Evaluación Hidrológica de la Microcuenca de la Quebrada La Chorrera, Güinope, departamento de El Paraíso, Honduras, C.A.

Indiana Karine Ascarrunz Jordán

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUCIGALPA HONDURAS

ZAMORANO
Departamento de Recursos Naturales y Conservación Biológica
Octubre, 1999

F99d

Evaluación Hidrológica de la Microcuenca de la Quebrada La Chorrera, Güinope, departamento de El Paraíso, Honduras, C.A.

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura.

presentado por:

Indiana Karine Ascarrunz Jordán

Zamorano-Honduras
Octubre, 1999

El autor concede a Zamorano permiso para
reproducir y distribuir copias de este trabajo solo
para fines educativos. Para otras personas tanto
físicas como jurídicas se reservan los derechos de autor.

Indiana Ascarrunz.
Indiana Ascarrunz

Zamorano-Honduras
Octubre, 1999

DEDICATORIA

A Dios por ser mi fuerza, mi vida y mi todo.

A mis padres, Walter y Amanda, por ser mis mejores amigos y mi gran apoyo. Por amarme y confiar en mí incondicionalmente, transmitirme sus fuerzas y sobre todo por ser mi gran inspiración.

A mis otros papás, Dr. Pablo Paz y Sra. Irma, por haberme dado una familia más y haberme apoyado tanto y en todo.

A Luis Enrique Valdés M., por todo lo brindado y enseñado.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios y la Virgencita por haberme sacado adelante, acompañarme en todo momento y darme tanta felicidad.

A mi familia: Papi, Mamá, Ceci, Coqui, Nani y Walter, porque a pesar de la distancia han estado siempre a mi lado y me han hecho sentir su calor.

A mi segunda familia, los Paz, por haberme dado un hogar y corazones sinceros, por sus consejos y por compartir conmigo sus vidas durante mi vida en Zamorano.

A Wicho, por toda esa amistad tan especial y ayudarme a abrir los ojos, cambiar mis conceptos, por tu corazón, por mis mejores momentos en Zamorano y Guatemala y por ser mi calma pasada la tempestad.

A Pili (my little sister), por no dejarme nunca, por todas nuestras locuras, tus consejos, los inolvidables weekends y por tu familia.

Al Ing. Carlos Ardón, por todo el tiempo y colaboración desinteresada.

A la familia Sanchez Di Palma, por haberme apoyado y dado su mano en mis momentos difíciles.

A la familia Valdés Martinez, en especial a Lila y Raquel, por alentarme al final de mi carrera y por todo el cariño otorgado en Guate durante mis mejores vacaciones.

A la Sra. Irma de Aguilar por ayudarme a encontrar el camino de Dios y darme ánimos.

Al profesor Nelson Agudelo, por toda su comprensión, apoyo y sobre todo su paciencia durante este año.

A Alejandra Molina, por darme tu mano y amistad en el momento preciso y por guiarme a lo bueno.

A Ronny Sanchez Di Palma, no tengo palabras para agradecerte tanto.

A Dante, Fernando, Margoth, Belén, Marcelo, Choí, Jaime, Luis Alfredo, Arturo, Juan Pablo, Alejandro D., Reynaldo, Aldo, Fito y a toda la cambonia por los realmente buenos momentos y cuidarme.

A Roberto Escobar, Peter Avila, Dorivar Ruiz, Max Chavez, Kiyoshi Eda, Antonio Salvador, Frances, Pato Erales, Tommy, Oscar Gil, Rodrigo, Julio Cesar Morales, Bertha Ruiz, Ana Valle, Guadalupe Gamboa, Laura Del Pino, Mariel Medina, Carmen, Claudia U., Alejandra Sierra y a todos mis amigos que de una u otra manera hicieron de mi tiempo en Zamorano momentos inolvidables.

A Mr. Berlioz, por su sinceridad y sobre todo los excelentes momentos compartidos con sus alumnos (Cher, 70's...).

A Don Florentino Valladares y familia, por la gran colaboración prestada y las atenciones desinteresadas durante mi trabajo en el campo.

A los paisitas, en especial a Jorge Fuentes, Orfiria Alvarez y Jorge Araque, y a todos los del comedor y del aserradero por alegrar mis días con sus sonrisas.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A la D.S.E. y en especial al Dr. Zimmermann por haber puesto su confianza en mí y financiarme los tres años del Programa de Agrónomo, PA.

Al departamento de Recursos Naturales por el financiamiento durante el Programa de Ingeniería Agronómica.

