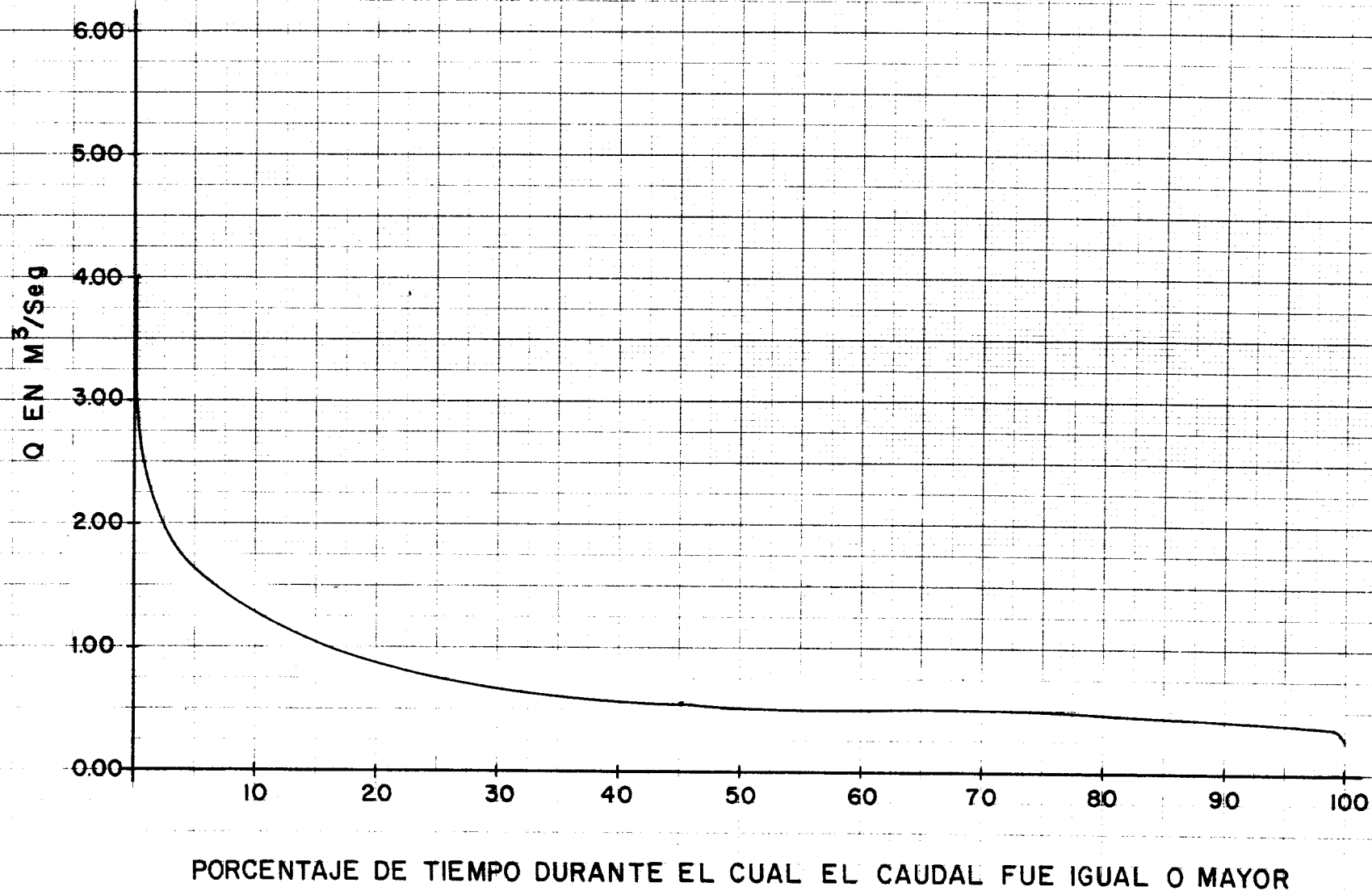
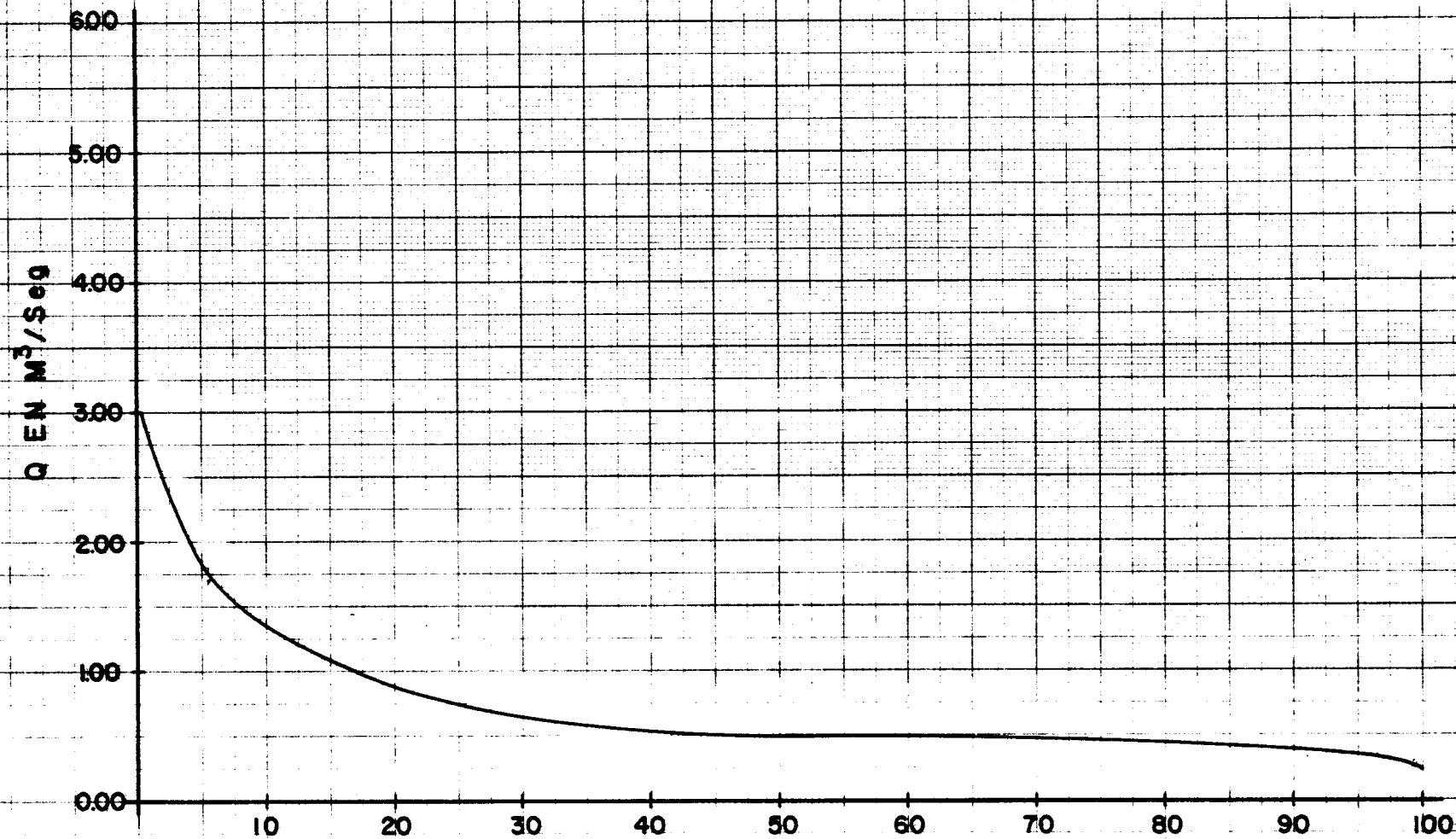


