

MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS

PRIORIZACION DE SUBCUENCAS DE LA CUENCA DEL LAGO DE ATITLAN

Edin Emilio Montúfar Echeverría ()*
*Ing. Agr. Gilberto Daniel Alvarado C. (**)*
*Ing. Agr. M. Sc. Alan González F. (***)*

RESUMEN

En la cuenca del lago de Atitlán existen tres subcuencas importantes: la del río Quiscab, la del río Panajachel y la subcuenca Azul.

Para la selección de estas subcuencas se utilizó la metodología para priorización de cuencas, subcuencas y microcuencas en conservación de suelos y aguas, propuesta por el Ministerio de Agricultura del Perú (1), introduciéndole parámetros de mayor importancia para el área y suprimiendo otros que se consideraron no adecuados o de los que se carecía de información para evaluarlos.

La cuenca prioritaria se determinó evaluando diez parámetros, asignándole a cada uno los correspondientes valores absoluto (V_{Ai}) y relativo (V_{Ri}), además del coeficiente de ajuste (C_{ai}), que permitieron determinar el puntaje total (V_{sc}) para cada subcuenca.

Los valores totales son los siguientes: para la subcuenca del río Panajachel 23.56, para la del río Quiscab 17.79 y para la subcuenca Azul 19.66.

La subcuenca priorizada fue la del río Panajachel, para la que se recomienda se elabore un plan de manejo de sus recursos naturales renovables; se actualice periódicamente el inventario de los mismos y se prioricen sus microcuencas.

* Autor de la tesis de grado "Priorización de Subcuencas de la cuenca del lago de Atitlán".

** Técnico en Planificación, Ministerio de Desarrollo Urbano y Rural. Asesor.

*** Consultor del Plan Trifinio, OEA-IICA. Asesor.

INTRODUCCION

Los recursos naturales renovables en Guatemala han sufrido un deterioro acelerado, situación que ha provocado consecuencias extremas, tales como: la pérdida de bosques, alteraciones edáficas, cambios en el régimen hidrológico y extinción de especies vegetales y animales.

A lo anterior hay que agregar la demanda de estos recursos por parte de la población, lo que obliga al conocimiento de los mismos en áreas específicas, con el objeto de ordenarlos para su uso sostenido y que sirvan como elementos de desarrollo de las comunidades.

La cuenca del lago de Atitlán representa un patrimonio no sólo nacional sino mundial; por lo que es necesario llevar a cabo estudios para conocerla y establecer políticas para su conservación, sin descuidar el desarrollo de las comunidades que en ella se localicen, además hay que efectuar la jerarquización de áreas de desarrollo para aprovechar sus recursos a través de proyectos específicos.

En este estudio se da información relacionada con la ubicación del estudio y la metodología seguida, así como información complementaria de la cuenca del lago de Atitlán.

Para la consecución de la investigación se realizaron consultas sobre metodología para el estudio de cuencas que se han utilizado en investigaciones anteriores a nivel centro y suramericano. La metodología tomada como base fue la propuesta por el Ministerio de Agricultura del Perú (1), en virtud de que evalúa en forma detallada los aspectos de suelo y agua, aspectos institucionales y presenta una adecuada cantidad de parámetros a evaluarse, sin embargo, se le introdujo modificaciones en cuanto a algunos parámetros que se consideraron de importancia para la misma.

1. MATERIALES Y METODOS

1.1 Ubicación:

La cuenca del lago de Atitlán se ubica en la vertiente del Pacífico dentro de la región fisiográfica denominada Tierras Altas Volcánicas.

Al Norte colinda con las partes altas de la cuenca del río Motagua, al Este con la del río Madre Vieja, al Oeste con el río Nahualate y al Sur con las cabeceras de los microcuencas de los ríos San José, Santa Teresa, Nicá y Mocá.

La parte central de la cuenca se localiza en las coordenadas geográficas $91^{\circ} 11' 00''$ de Latitud y $14^{\circ} 45' 12''$ de Longitud. Tiene una superficie de 540 km^2 y un perímetro de 118.5 Km., una elevación mínima de

1,562 msnm, una elevación media de 2,205 msnm y una elevación máxima de 3,340 msnm (2).

1.2 Subcuencas componentes

Según el estudio efectuado se determinó la existencia de tres subcuencas principales, a saber: la subcuenca del río Quiscab, la subcuenca del río Panajachel y la subcuenca Azul (figura 1).