Al proyecto PROCUENCAS por el financiamiento otorgado para hacer posible mi trabajo de tesis.

Igualmente a la fundación para damnificados por Mitch.

RESUMEN

Ascarrunz Jordán, Indiana Karine. 1999. Evaluación Hidrológica de la Microcuenca de la Quebrada La Chorrera, Güinope, departamento de El Paraíso, Honduras, C.A. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras.

Aunque el 70% del planeta está cubierto con agua, tan solo un 0.007% del total del agua existente es directamente accesible para el ser humano, aunque no está uniformemente distribuida. Pero esta cantidad tan pequeña sería suficiente para cubrir las necesidades presentes y futuras de la población mundial, si este recurso estuviera adecuadamente manejado. En la Microcuenca de la Quebrada La Chorrera, ubicada en el departamento de El Paraíso se realizó un estudio para evaluar el recurso agua. Los reconocimientos de campo, encuestas a los pobladores beneficiados con este recurso y mapas de geología, suelos, zonas de vida, uso actual de la tierra, conflictos en el uso y de pendientes mostraron graves conflictos, sobre todo en la zona de recarga o formación de acuíferos, la cual ocupa en 52.4% (243.35 ha) de la superficie total de la cuenca. El conflicto principal radica en que la zona de recarga tiene cultivos agrícolas y ganadería en vez de estar cubierta con bosque natural estable o maduro multiestratificado, para así alcanzar una mejor calidad del agua y suelos. Sin embargo, de esas 243.35 ha solo existen 11 ha de bosque netamente productor- regulador, es decir, bosque latifoliado maduro secundario, lo que causó una disminución en la cantidad de agua en los últimos 10 años. Por lo tanto, es necesario proceder a la eliminación de la agricultura y ganadería en la porción alta de la cuenca, o sea, a partir de los 1,550 m de altitud y reemplazar los bosques de coníferas por bosques mixtos latifoliados mediante una técnica silvícola de enriquecimiento en bandas, ya que el 55% de la tierra tiene pendientes que superan el 15%, por lo cual estas tierras podrían clasificarse como tierras de vocación forestal.

Palabras claves: Zona de recarga, agua, degradación, bosque latifoliado, conflicto.

NOTA DE PRENSA

LA GRAN INFLUENCIA SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS: LAS ZONAS MONTAÑOSAS

Las zonas montañosas representan en la actualidad, y a escala mundial, uno de los ecosistemas más importantes y amenazados por la humanidad. Estas zonas contienen una vegetación vital con tendencia a desaparecer, debido a su constante explotación y a la conversión de la tierra boscosa a otros usos de la tierra que el hombre considera usos más importantes para su sobrevivencia. ¿Qué pasaría si los bosques ubicados en las zonas montañosas desaparecieran totalmente? La respuesta es tan simple como decir que no habría ser viviente que resistiese esta presión, ya que simplemente el elemento más importante para la vida, el agua, desaparecería; y ya estas consecuencias han salido a relucir en muchos países, en donde tanto animales y plantas, como la misma humanidad se están muriendo debido al efecto de la escasez de agua, no hay suficiente producción de alimentos.

La cantidad de agua dulce disponible en el mundo, a pesar de ser tan pequeña, podría ser suficiente para cubrir las necesidades presentes y futuras de los seres vivientes, siempre y cuando este recurso sea adecuadamente manejado. Y el manejo del mismo debería iniciarse en aquellos lugares donde el agua se produce que son las zonas montañosas cubiertas de bosques latifoliados maduros que son impactados por masas de nubes y/o neblinas, convirtiendo al vapor de agua que se encuentra en el ambiente, en agua directamente disponible y de calidad.

En la Microcuenca de la Quebrada La Chorrera, ubicada en el departamento de El Paraíso, se realizó una evaluación hidrológica durante los meses de Enero a Septiembre del presente año. Para lo cual fue necesario hacer estudios previos del área basados en: ecología, geología, suelos, zonas de formación de acuíferos, uso actual de la tierra y conflictos en el uso de la tierra, complementados con reconocimientos terrestres y de fotografías aéreas.

También se realizaron encuestas a los pobladores de las comunidades beneficiadas con el agua que produce esta microcuenca para conocer de esa manera la percepción en cuanto a importancia y valoración de los pobladores sobre los recursos agua, flora, suelos y calidad ambiental. PROCUENCAS brindó información sobre los deslizamientos ocurridos en el área a consecuencia de la Tormenta Tropical "Mitch" e información sobre los análisis de calidad del agua en las diferentes pilas colectoras.