FIG. A.1.3

CURVA DE DURACION DE CAUDALES, AÑO 1968-1969
ESTACION LA SIERRA - RIO XAYA



PORCENTAJE DE TIEMPO DURANTE EL CUAL EL CAUDAL FUE IGUAL O MAYOR

CURVA DE DURACION DE CAUDALES, AÑO 1969-1970
ESTACION LA SIERRA-RIO XAYA

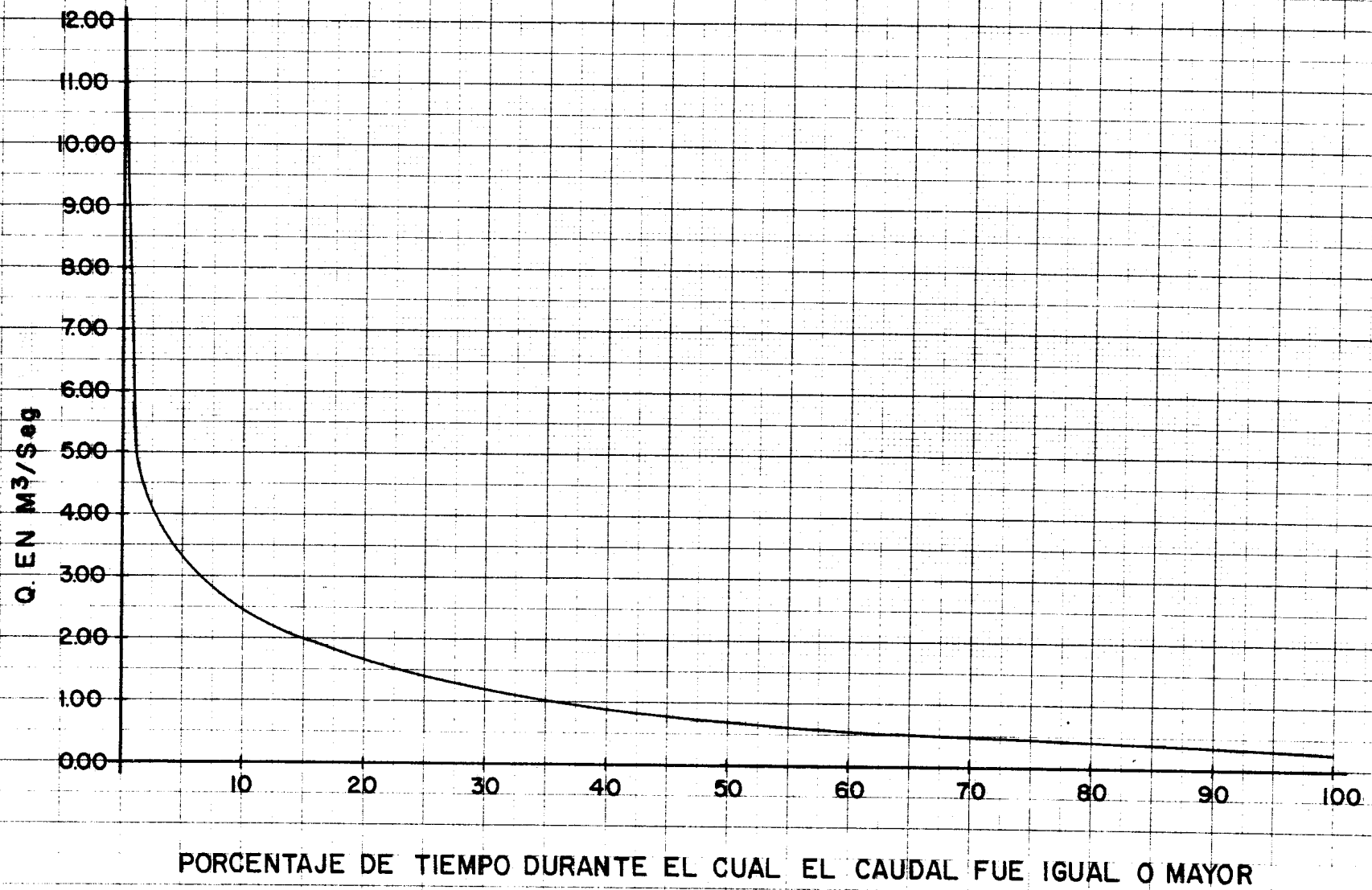


FIG. A.1.5