1.2.1 Subcuenca del río Panajachel

Esta subcuenca tiene como corriente principal la del río Panajachel, de donde se deriva su nombre; el mismo, se origina en la confluencia de los ríos Quecheljyá y Pacubalya con un curso de Norte a Sureste formando un delta al desembocar en el lago de Atitlán (3)..

1.2.2 Subcuenca del río Quiscab

La subcuenca del río Quiscab tiene como corriente principal, la del río Quiscab, de donde se deriva su nombre. Este río se forma de la unión de los ríos Novillero y Zarbabal; corre al sureste, le afluyen los ríos Chuiscalera y Xibalbay y descarga en el lago de Atitlán (3).

1.2.3 Subcuenca Azul

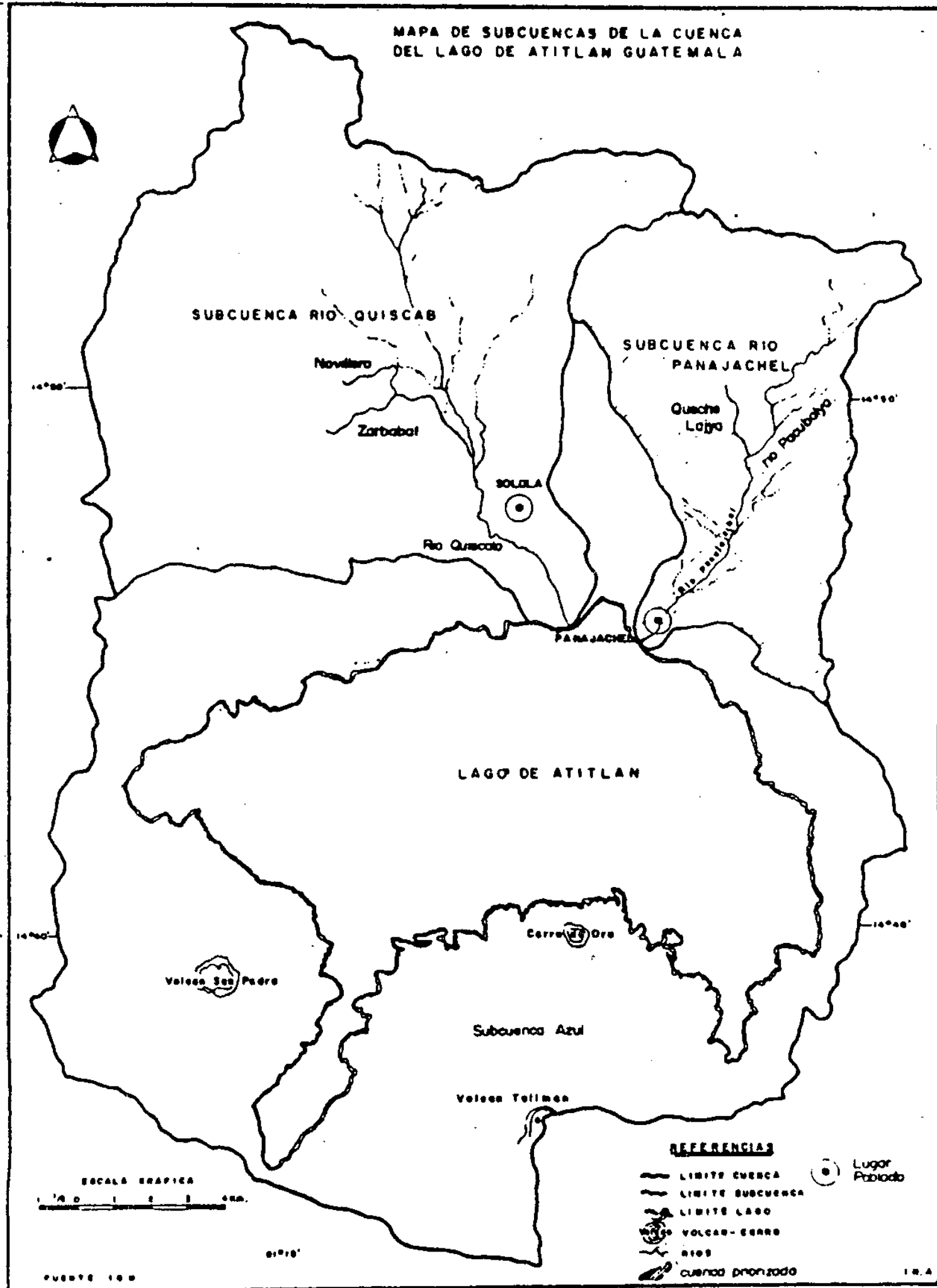
Esta subcuenca tiene como cuerpo de agua principal la del lago de Atitlán; se ha tomado como una unidad a pesar que posee más de cien pequeños cauces de agua. La subcuenca Azul se localiza en la parte Sur de la cuenca del lago de Atitlán y en ella se ubican varios de los conos volcánicos de la región.