Después de analizar todos los datos obtenidos, se concluyó que esa zona es importante para la producción y regulación del agua. Aunque los beneficiarios están conscientes de la importancia de la fuente de agua y el efecto de la degradación, siguen teniendo agricultura extensiva y ganadería en esa área, ya que es su única fuente de ingreso económico.

Debido a la importancia que tienen las zonas montañosas para la producción de agua, es muy urgente que se proceda a la sustitución de estas actividades productivas por otras que tengan tanto beneficios económicos para los pobladores, como beneficios ambientales para el ecosistema. Después de esta evaluación hidrológica, se recomiendo hacer un estudio de especies forestales en el área de mayor conflicto.

CONTENIDO

	Portadilla	i
	Autoría	ii
	Página de firmas	iii
	Dedicatoria	iv
	Agradecimientos	v
	Agradecimientos a patrocinadores	vii
	Resumen	viii
	Nota de prensa	ix
	Contenido	xi
	Indice de cuadros	xiv
	Indice de figuras	xv
	Indice de anexos	xvi
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1	EL ESTADO ACTUAL DEL AGUA EN EL MUNDO	3
2.1.1	Usos del agua	3
2.1.2	El agua es un recurso limitado	4
2.1.3	El ciclo hidrológico	6
2.2	LAS ZONAS MONTAÑOSAS Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE AGUA	7
2.2.1	Los ecosistemas montañosos	7
2.2.2	Protección de los ecosistemas montañosos	8
2.3	MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS CON ÉNFASIS EN LA AMÉRCIA TROPICAL Y SUBTROPICAL	8
2.3.1	Las cuencas hidrográficas	9
2.3.2	Caracterización de cuencas hidrográficas	9
2.3.3	División de cuencas hidrográficas	10
2.3.4	Manejo de cuencas hidrográlicas	10
2.3.5	Factores que influencian a las cuencas hidrográficas	12
2.3.6	Impactos de fenómenos naturales sobre cuencas hidrográficas	12
3	MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1	ASPECTOS POLÍTICOS	14
3.1.1	Ubicación geográfica	14
3.1.2	Límites	14
3.1.3	Tenencia y uso de la tierra	14
3.2	ASPECTOS FÍSICOS	14

3.2.1	Superficie	14
3.2.2	Relieve	17
3.2.3	Altitud	17
3.2.4	Clima	17
3.2.5	Vegetación	17
3.2.6	Hidrología	17
3.2.7	Geología y suelos	18
3.3	METODOLOGÍA DE LEVANTAMIENTO	18
3.3.1	Delimitación de la microcuenca sobre mapas topográficos y/o fotografías aéreas	18
3.3.2	Levantamiento del mapa de ecosistemas o zonas de vida	20
3.3.3	Delimitación de los grupos geológicos y series de suelos	20
3.3.4	Levantamiento del mapa de uso actual de la tierra	20
3.3.5	Levantamiento del mapa de pendientes	20
3.3.6	Aspectos morfológicos de la cuenca	20
3.3.7	Cuantificación de los daños ocasionados por la Tormenta Tropical "Mitch"	20
3.3.8	Incorporación de habitantes locales en los levantamientos terrestres	21
3.3.9	Evaluación de recursos naturales dentro de la microcuenca y área de influencia	21
3.3.10	Censo poblacional	21
3.4	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	21
3.4.1	Delimitación de la zona de recarga o de formación de acuíferos	21
3.4.2	Conflictos en el uso de la tierra	21
3.4.3	Valoración de los recursos naturales agua, suelo, flora y calidad ambiental para los pobladores	22
3.4.4	Morfología de la cuenca	22
3.4.5	Evaluación de daños	23
3.4.6	Procesamiento de datos	23
4	RESULTADOS	25
4.1	Mapa de ecosistemas o zonas de vida	25
4.2	Mapa de grupos geológicos y series de suelo	27
4.3	Mapa de uso actual de la tierra	32
4.4	Mapa de pendientes	34
4.5	Mapa de conflictos en el uso de la tierra	36
4.6	Morfología de la cuenca	36
4.6.1	Superficie	38
4.6.2	Factor de forma	38
4.6.3	Indice de compacidad	38
4.6.4	Densidad de los cursos de agua	38
4.6.5	Relieve	39
4.6.6	Relación de relieve	39
4.7	Daños o desplazamientos de terreno provocados por la Tormenta Tropical "Mitch"	39