CURVA DE DURACION DE CAUDALES, AÑO 1970-1971
ESTACION LA SIERRA - RIO XAYA

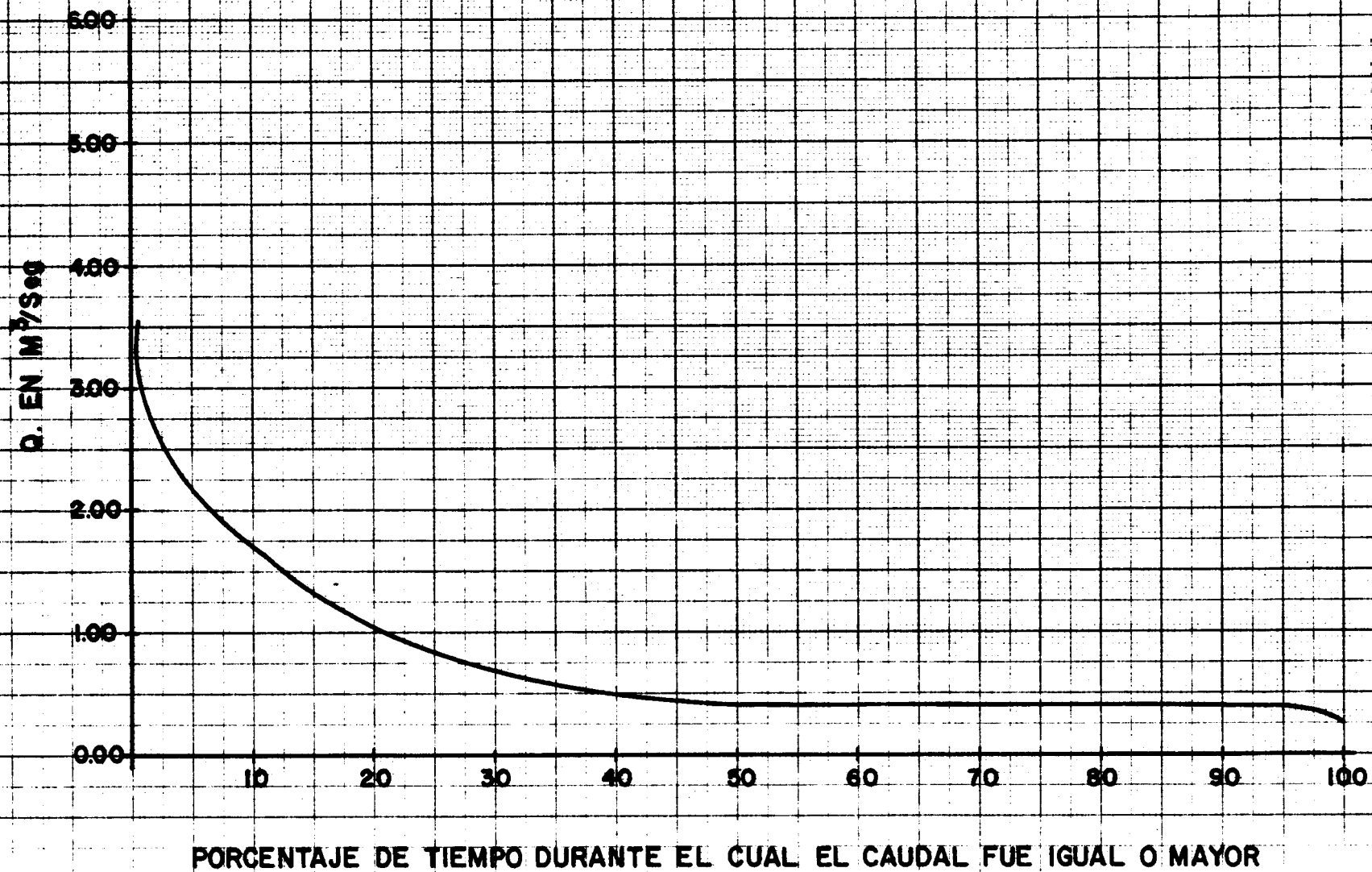


FIG. A.1.6

CURVA DE DURACION DE CAUDALES, AÑO 1971-1972
ESTACION LA SIERRA RIO-XAYA

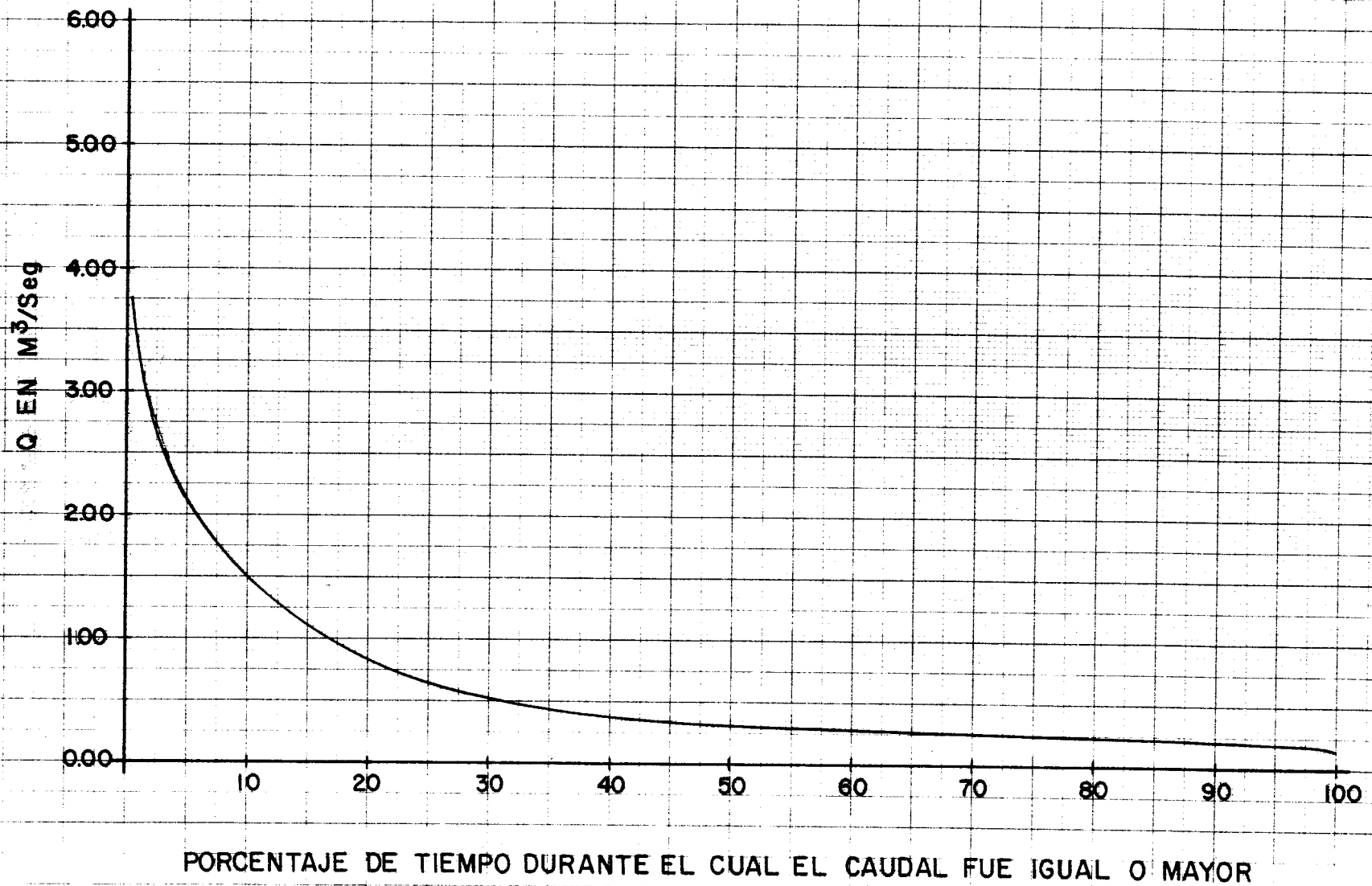
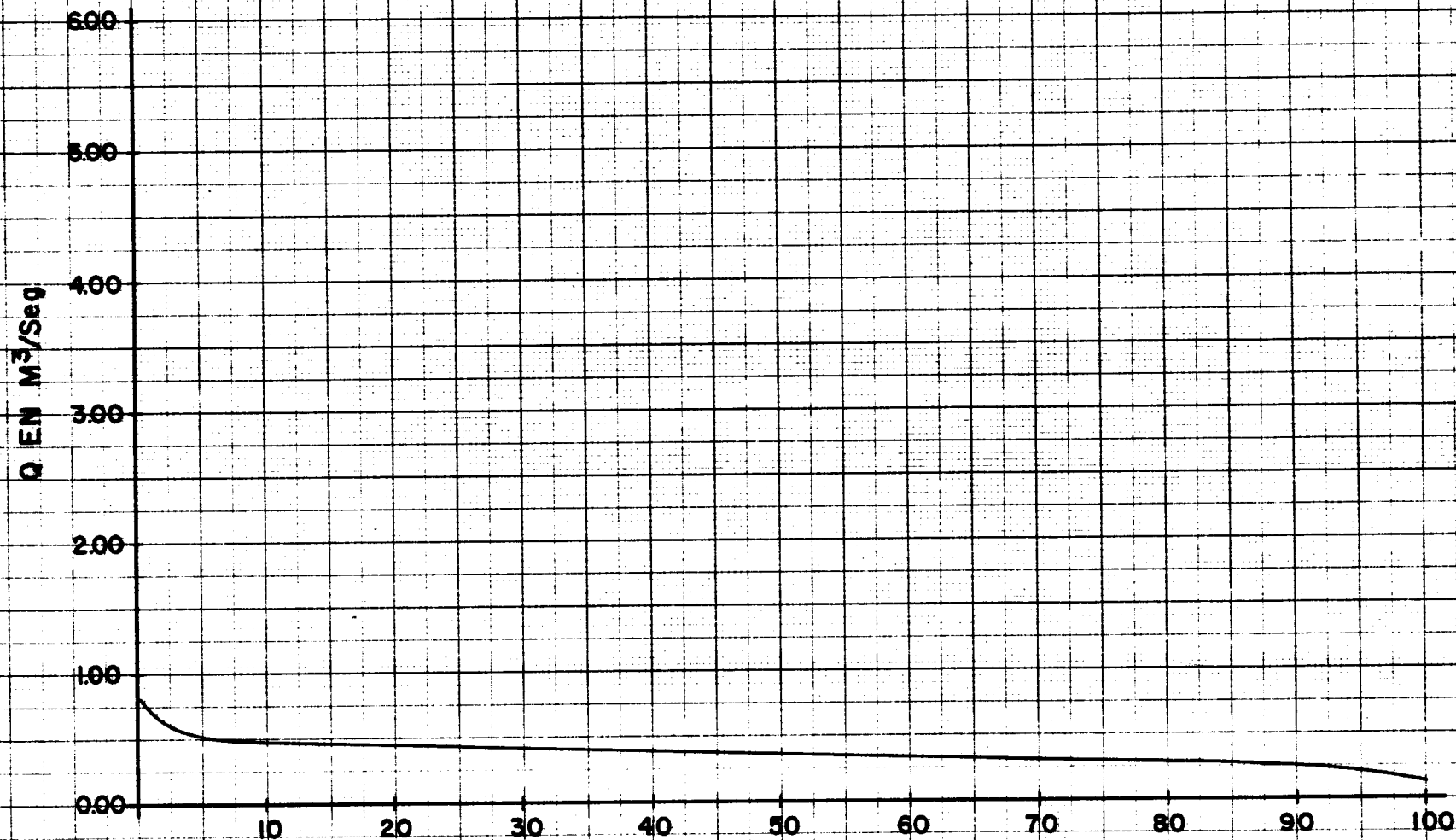