1.3 Parámetros evaluados en la cuenca

Los parámetros evaluados en la cuenca del lago de Atitlán se enumeran a continuación:

- 1.3.1 Recurso humano
- 1.3.2 Grado de erosión
- 1.3.3 Receptividad del poblador rural
- 1.3.4 Cobertura boscosa
- 1.3.5 Accesibilidad y vías de comunicación
- 1.3.6 Areas silvestres
- 1.3.7 Disponibilidad del recurso hídrico
- 1.3.8 Grado de contaminación de los recursos agua y suelo
- 1.3.9 Tamaño de la subcuenca
- 1.3.10 Turismo

Figura 1:
 MAPA DE SUBCUENCAS DE LA CUENCA
 DEL LAGO DE ATITLAN GUATEMALA



Cada parámetro se evalúa con base a tres componentes:

- Valor absoluto (V_{Ai}), que evalúa el grado de importancia,
- Valor relativo (V_{Ri}), que evalúa cualitativa y cuantitativamente el grado de afectación del parámetro de la subcuenca, y,
- El coeficiente de ajuste (C_{ai}), que relaciona el área de influencia del parámetro entre el área de la subcuenca.

Para obtener el puntaje total de la subcuenca, se usó la siguiente expresión:

$$V_{sc} = \sum_{i=1}^{i=10} V_{Ai} * V_{Ri} * C_{ai}$$

En donde:

- V_{sc} = puntaje total de la subcuenca.
- V_{Ai} = valor absoluto del parámetro i .
- V_{Ri} = valor relativo del parámetro i .
- C_{ai} = coeficiente de ajuste del parámetro i .

1.4 Parámetros para priorización de las subcuencas

Habiendo seleccionado y ordenado según su importancia los parámetros a evaluar, y después de delimitar las subcuencas que conforman la cuenca del lago de Atitlán, se establecieron los rangos de puntaje y valor relativo (V_{Ri}) para cada parámetro, así como, su respectivo valor absoluto (V_{Ai}) (Anexo A). Los coeficientes de ajuste (C_{ai}), de manera general, se obtuvieron de la relación: puntaje obtenido por parámetro/máximo puntaje que se puede alcanzar, a excepción del coeficiente de ajuste para los parámetros recurso humano, cobertura boscosa, tamaño de la subcuenca y turismo, que se obtuvieron de las relaciones: sumatoria de índices de volumen y densidad de población/máximo puntaje que se puede obtener, área de bosque/área de la cuenca, área de la subcuenca/área de la cuenca y el promedio de la sumatoria de número de hoteles y número de habitaciones por subcuenca, respectivamente.

1.b Información básica

Se revisó y recopiló información relacionada con: población; erosión; tenencia de la tierra; bosque; carreteras; proyectos relacionados con la vida silvestre y reserva forestal; agua; suelo; turismo.

La información obtenida y que sirvió de base para la priorización de subcuencas de la cuenca del lago de Atitlán, se presenta en el anexo B.

2. RESULTADOS

Los resultados obtenidos (anexo C), permitieron ordenar las subcuencas de la cuenca del lago de Atitlán de la siguiente manera:

- 1o. Subcuenca del río Panajachel
- 2o. Subcuenca Azul
- 3o. Subcuenca del río Quiscab (figura 1)

El anterior ordenamiento se sustenta en:

- 2.1 En la subcuenca del río Panajachel los valores relativos más altos corresponden a los parámetros recurso humano, cobertura boscosa, accesibilidad y vías de comunicación.

En lo que respecta a recurso humano, la subcuenca del río Panajachel, es la subcuenca que menor número de habitantes reporta, aunque es la segunda en cuanto a densidad de población. Por otra parte, según la información obtenida, se determinó que es la subcuenca que posee infraestructura vial que le permite tener comunicación con la mayor parte de las poblaciones que en ella se asientan.

Los parámetros grado de erosión y receptividad del poblador rural presentan iguales valores con la subcuenca del río Quiscab, diferenciándose de la subcuenca Azul en que, el último parámetro citado, es más alto.