4.8	Resultados del censo poblacional	41
4.9	Tabulación y discusión de la encuesta	42
4.9.1	Variables biofísicas	42
4.9.2	Salud	42
4.9.3	Recursos agua y bosques	43
4.9.4	Vegetación	44
4.9.5	Suelos	44
4.9.6	Tenencia y uso de la tierra	45
5	DISCUSIÓN	46
5.1	SITUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA ZONA DE RECARGA Y DEL BOSQUE REGULADOR	46
5.2	CONSIDERACIONES POLÍTICO- ADMINISTRATIVAS CON RESPECTO AL MANEJO FUTURO DE LA CUENCA	47
6	CONCLUSIONES	48
7	RECOMENDACIONES	50
8	BIBLIOGRAFÍA	51
9	ANEXOS	54

INDICE DE CUADROS

Cuadro		
1.	Clasificación de cárcavas por profundidad.....	13
2.	Fórmulas para el análisis cuantitativo de una cuenca hidrográfica.....	23
3.	Superficie y cobertura del bosque productor- regulador y bosque regulador.....	25
4.	Distribución por área y porcentual de los usos de la tierra en la Microcuenca de la Quebrada La Chorrera.....	34
5.	Distribución por área y porcentaje de los rangos de pendientes en la Microcuenca de la Quebrada La Chorrera.....	34
6.	Superficie y porcentaje de los usos de la tierra bajo conflicto en la microcuenca.....	36
7.	Datos base para el cálculo de parámetros morfológicos.....	36
8.	Parámetros morfológicos de la Microcuenca de la Quebrada La Chorrera.....	38
9.	Sitios de deslizamiento con su correspondiente superficie de desplazamiento.....	39
10.	Superficie de desplazamiento y profundidad de éstos para los deslizamientos de mayor tamaño.....	41
11.	Números de personas que viven en las diferentes comunidades beneficiadas con el agua que produce la Merocuenca de la Qda. La Chorrera, número de casas y promedio de personas por familia.....	42

INDICE DE FIGURAS

Figura		
1.	Ubicación de la zona de estudio en la república de Honduras....	15
2.	Mapa topográfico de la Microcuenca de la Qda. La Chorrera....	16
3.	Mapa de Red Hidrográfica de la Microcuenca de la Quebrada La Chorrera.....	19
4.	Mapa Ecológico de Zonas de Vida de la Microcuenca de la Quebrada La Chorrera.....	25
5.	Mapa de Geología de la Microcuenca de la Quebrada La Chorrera.....	28
6.	Mapa de Suelos de la Microcuenca de la Quebrada La Chorrera	29
7.	Uso actual de la tierra en la Microcuenca de la Quebrada La Chorrera.....	33
8.	Mapa de pendientes en la microcuenca.....	35
9.	Mapa de conflictos en el uso de la tierra.....	37
10.	Sitios de deslizamientos ocasionados por la Tormenta Tropical "Mitch" en la microcuenca.....	40

INDICE DE ANEXOS

1.	Encuesta sobre el recurso agua.....	54
2.	Propuesta de declaratoria de la zona.....	56

1.INTRODUCCIÓN

La cantidad total de agua en el mundo se estima en unos 1400 millones de km^3, es decir, unas 10^{18} toneladas (PNUMA, s.f.). Si bien el 70% del planeta está cubierto con agua, el 97% es agua salada y el 3% restante es agua dulce. Alrededor del 70% del agua dulce está retenida en los glaciares y casquetes polares, en forma de hielo. Otro porcentaje considerable de agua dulce es inaccesible para uso humano ya que corresponde a la humedad del suelo o a acuíferos subterráneos, extremadamente profundos. Por tanto, menos del 1% del agua del mundo, o sea alrededor del 0,007% del total, es agua directamente accesible para el ser humano (Szöllosi-Nagy, *et. al.* 1998).

Aunque el volumen de agua dulce disponible es relativamente bajo, se considera que es suficiente para cubrir las necesidades humanas presentes y futuras, siempre y cuando este importante recurso natural sea adecuadamente manejado. El problema principal relacionado con este recurso radica en que tiende a no haber agua donde se necesita, cuando se necesita, o es de mala calidad (PNUMA, s.f.).

Como es lógico, la cantidad de agua dulce disponible varía considerablemente de un continente a otro y de un sitio a otro dentro de un mismo territorio. Así, por ejemplo, Asia posee el mayor caudal fluvial del mundo, pero la disponibilidad per cápita de agua es la más baja del globo debido a la elevada cantidad de habitantes. En América, la Cuenca del Río Amazonas arrastra el 16% de la escorrentía mundial (Szöllosi-Nagy, *et.al.*,1998)

El principio de Dublín sobre el agua indica que este es "un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente" (Szöllosi-Nagy, *et.al.*, 1998). Por tanto, este recurso natural debería ser manejado en forma sostenible para beneficio de las generaciones presentes y futuras. En este sentido, el manejo de cuencas hidrográficas y la extracción de agua del subsuelo en forma adecuada se convierten, en la actualidad, en importantes herramientas de gestión de este recurso natural.