FIG. A.1.7

CURVA DE DURACION DE CAUDALES, AÑO 1972-1973
ESTACION LA PRESA RIO-XAYA



PORCENTAJE DE TIEMPO DURANTE EL CUAL EL CAUDAL FUE IGUAL O MAYOR

FIG. A.1.8

CURVA DE DURACION DE CAUDALES, AÑO 1973-1974
ESTACION LA PRESA RIO-XAYA

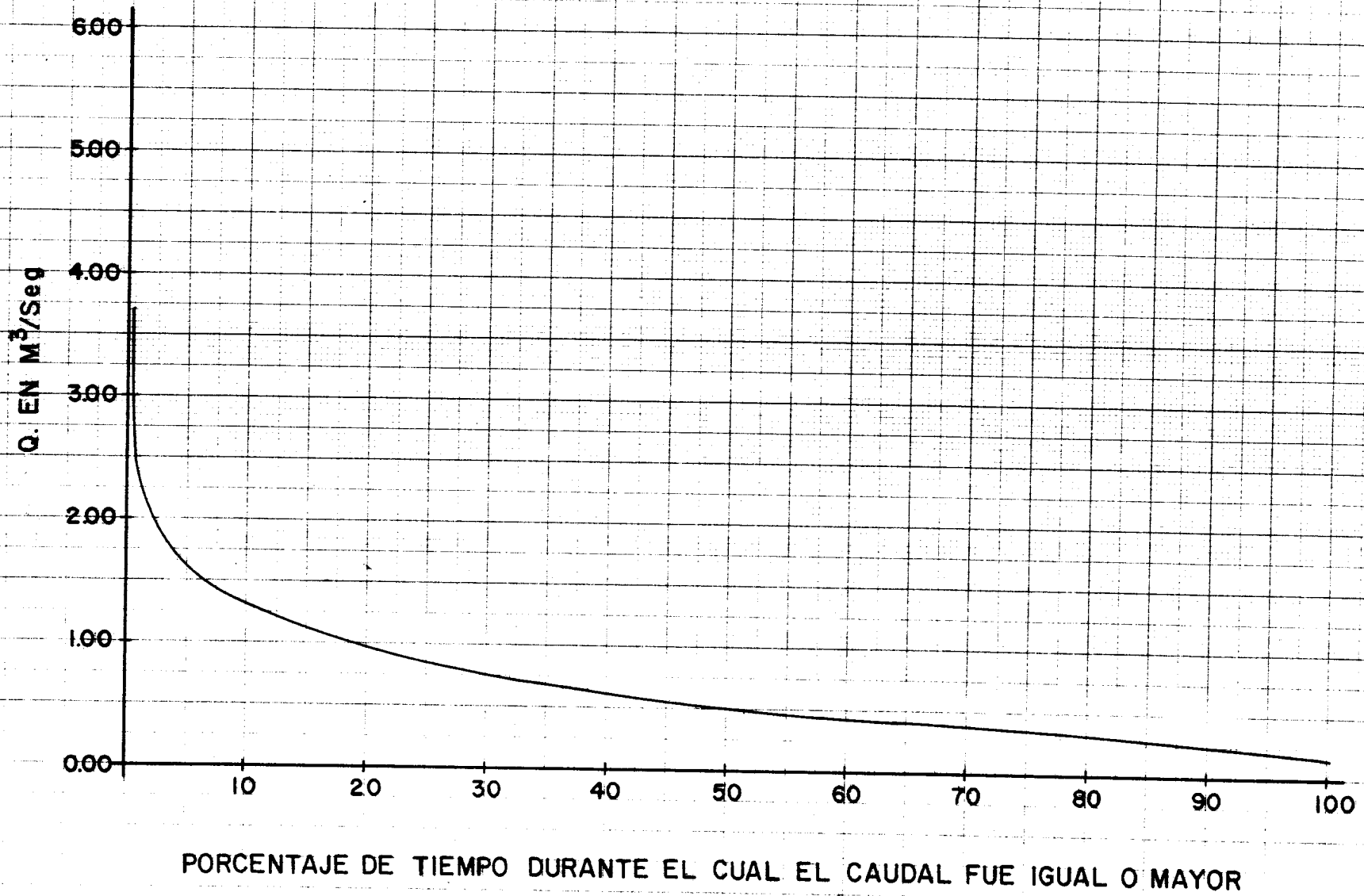


FIG. A.1.9