En esta subcuenca no se detectaron proyectos relacionados con la vida silvestre y los valores del resto de parámetros evaluados oscilan entre 3.0 y 5.0.

- 2.2 En la subcuenca Azul el parámetro receptividad del poblador rural presenta el valor relativo más alto que en las otras dos subcuencas, existiendo valores relativos similares para los parámetros recurso humano, grado de erosión, accesibilidad y vías de comunicación.

El tamaño de la subcuenca alcanza un valor relativo de 8.9, sin embargo, este no influye en gran medida al momento de determinar el puntaje total de la subcuenca (V_{sc}).

Los valores del resto de parámetros evaluados oscilan entre 3.5 y 7.0, sobresaliendo, para esta subcuenca, un valor relativo (VR_i) igual a 7.0 en el parámetro turismo. En esta subcuenca tampoco se detectaron proyectos relacionados con la vida silvestre.

- 2.3 En la subcuenca del río Quiscab se observa un mayor balance entre los valores relativos de los parámetros evaluados que en las otras dos subcuencas, pues en ella no existen valores relativos extremos.

En esta subcuenca no se detectaron proyectos relacionados con la vida silvestre, aquí también el parámetro turismo alcanza un valor relativo igual a 7.0.

Finalmente es necesario destacar, que los valores numéricos finales (Vsc) para cada subcuenca, no son más que la expresión de la ponderación obtenida para cada parámetro evaluado y que permitió la priorización de la subcuenca del río Panajachel, al alcanzar ésta, el mayor valor final por subcuenca.

3. CONCLUSIONES

- 3.1 En la cuenca del lago de Atitlán existen tres subcuencas importantes que son las formadas por el río Quiscab, el río Panajachel y el lago de Atitlán, a la que se le denominó subcuenca Azul. Las dos primeras forman los abanicos fluviales más notorios, y la tercera posee corrientes de corto recorrido, con caudales pequeños o inexistentes.

- 3.2 De acuerdo a la investigación realizada, la priorización de las subcuencas de la cuenca del lago de Atitlán, está en el siguiente orden:

- 1o. Subcuenca del río Panajachel
- 2o. Subcuenca Azul
- 3o. Subcuenca del río Quiscab.

Esta priorización no sólo brinda la oportunidad de dirigir los esfuerzos de planificación, asignación de recursos y ejecución de programas hacia un manejo sostenido de los recursos naturales renovables de la subcuenca del río Panajachel, sino que además, ofrece información que permitirá tomar decisiones de carácter preventivo y correctivo en provecho de la conservación y manejo sostenido de los recursos naturales renovables de la subcuenca del río Quiscab y subcuenca Azul.

- 3.3 Los parámetros recurso humano, grado de erosión, receptividad del poblador rural, cobertura boscosa y accesibilidad y vías de comunicación, alcanzan los mayores valores relativos en las tres subcuencas determinadas.
- 3.4 Los parámetros áreas silvestres, disponibilidad del recurso hídrico, grado de contaminación de los recursos agua y suelo, tamaño de la

subcuenca y turismo, alcanzan los valores relativos más bajos en las tres subcuencas, aunque para los parámetros tamaño de la subcuenca y turismo alcanzan valores relativamente altos en dos de las subcuencas (Azul y Quiscab).

- 3.5 En su orden, los parámetros recurso humano (en la subcuenca del río Panajachel), receptividad del poblador rural (en la subcuenca Azul) y grado de erosión (en las subcuencas Panajachel y Azul) respectivamente, alcanzan los mayores puntajes totales (Vsc).