El agua es un recurso de naturaleza limitada y de alto valor económico. En algunos ecosistemas, por razones de ubicación atmosférica e influencias climáticas locales, la cantidad de agua es excesiva mientras que en otros es deficitaria. Para los ecosistemas terrestres de la América tropical y subtropical es válido que el agua dulce disponible sobre ellos sea el producto de precipitaciones verticales, horizontales y deshielo de nevados enclavados en altas montañas. La mayoría de las aguas que se descargan sobre estos ecosistemas es drenada mediante sistemas de cuencas fluviales. El factor limitante del recurso agua complementado con sistemas universales de drenaje a través de cuencas,

pone de relieve la importancia fundamental del manejo de recursos naturales en cuencas hidrográficas.

La América tropical y subtropical posee grandes e importantes cuencas fluviales las que ante la situación mundial del agua dulce y de los ecosistemas marinos deberían estar bajo manejo técnico. La documentación existente y la experiencia demuestran que la mayoría de estas áreas de drenaje natural carecen de manejo, a pesar de la fuerte inversión económica y técnica por parte de gobiernos y/o de organismos financieros internacionales. Ante el fracaso de manejo de grandes cuencas fluviales, la comunidad internacional ha comenzado a comprender que el manejo del recurso agua debe estar más enfocado a cuencas de menos tamaño, sean éstas subcuencas o microcuencas.

En cuencas hidrográficas de montaña, característica de la casi totalidad de los territorios tropicales y subtropicales de América, la gestión adecuada del agua dulce toma especial importancia a nivel de microcuenca.

Después del paso de la Tormenta Tropical Mitch por territorio hondureño, la mayoría de las microcuencas fue fuertemente impactada en términos de sus recursos biofísicos, especialmente agua, suelo, flora y biodiversidad. La Microcuenca de la Quebrada La Chorrera no fue ajena a este proceso de destrucción. Algunas porciones de la zona de recarga y los sitios de afloramiento de manantiales fueron fuertemente afectados por deslizamiento y los cauces de casi toda la red de drenaje natural de agua experimentaron una fuerte erosión y un alto grado de arrastre de árboles, rocas y otros sedimentos.

Tal estado de cosas fue determinante para iniciar, a la mayor brevedad posible, la evaluación y restauración de la microcuenca. Sobre esta base, el presente trabajo pretendió alcanzar los siguientes objetivos:

Objetivo general.-

- Contribuir a incrementar los conocimientos sobre la evaluación hidrológica de cuencas de montaña, en regiones tropicales y subtropicales.

Objetivos específicos.-

- Caracterizar biofísica- e hidrológicamente la microcuenca.
- Evaluar las condiciones socio-económicas de los pobladores que habitan la microcuenca.
- Evaluar la percepción sobre los recursos bosque y agua que tiene los pobladores enclavados dentro de la microcuenca y aquellos externos, pero dependientes de la cuenca para abastecer las necesidades de agua potable y/o de riego.

2.REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 EL ESTADO ACTUAL DEL AGUA EN EL MUNDO

Como ya es de conocimiento de todos, en la actualidad el mundo encara serios y crecientes retos para mantener la calidad del agua y enfrentar la creciente demanda para este recurso.

2.1.1 Usos del agua

Si no hay agua no hay vida; nuestro planeta sería un desierto sin vida. Existen tres modos principales en los que se explota este recurso importante: urbano, industrial y agrícola. El uso urbano se refiere al agua potable y tratamiento de aguas residuales, el uso urbano del agua representa un 4% del agua disponible total; por su parte, como su mismo nombre lo indica, el industrial es aquel modo de utilización que se refiere únicamente a la actividad industrial y representa un porcentaje mucho mayor que el del uso doméstico, este porcentaje es de un 22%; por último, el uso agrícola es el más importante de los tres, representa un 75% del agua total, sobre todo en países en vías de desarrollo, sin excluir a los ya desarrollados, puesto que utilizan la mayor parte del agua en sistema de riego. A pesar de que la actividad agrícola representa el mayor porcentaje de utilización de este recurso, es también la actividad que menos lo aprovecha, ya que más o menos un 75 a 80% del agua no es aprovechado directamente por las plantas al momento del riego (Faustino, 1997).