CURVA DE DURACION DE CAUDALES, AÑO 1974-1975
ESTACION LA PRESA RIO-XAYA

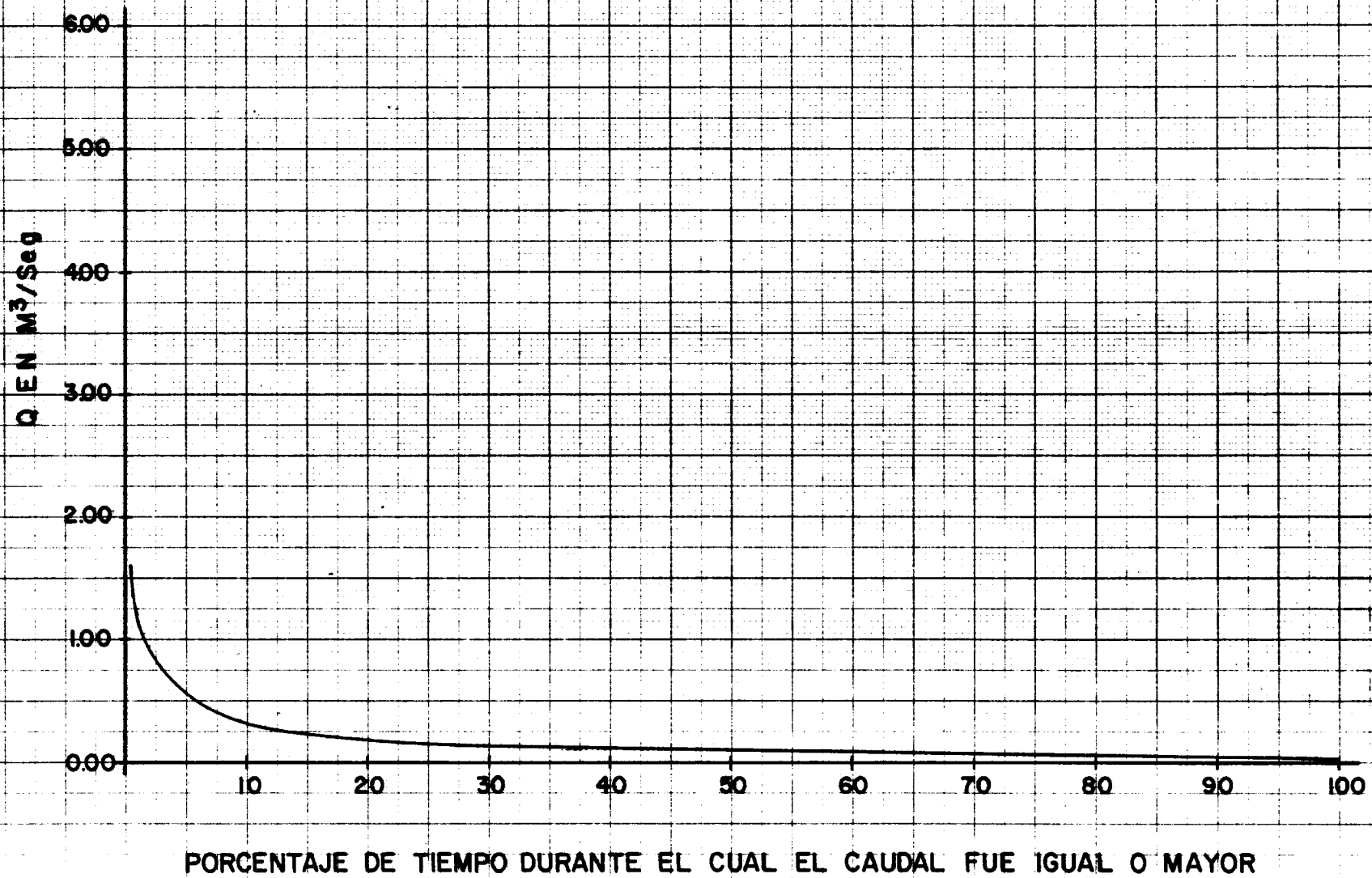


FIG. A.1.10

CURVA DE DURACION DE CAUDALES, AÑO 1975-1976
ESTACION LA PRESA RIO XAYA

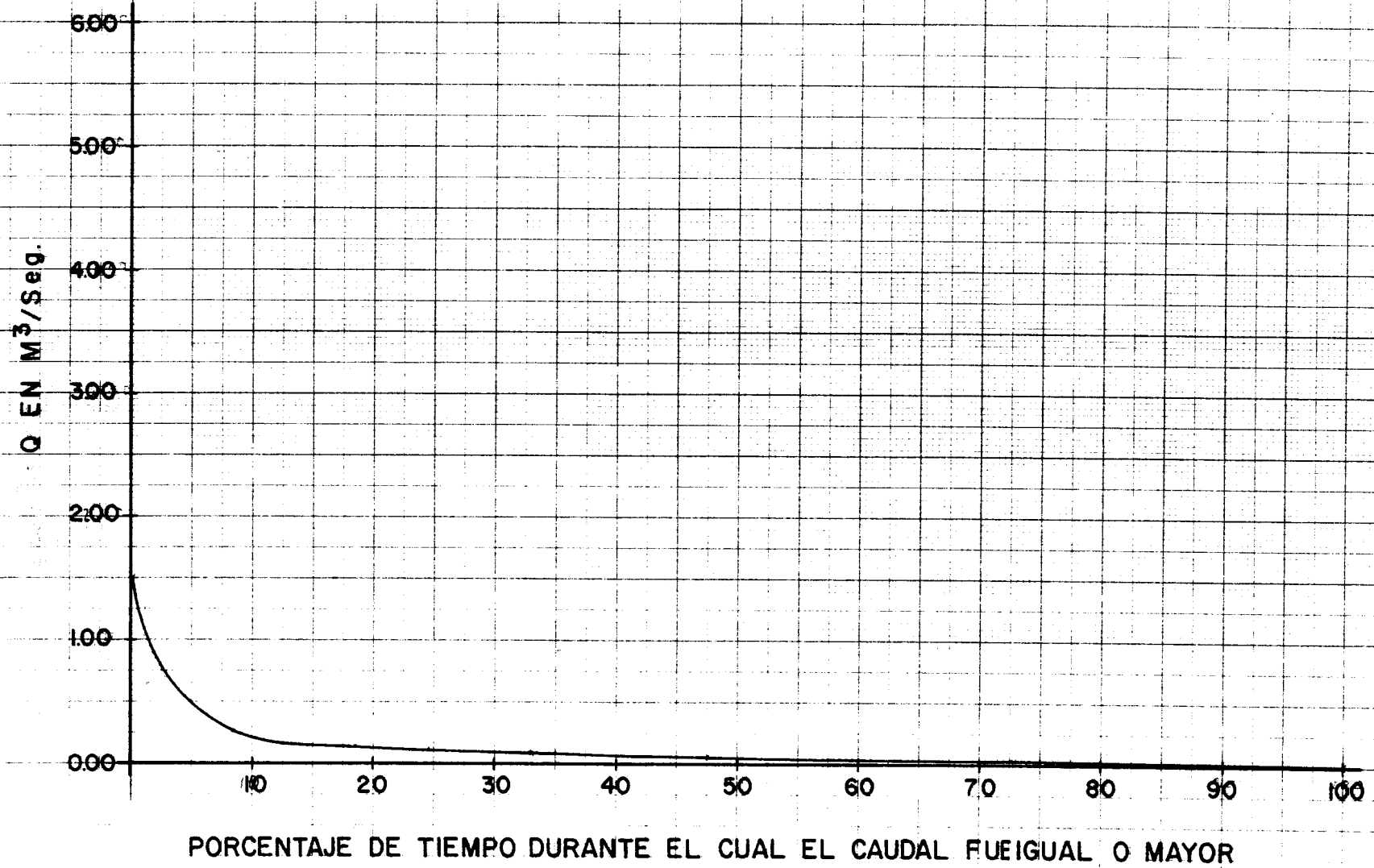
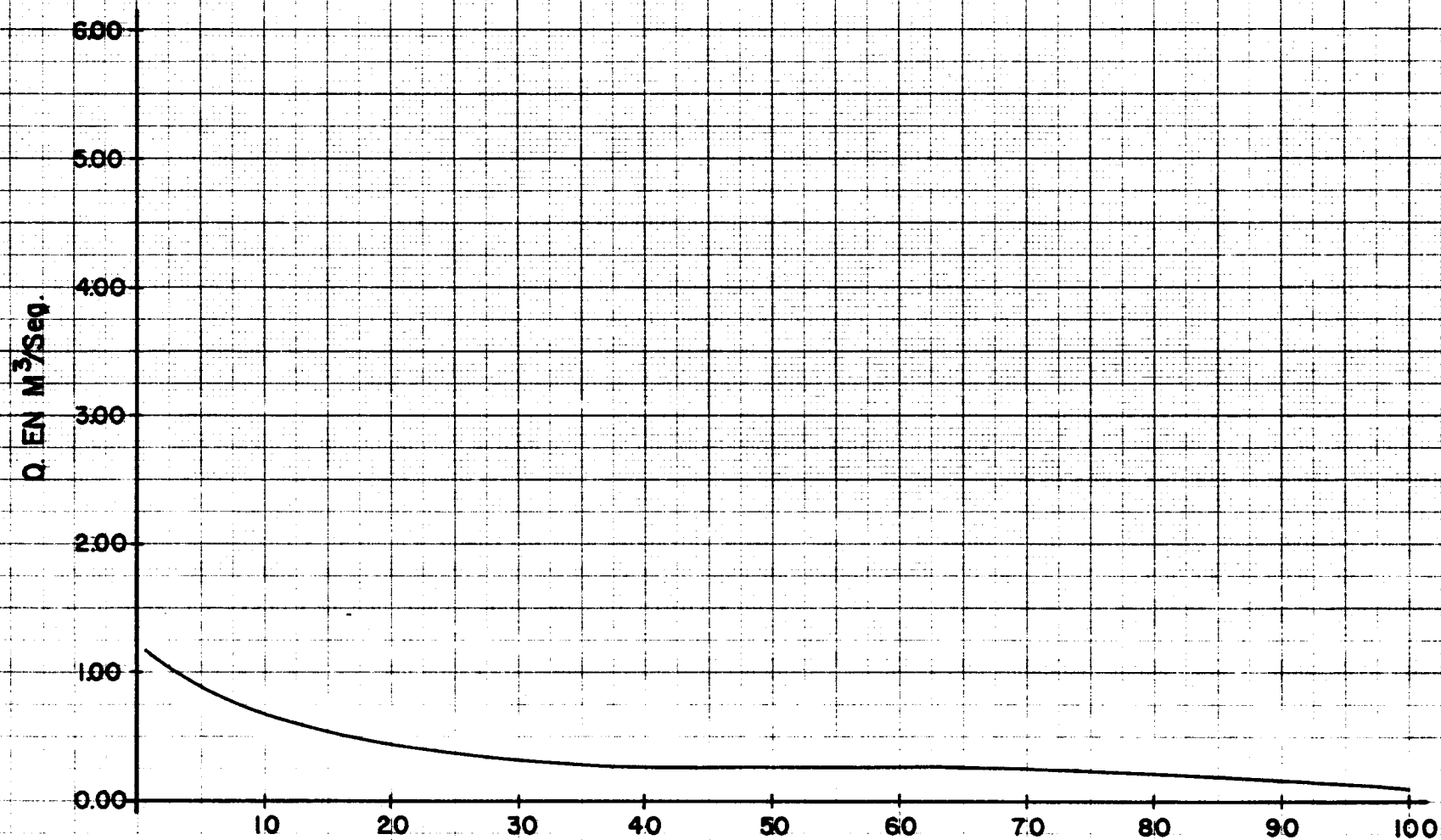