ANEXO A
RESUMEN DE PARAMETROS UTILIZADOS PARA LA PRIORIZACION
DE SUBCUENCAS DE LA CUENCA DEL LAGO DE ATITLAN

PARAMETRO	Valor Absoluto	Valor Relativo según Rango de puntaje	
		Rangos de Puntaje	Valor Relativo
Recurso humano	1	0 - 2	3.0
		3 - 6	7.0
		7 - 9	10.0
Grado de erosión	0.9	5 - 19	2.5
		20 - 34	5.0
		35 - 47	7.5
		48 - 62	10.0
Receptividad del poblador rural	0.8	0 - 7	3.5
		8 - 14	7.0
		15 - 21	10.0
Cobertura boscosa	0.7	0 - 25	4.0
		26 - 50	6.0
		51 - 75	8.0
		76 - 100	10.0
Accesibilidad y vías de comunicación	0.6	1 - 14	3.5
		15 - 28	7.0
		29 - 42	10.0
Areas silvestres	0.5	1 - 14	3.0
		15 - 30	7.0
		31 - 45	10.0
Disponibilidad del recurso hídrico	0.4	2 - 10	2.5
		12 - 20	5.0
		22 - 30	7.5
		32 - 40	10.0
Grado de contaminación del agua y suelo	0.3	3 - 9	3.5
		10 - 16	7.0
		17 - 24	10.0
Tamaño de la subcuenca	0.2	0 - 25	4.0
		26 - 50	6.0
		51 - 75	8.0
		76 - 100	10.0
Turismo	0.1	0 - 3	3.0
		4 - 6	7.0
		7 - 10	10.0

FUENTE: Metodología para priorización de cuencas, subcuencas y microcuencas en conservación de suelos y aguas. Ministerio de Agricultura del Perú, modificada por Edin Emilio Montúfar Echeverría.

ANEXO B
RESUMEN DE INFORMACION BASICA POR PARAMETRO, TEMA Y
SUBCUENCA DE LA CUENCA DEL LAGO DE ATITLAN

Parámetro	Tema	Subcuenca Quiscab	Subcuenca Panajachel	Subcuenca Azul
Recurso humano	Población			
	No. de habitantes	26,500	11,350	41,633
	Densidad (H/Km ²)	179	171	128
Grado de erosión	Erosión			
	Area (Km ²) y o/o			
	Ligera	10.563-7 o/o	2.121-3 o/o	7.250-2
	Moderada	69.686/47	33.001/50	64.188/19
	Libre	67.751/46	31.438/47	129.302/40
Receptividad del poblador rural	Propiedad			
	Cooperativa Agr.	1	1	5
	Asentamiento Agr.	1	1	4
	Individual	215	283	701
Cobertura boscosa	Bosque			
	Area (Km ²)	88	50	121
	o/o de cobertura	59	76	37
Accesibilidad y de comunicación	Caminos (Conservación)			
	Troncal	bueno	bueno	---
	Secundario	regular	regular	---
		malo	bueno	
	Terciario	regular	regular	regular
	Herradura	malo	regular	malo
Areas silvestres	Situación de Proyectos Estudio	0	0	4
Disponibilidad del recurso hídrico	Demanda poblacional agrícola	escaso limitado	escaso limitado	escaso limitado
Grado de contaminación del agua y suelo	Grado	-	-	-
	Alto	X	-	X
	Medio	-	X	-
	Bajo			
Tamaño de la subcuenca	Area (Km ²)	148	66	326
	o/o respecto a la cuenca	27.4	12.2	60.4
Turismo	No. de hoteles	3	41	7
	No. de habitaciones	25	644	84

FUENTE: Elaboración propia con información recabada en instituciones Gubernamentales.

ANEXO C
RESULTADOS OBTENIDOS PARA LOS PARAMETROS EVALUADOS EN LAS SUBCUENCAS DE LA CUENCA DEL LAGO DE ATITLAN

PARAMETROS	SUBCUENCA QUISCAB			SUBCUENCA PANAJACHEL			SUBCUENCA AZUL		
	VA	VR	Ca P	VA	VR	Ca P	VA	VR	Ca P
Recurso humano	1	7.0	0.5 3.5	1	10.0	0.83 8.3	1	7.0	0.67 4.69
Grado de erosión	0.9	7.5	0.69 4.66	0.9	7.5	4.66 4.66	0.9	7.5	0.56 3.78
Receptividad del poblador rural	0.8	7.0	0.57 3.19	0.8	7.0	0.57 3.19	0.8	10.0	0.71 5.68
Cubierta boscosa	0.7	8.0	0.16 0.90	0.7	10.0	0.09 0.63	0.7	6.0	0.22 0.92
Accesibilidad y vías de comunicación	0.6	7.0	0.52 2.18	0.6	10.0	0.88 5.28	0.6	7.0	0.40 1.68
Areas silvestres	0.5	0.0	0.0 0.0	0.5	0.0	0.0 0.0	0.5	3.0	0.06 0.09
Disponibilidad del recurso hídrico	0.4	5.0	0.38 0.76	0.4	5.0	0.38 0.76	0.4	5.0	0.38 0.76
Grado de contaminación del agua y suelo	0.3	3.5	0.25 0.26	0.3	3.5	0.38 0.40	0.3	3.5	0.25 0.26
Tamaño de la subcuenca	0.2	6.0	0.27 0.32	0.2	4.0	0.12 0.10	0.2	8.0	0.60 0.96
Turismo	0.1	7.0	0.45 0.02	0.1	3.0	0.82 0.24	0.1	7.0	0.12 0.84
Valor total de la subcuenca (Vsc)			15.79			23.56			19.66