Además de los usos anteriores, el agua es utilizada en la acuicultura, transporte, turismo o uso ecológico, es decir todos aquellos que contribuyen con el bienestar de la población y proveen oportunidades de ingreso; sin embargo, estos usos varían de país a país y toman cada día más auge (Faustino, 1997).

Las nuevas fuentes de agua son cada vez más caras para explotarlas. Dentro de poco parte del agua usada para irrigación tendrá que ser sustituida para suplir las necesidades de áreas urbanas e industriales, pero a su vez mantener el motor primordial del crecimiento de la agricultura. El estancamiento de las aguas, la salinización, la extracción de aguas subterráneas y la polución del agua son algunos de los factores que presionan la calidad del agua y la tierra. La polución del agua, el escaso tratamiento de las aguas negras y la escorrentía de químicos agrícolas, combinados con el pobre mantenimiento y las condiciones sanitarias de las comunidades se consideran los

principales contribuyentes a las enfermedades y malnutrición. En muchas áreas el agua está disponible para los usuarios bajo ningún costo o a un precio muy bajo. A pesar de eso ni los manejadores, ni los usuarios del agua tienen incentivos para conservar el agua, de esta manera el agua está sobreexplotada y gastada en vez de ser tratada como un recurso escaso y finito(Radulovich, 1997).

De acuerdo a lo anterior se puede confirmar el segundo principio de Dublín que dice que "el aprovechamiento y la gestión del agua deben basarse en la participación de los usuarios, planificadores y decisores, a todos los niveles", ya que si no se hace un trabajo integrado de conservación no se llegará a obtener los objetivos de los planes de manejo y conservación. Este tipo de trabajo no puede ser un trabajo individual, sino que tiene que ser grupal, en donde se integren las ideas de todos para llegar al beneficio común.

A nivel planetario, de acuerdo a la FAO (1993), durante el siglo actual el consumo global de agua ha aumentado 10 veces. Para el 2,000, alrededor del 35% de las fuentes de agua disponibles estarán en uso, comparado con menos del 5% que estaban en uso al principio del siglo. Otro importante cambio es el ya mencionado sobre el uso del agua en la agricultura que, en cuestión de los últimos 100 años, o sea desde 1900 hasta el 2000, se ha reducido de 90% a 62%, mientras que el uso industrial habrá aumentado del 6% al 25% para el 2000 y el doméstico del 2% al 9% (Radulovich, 1997).

2.1.2 El agua es un recurso limitado

La cantidad total del agua en el planeta es de cerca 1400 km^3 o unas 10^{18} toneladas (PNUMA, s.f.). Casi la totalidad de esta cifra es agua salobre, refiriéndose a un 97% del total y la mayor parte del resto, o sea del 3% restante, está retenida en casquetes polares en forma de hielo o es agua subterránea inaccesible. Por tanto, menos del 1% del total, o para ser más preciso, alrededor del 0.007% del total se encuentra a libre disposición del hombre (FAO, 1995)

Si esa pequeñísima cantidad de agua estuviera bien distribuida, no se tendrían los problemas a los que hay que enfrentarse hoy día, ya que esa diezmilésima cantidad de agua potable sería suficiente para suplir la demanda actual por parte de toda la humanidad; lastimosamente, éste no es el caso. La dificultad reside en que, mientras una población en aumento exige mayor cantidad de agua, este recurso finito debe también satisfacer las necesidades de todas las demás formas de vida (Szöllosi-Nagy, *et.al.*, 1998).

Pero el problema no es sólo la demanda creciente proporcionalmente con el crecimiento de la población, sino que cuando existe la posibilidad de encontrar agua, generalmente esta fuente de agua "nueva" esta contaminada; aproximadamente un tercio de la población de los países en desarrollo no dispone de agua potable. Este tipo de contaminación agrava el problema, ya que cada año se descargan unos 450 km^3 de agua residuales en las aguas superficiales del mundo. Para diluir y transportar las aguas residuales, se utilizan dos tercios del total de las aguas de escorrentía del planeta(FAO, 1995).

En muchos países, sucede que con el crecimiento demográfico disminuye la cantidad de agua de que puede disponer la población. En el año 2000, los recursos de agua per cápita de América Latina, comparados con los de 1950, se habrán reducido en casi un 75%. En el siglo XXI, la principal limitación del desarrollo de Egipto será la disponibilidad de agua y no de tierra. Otro ejemplo que ilustra más este problema está en África, donde más de 230 millones de personas de países de este continente o del próximo Oriente cuentan con menos de 1000 m^3 anuales per cápita(FAO, 1995).