FIG. A.1.11

CURVA DE DURACION DE CAUDALES, AÑO 1976-1977
ESTACION LA PRESA - RIO XAYA



PORCENTAJE DE TIEMPO DURANTE EL CUAL EL CAUDAL FUE IGUAL O MAYOR

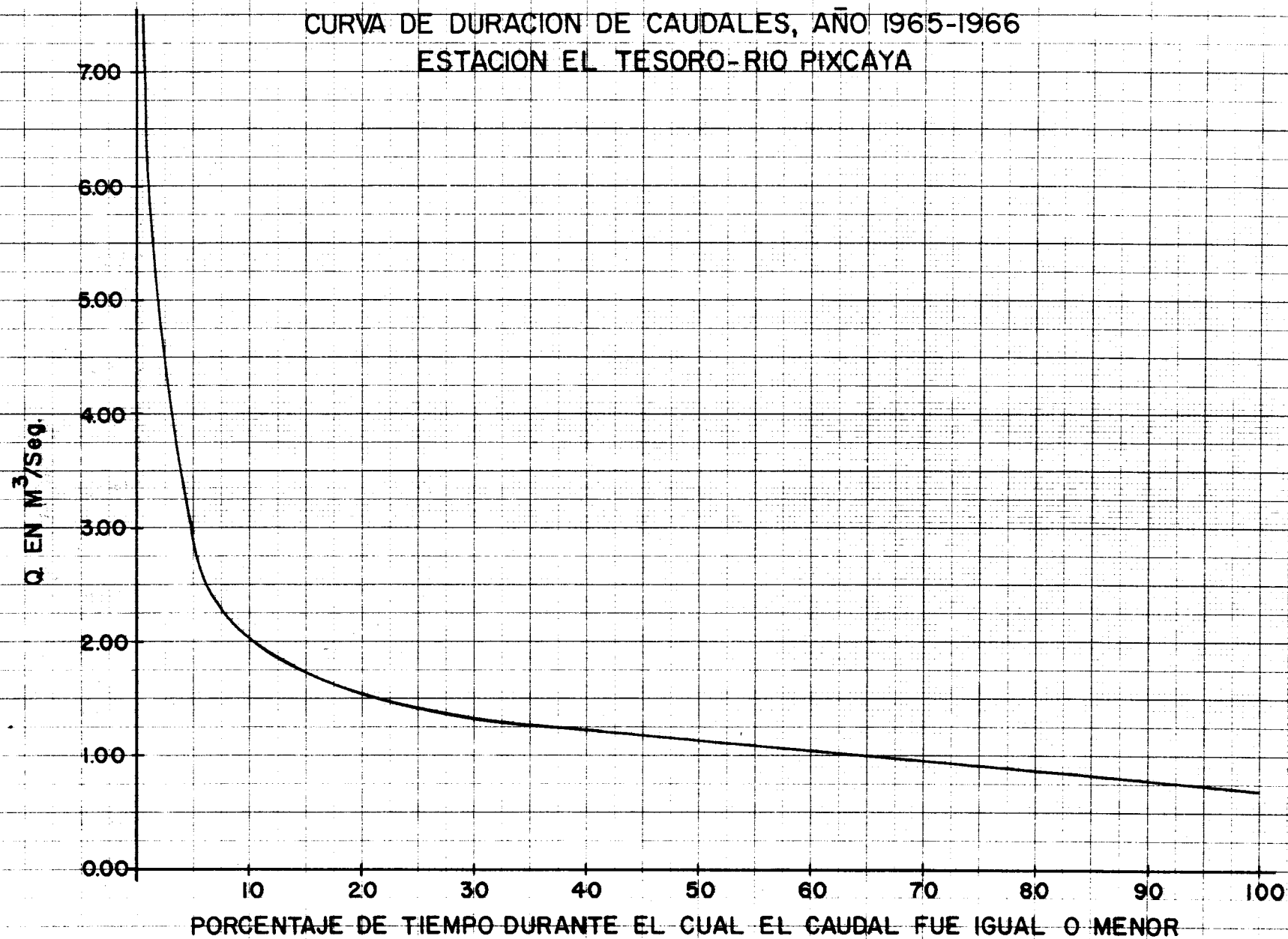


FIG. A.1.13

CURVA DE DURACION DE CAUDALES, AÑO 1966-1967
ESTACION EL TESORO-RIO PIXCAYA

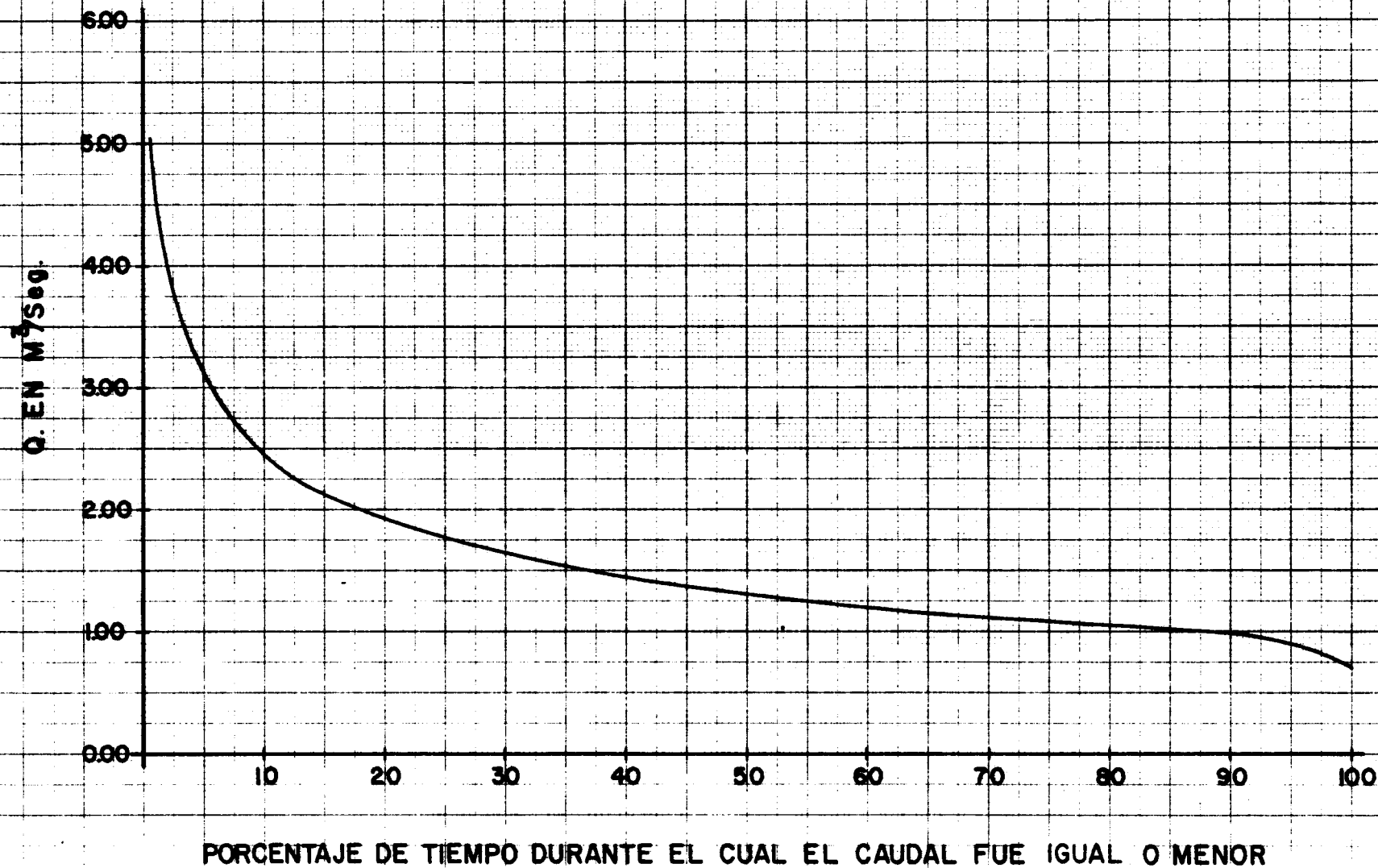


FIG. A.1.14

CURVA DE DURACION DE CAUDALES, AÑO 1967-1968