VA - Valor absoluto; VR = Valor relativo; Ca = Coeficiente de ajuste; P = VAi. VRi . Cai
FUENTE: Elaboración propia con información recabada en instituciones Gubernamentales.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. CONVENIO AID/ROCAP/PROYECTO REGIONAL DE MANEJO DE CUENCAS CATIE (PERU). Metodología para priorización de cuencas, subcuencas y microcuencas en conservación de suelos y aguas. Turrialba, C.R., CATIE. 76 p.
2. GUATEMALA. 1981. Diccionario Geográfico de Guatemala. Guatemala 4 v.
3. ——— INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1970. Estudio morfométrico de cuencas lago de Atitlán. Guatemala, Esc. 1:50,000. 6 p. Color.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

1. ALVARADO CABRERA, D.G. 1980. Modelo general para el desarrollo agrícola y forestal de la cuenca del río Blanco. Tesis. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 38 p.
2. BOTERO, P.J.; BENAVIDES, S.T.; ELBERSEN, G.W. 1975. Una metodología para levantamientos edafológicos. Bogotá, COL., s.n. 21 p.
3. BOVAY ENGINEERS HOOSTON (TEX.). 1975. Prefeasibility study for a master plan of the renewable natural resources of Guatemala; Water. s.l., Program of feasibility studies AID. V. 3, 187 p. (AID 520-L-016).
4. CASTAÑEDA, C; PINTO, D. 1981. Recursos naturales de Guatemala. Guatemala, S.M. 80 p.
5. CONVENIO AID/ROCAP/PROYECTO REGIONAL DE MANEJO DE CUENCAS CATIE (PERU). Metodología para priorización de cuencas, subcuencas y microcuencas en conservación de suelos y aguas. Turrialba, C.R. CATIE 76 p.
6. DICCIONARIO ENCICLOPEDICO. 1975. Barcelona, España, Salvat. s.p.
7. ESCOBAR REYES, O.L. Necesidad de educación ambiental en Guatemala. Tesis Lic. en Pedagogía. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Humanidades. 155 p.
8. GONZALEZ, A. 1986. Metodología para la identificación de áreas críticas y formulación de alternativas para un desarrollo sostenido en la cuenca del río Grande de Terraba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Costa Rica, CATIE. 210 p.
9. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. 1984. Censos nacionales; IV habitación-IX Población 1981. Guatemala. 500 p.
10. ——— INSTITUTO NACIONAL DE TRANSFORMACION AGRARIA. 1984. Asentamientos agrarios localizados en el departamento de Sololá. Guatemala. 16 p.
11. ——— LEYES, DECRETOS, Etc. 1989. Ley de áreas protegidas; decreto No. 4-89. Guatemala, Congreso de la República de Guatemala. 43 p.
12. GUTIERREZ, C.; INGER, J. 1982. Priorización de cuencas operativas de Nicaragua. Financiera de Inversiones de Nicaragua. Nicaragua. 84 p.

13. MONTALAMBERT, M.R.; CLEMENT, J. 1983. Disponibilidad de leña en los países en desarrollo. Roma, s.n. s.p.
14. OLAYA, A. 1985. Metodología para determinar prioridades del manejo integral de cuencas hidrográficas y su aplicación en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Universidad de Costa Rica, 196 p.
15. PERNALLETE, O.; GUERRA, M. 1977. Metodología para la determinación de prioridades en manejo de cuencas hidrográficas. Maracay, Venezuela, Universidad de los Andes, Facultad de ciencias forestales. 38 p.
16. SEMINARIO SOBRE CIENCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDAD Y DESARROLLO (1982, San José, C.R.). 1982. Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 41 p.
17. SEMINARIO SOBREPRIORIZACION DE CUENCAS (1987, Guatemala.). 1987. Ed. por Basterrechea M. Guatemala, CATIE, Proyecto Regional de Manejo de Cuencas. s.p.
18. TRUJILLO, A. 1978. Determinación de prioridades a nivel de cuencas y subcuencas para la zona MARNR-4 Estado Falcón, Caracas. Caracas, Venezuela, Universidad de los ANDES' Facultad de ciencias forestales. 34 p.