Los hidrólogos califican de "escasos de agua" a los países cuyo abastecimiento de este recurso sea en promedio menor de 1000 m^3 por persona por año. Según proyecciones de la ONU,y con base en esta cifra , los países escasos de agua para el año 2000 son Bahrein, Barbados, Djibouti, Jordania, Kuwait, Malta, Singapur, Arabia Saudita, Argelia, Burundi, Cabo Verde, Emiratos Arabes Unidos, Israel, Kenya, Malawi, Qatar, Rwanda, Somalia, Túnez, Yemen, Comoras, Egipto, Etiopía, Haití, Irán, Libia, Marruecos, Omán, Siria, Sudáfrica, Perú, Rep. Unida de Tanzania, Zimbabwe, Chipre (FAO, 1995).

La disponibilidad de agua está considerada como una limitante para el desarrollo socioeconómico y para la calidad ambiental. En la actualidad, 28 países con una población total de 338 millones son considerados como países escasos de agua. La escasez de agua aumentará aun más en los próximos 30 años: para el 2025 se ha proyectado que de 46 a 52 países con una población agregada de 3 millones serán países escasos de agua (Rosegrant, 1997).

Para entender mejor estas cifras cabe recalcar que el hombre debe consumir aproximadamente dos litros de agua por día, solo para regular la química interna de un 75% de su peso. También los animales deben reemplazar cierta cantidad de agua perdida en funciones orgánicas; si éstas son superiores al 10% de peso del animal, provocan graves efectos. Y en el caso de las plantas y vegetación en general, el consumo de agua es vital para un desarrollo normal y crítico de cultivos, plantaciones, bosques, etc. (Faustino, 1997).

Es evidente entonces que, los recursos de agua dulce están distribuidos de una manera desigual: por un lado los desiertos, donde casi no llueve, y en el otro lado las regiones muy húmedas, que pueden llegar a recibir varios metros cúbicos de lluvia al año. La mayor parte del caudal mundial se encuentra concentrada en unos pocos ríos: el Río Amazonas, cuya cuenca abarca 5,87 millones de km^2 (4% del total de las tierras del planeta), arrastra el 16% de la escorrentía mundial; la cuenca fluvial del Río Congo-Zaire arrastra un tercio del caudal de todos los ríos del África. Las zonas áridas y semiáridas, que constituyen cerca del 40% de la superficie de tierras, sólo cuentan con un 2% de la escorrentía mundial (Szöllosi-Nagy, *et.al.*, 1998).

Ahora bien, el primer principio de Dublín sobre el agua dice que "el agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente". Este principio complementado con la situación de este recurso a escala mundial ponen de relieve la enorme empresa que debe emprenderse de inmediato para

alcanzar su manejo prudente si se quieren evitar graves conflictos políticos, sociales y económicos a corto y mediano plazo.

2.1.3. El ciclo hidrológico

El agua es uno de los elementos más familiares del planeta considerando las tres fases que tiene la misma:

- Como líquido se encuentra en lagos, ríos y embalses de toda la superficie terrestre y a su vez ocupa los mares y océanos que circundan la tierra.
- Se la encuentra como vapor de agua en la atmósfera en su estado gaseoso.
- Las regiones polares están cubiertas por agua en estado sólido, al igual que los picos de las montañas más altas (Szöllosi-Nagy, *et.al.*, 1998)

El ciclo hidrológico forma el vínculo entre lagos, la humedad del suelo, los ríos y los sistemas biológicos. Según la FAO (FAO, 1995), esta enorme bomba de agua provoca cada año la caída de 113000 km^3 de este líquido en forma de lluvia o nieve. Ahora bien, Rosegrant dice que la cantidad total anual de agua renovable que la lluvia provee sobre todo el planeta es de 110000 km^3, de los cuales 70000 km^3 se evaporan y los otros 40000 km^3 pertenecen a la escorrentía que llena los ríos, lagos y acuíferos. Gran parte de esta escorrentía es perdida inmediatamente por inundaciones, dejando un estimado de 9,000-14,000 km^3 de escorrentía anual (Rosegrant, 1997).

A pesar del transporte del agua por la atmósfera, éste representa la mayor cantidad del ciclo, los 4.5 km. de profundidad del aire contiene vapor de agua equivalente a tan sólo 25 mm. de agua. Parte del 97% del agua del mundo está contenida en los mares, los cuales contienen un promedio de 3.5% de sal disuelta que es retenida hasta que esta cantidad es consumida por la mayoría de plantas y animales (Pereira, 1989).