ESTACION EL TESORO-RIO PIXCAYA

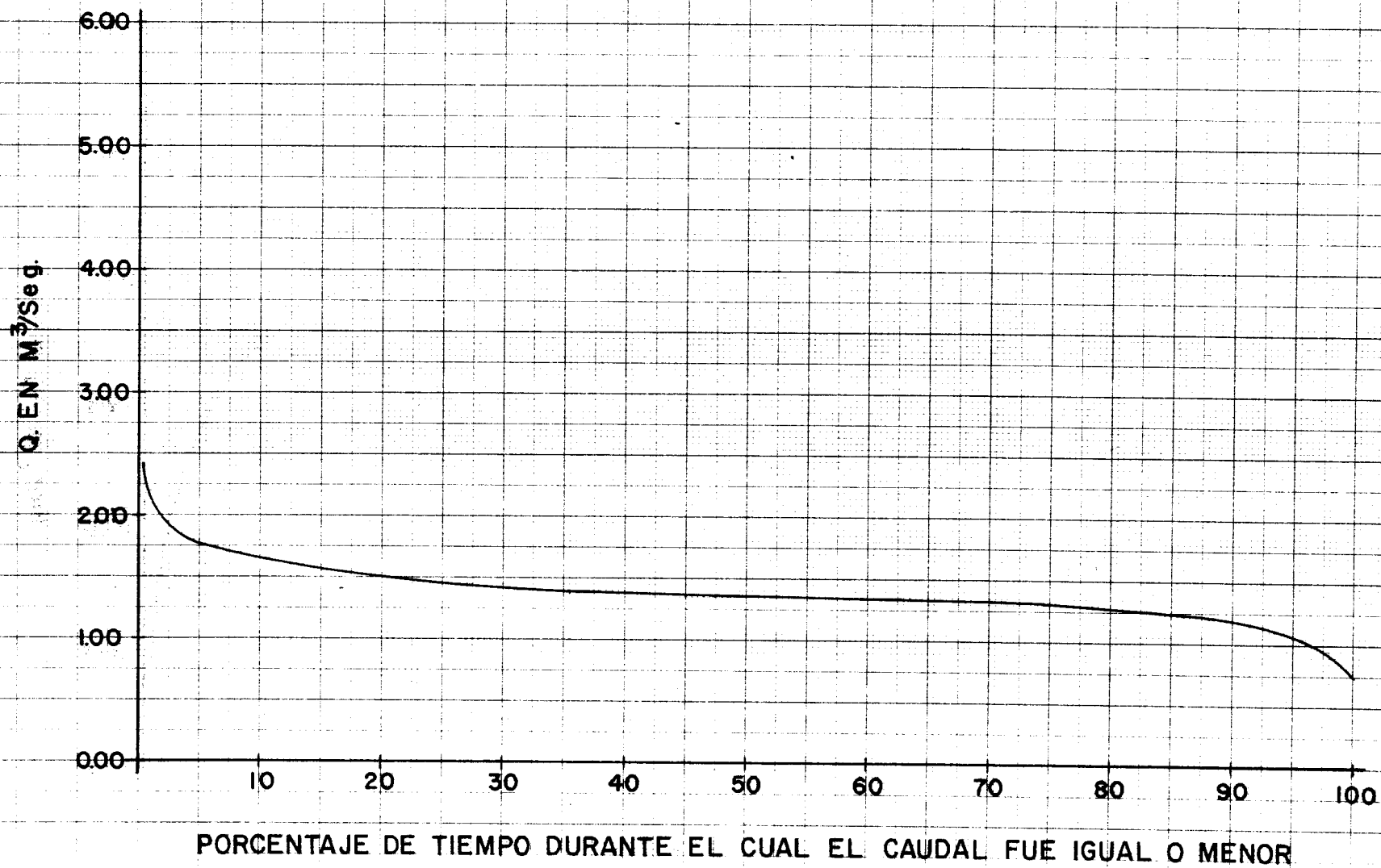


FIG. A.1.15

CURVA DE DURACION DE CAUDALES, AÑO 1968-1969
ESTACION EL TESORO-RIO PIXCAYA

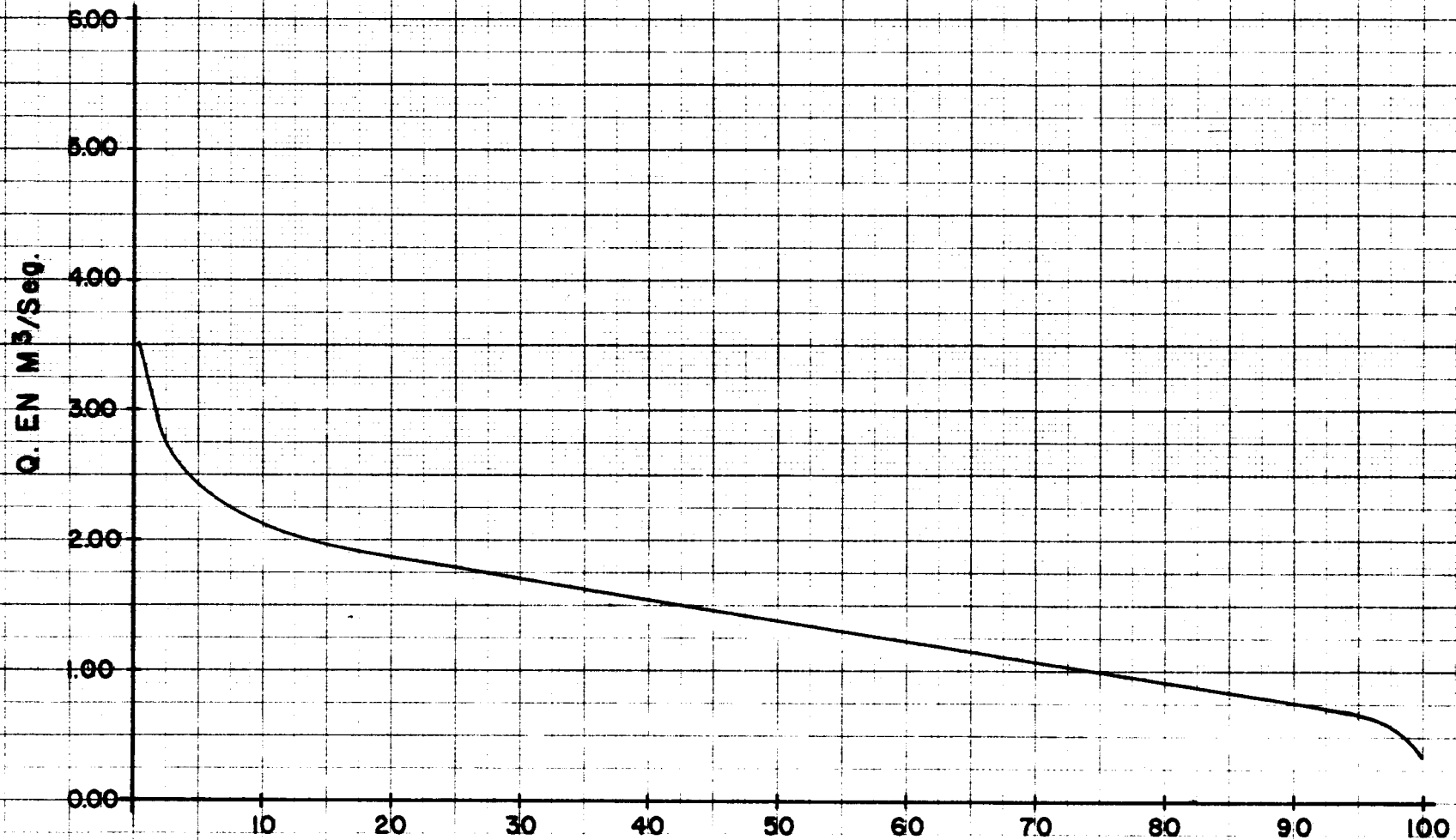


FIG. A.1.16

CURVA DE DURACION DE CAUDALES, AÑO 1969-1970
ESTACION EL TESORO-RIO PIXCAYA

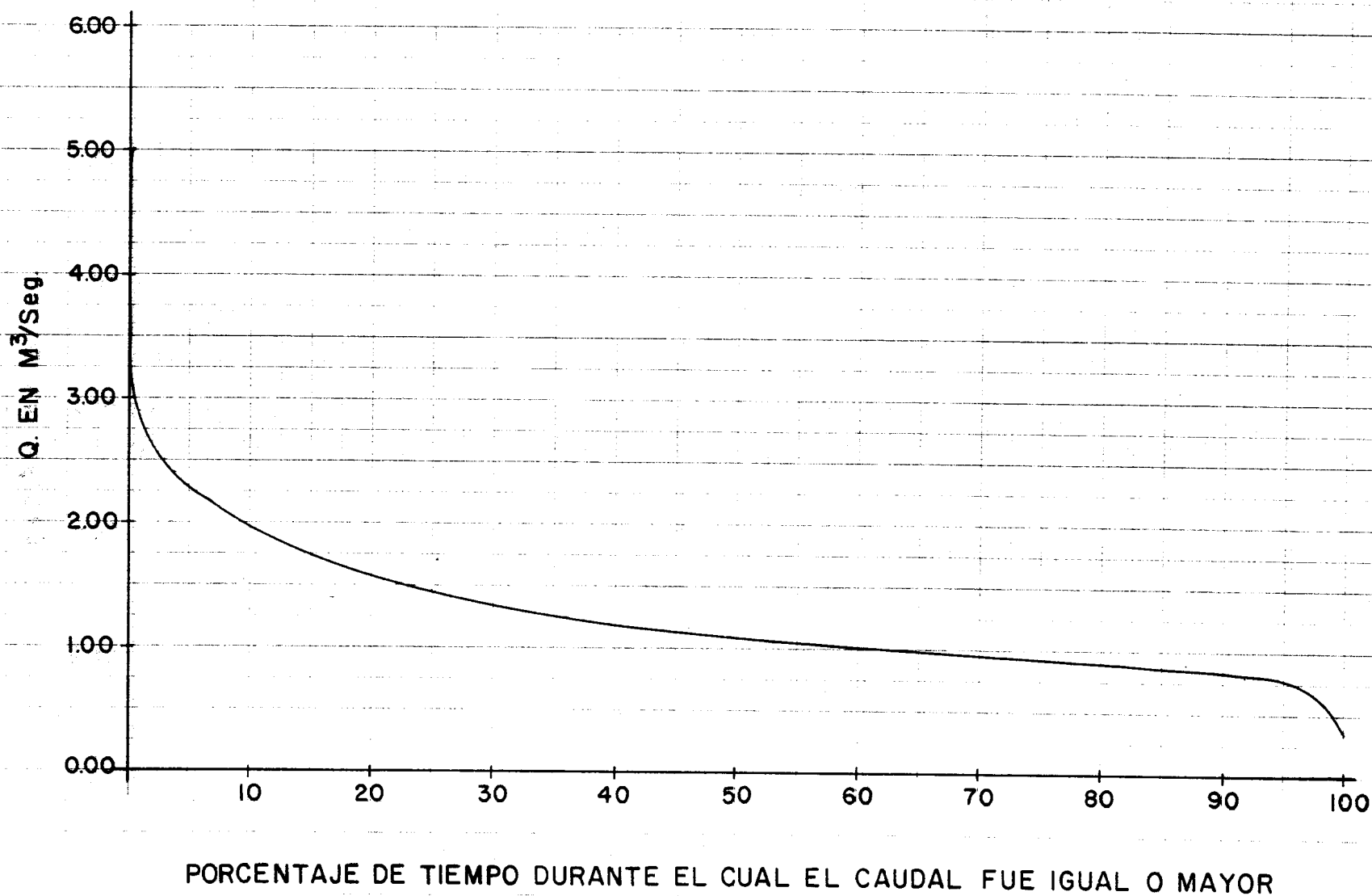
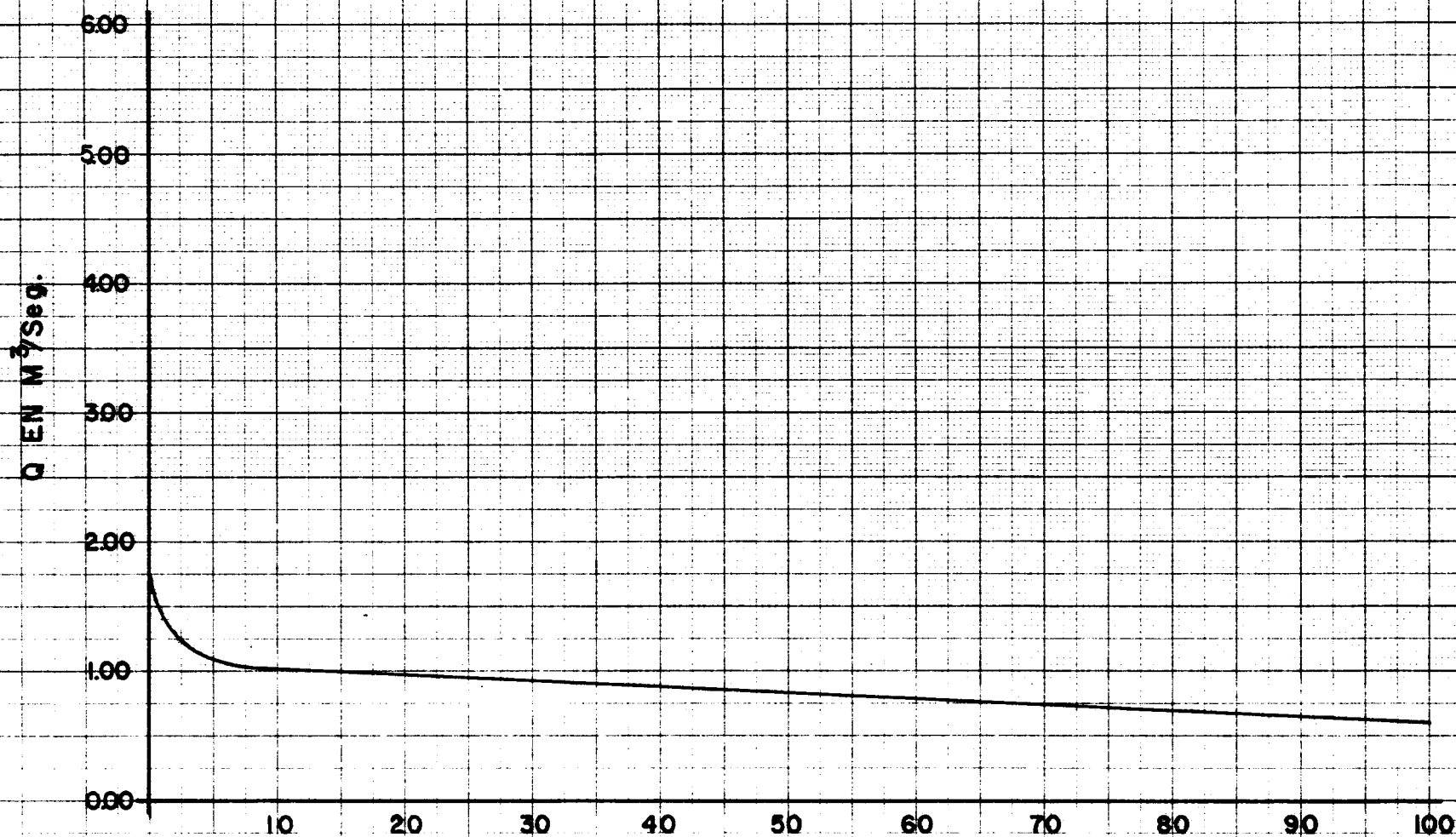


FIG. A. 1.17

CURVA DE DURACION DE CAUDALES, AÑO 1972-1973
ESTACION EL TESORO-RIO PIXCAYA



PORCENTAJE DE TIEMPO DURANTE EL CUAL EL CAUDAL FUE IGUAL O MAYOR

CURVA DE DURACION DE CAUDALES, AÑO 1973-1974
ESTACION EL TESORO-RIO PIXCAYA

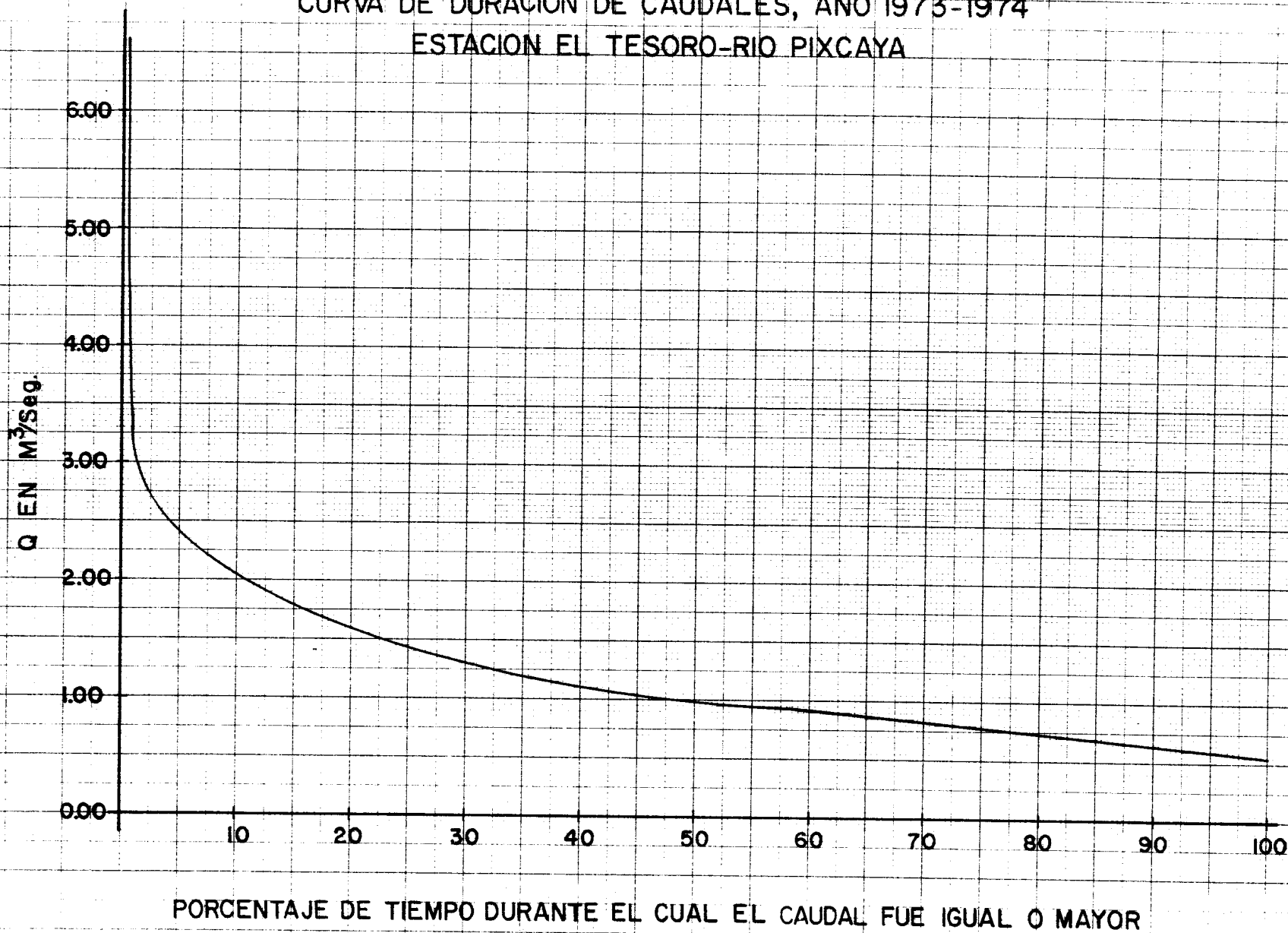
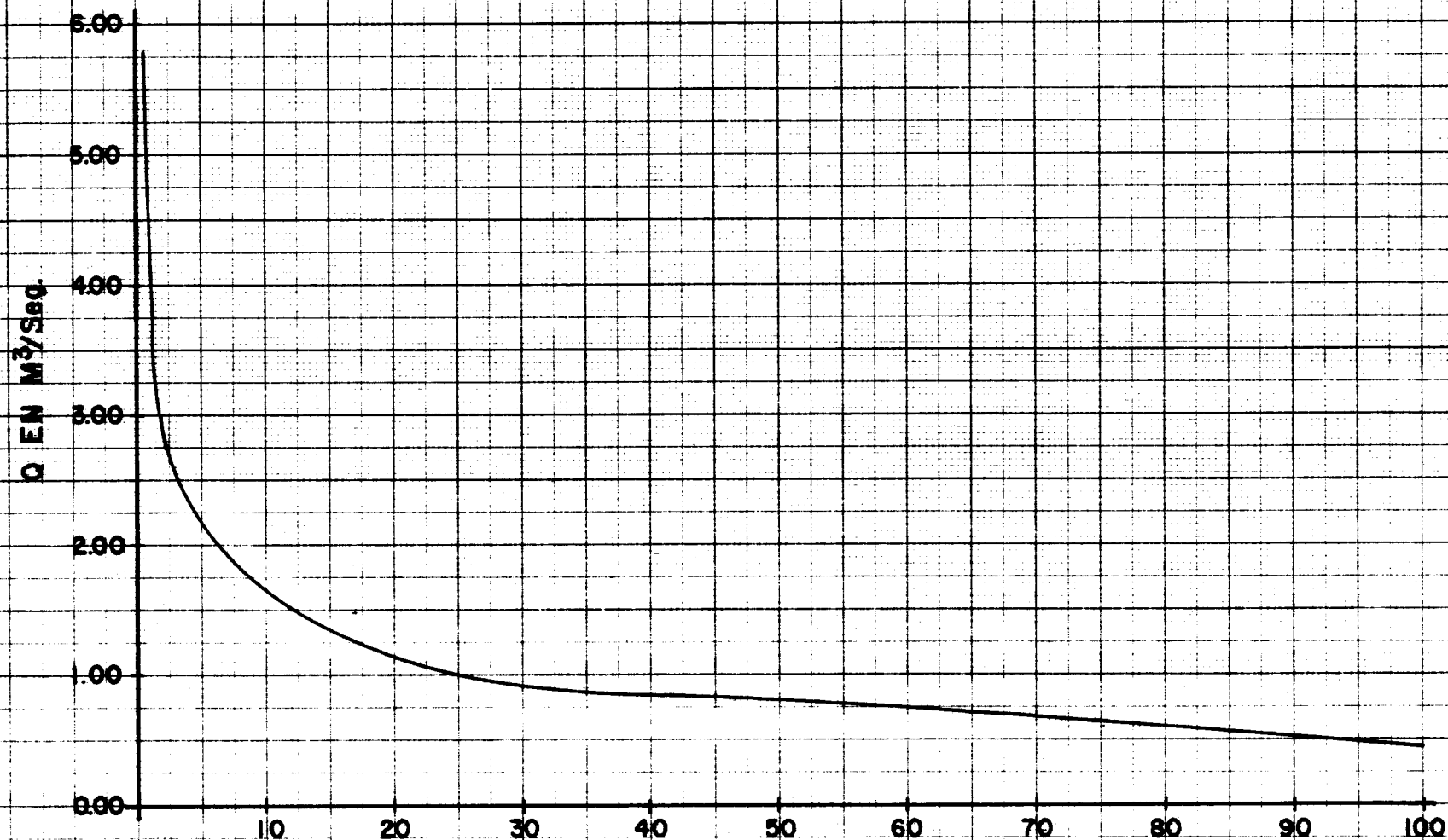


FIG. A.1.19

CURVA DE DURACION DE CAUDALES, AÑO 1974-1975
ESTACION EL TESORO-RIO PIXCAYA



PORCENTAJE DE TIEMPO DURANTE EL CUAL EL CAUDAL FUE IGUAL O MAYOR

CURVA DE DURACION DE CAUDALES, AÑO 1975-1976
ESTACION EL TESORO-RIO PIXCAYA

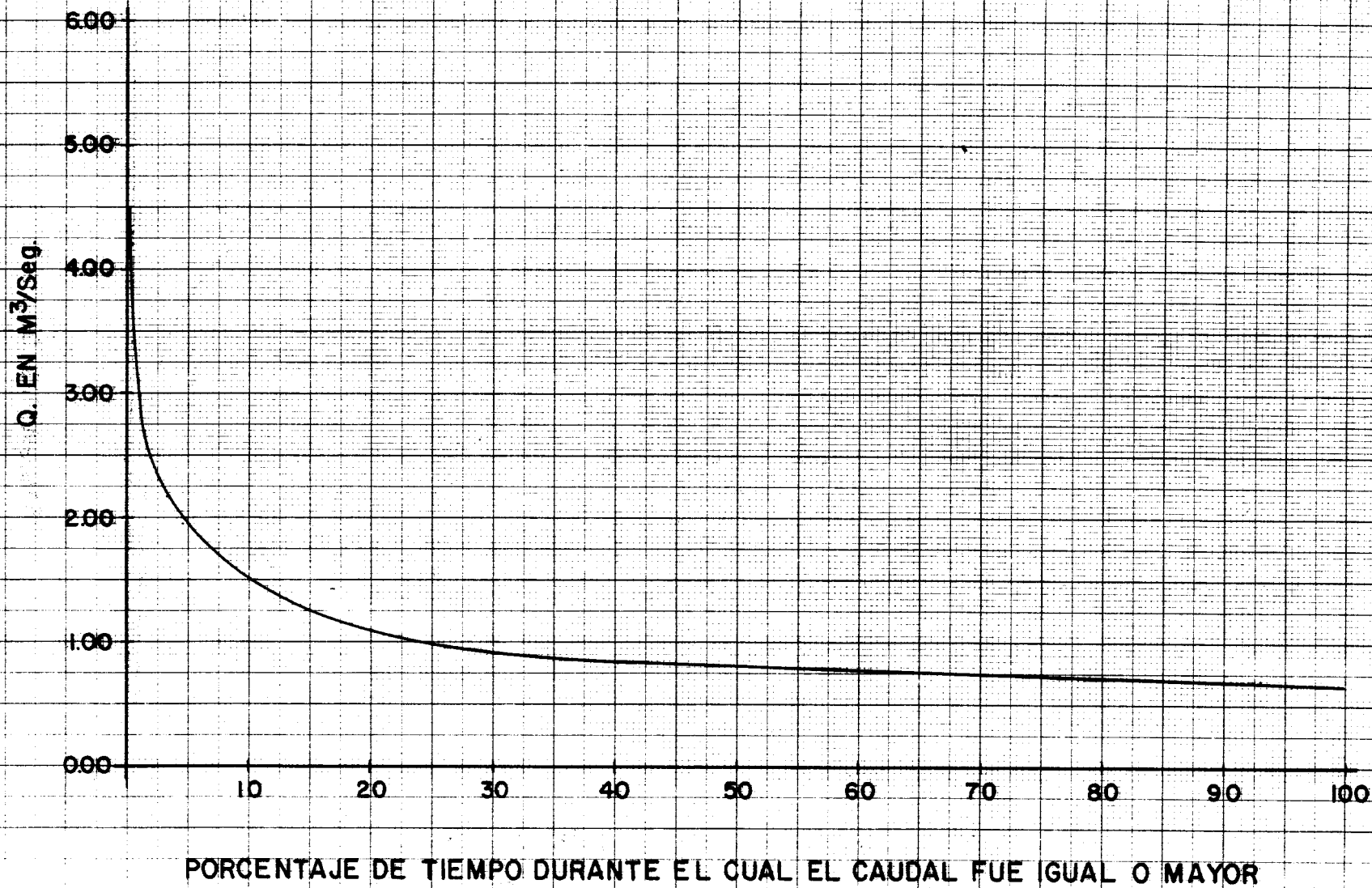


FIG. A.1.21

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1845

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

-133-

"IMPRIMASE"



ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.
D E C A N O