En el ciclo hidrológico el agua se evapora constantemente en la atmósfera bajo el efecto del sol. Parte de ella vuelve a la tierra en forma de lluvia y nieve. A su vez, una parte de esta precipitación se evapora y regresa a la atmósfera; otra parte desagua en los lagos y ríos y con este proceso inicia su viaje hacia el mar; otra parte se infiltra en el suelo para convertirse en humedad y luego en agua subterránea. En condiciones naturales, una parte del agua subterránea se abre paso gradualmente hasta las aguas superficiales y llega a formar parte de la principal fuente de caudal fluvial seguro. Las plantas también hacen su aporte en este ciclo, ya que incorporan parte de la humedad del suelo y del agua subterránea a sus tejidos y liberan luego una parte a la atmósfera por el proceso de transpiración (Szöllosi- Nagy, *et.al.*, 1998)

En los trópicos, con la alternancia de fuertes lluvias y el clima caliente y seco, estos procesos son de importancia crítica para mantener las ofertas de agua superficial. Las condiciones superficiales que permiten la aceptación y la rápida infiltración de lluvias fuertes son para este objetivo muy esenciales para la recarga de los acuíferos y la continuidad del flujo en estaciones secas. La vegetación juega un papel vital en la

protección de la superficie del suelo del impacto directo de la lluvia y en el mantenimiento de la rápida infiltración (Pereira, 1989).

2.2 LAS ZONAS MONTAÑOSAS Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE AGUA

En este punto tocaremos temas relevantes sobre la importancia de las montañas en el planeta, en especial se hará más énfasis a las zonas montañosas como productoras de agua y se tratará de explicar estos procesos.

2.2.1 Los ecosistemas montañosos

Los ecosistemas montañosos mundialmente abarcan todo lo que corresponde desde el ecuador hasta los polos, y aproximadamente la quinta parte de la superficie de la tierra esta ocupada por ecosistemas montañosos (Price, 1998).

La característica principal de los ecosistemas montañosos es que tienen un relieve relativamente elevado o una variación topográfica muy marcada y además cuenta con fuertes pendientes y poseen gran biodiversidad (Ives y Messerly, 1997).

Esta clase de ecosistemas se encuentran, como ya se menciono anteriormente, en todas partes del mundo, en todos los continentes, altitudes, latitudes. Por ser ecosistemas mundialmente dispersados es que son tan importantes, ya que la décima parte de la población mundial vive y depende también de ellos, pues recibe su sustento directamente de las montañas (Price, 1998).

Hablando de países en desarrollo, en las zonas de colinas o montañas viven cerca de 500 millones de personas, es decir viven en una extensión de aproximadamente 1000 millones de hectáreas (FAO, 1995).

A escala mundial, se puede afirmar que el mayor valor de las montañas consiste en ser fuentes de todos los grandes ríos del mundo y de muchos menores (Programa de las zonas montañosas, 1998).

Los ecosistemas montañosos desempeñan también un papel super importante en el ciclo hidrológico, ya que las montañas captan la humedad de las masas de aire; además que constituyen un tipo de reserva de agua cuando el agua se precipita en forma de nieve y se almacena hasta que se derrite en primavera y verano; es decir es una forma de reservar agua para los periodos de menos pluviosidad (Price, 1998).

2.2.2 Protección de los ecositemas montañosos

El ciclo hidrológico se ve fuertemente impactado siempre que hay una intervención en los bosques, no importando si el grado de intervención es fuerte o leve, desde la simple extracción de productos no comerciales hasta la conversión total del bosque. Esos impactos hidrológicos se clasifican según sea su relación con la calidad y cantidad de agua; de ahí que vienen los términos de erosión, sedimentación y flujo de nutrientes, factores que afectan a los cambios en cantidad de agua (Mourraille, *et. al.*, 1995).

He aquí algunos de los impactos ambientales que son consecuencia de convertir los bosques o ecosistemas montañosos a otros usos:

1. Aumento de la erosión a diferentes niveles dependiendo de la duración y el tipo de intervención.

2. El flujo de nutrientes se vuelve negativo debido al uso de químicos, y al aumento en la filtración y remoción de nutrientes durante la intervención.

3. La cobertura forestal está inversamente relacionada con la escorrentía, es decir que a más cobertura habrá menos escorrentía, puesto que los bosques retienen más agua que los pastos u otras plantaciones.

4. Puede haber una disminución en los flujos estacionales y hasta se pueden reducir a nada.

En resumidas cuentas, la protección de los ecosistemas montañosos es de suma importancia, sobre todo para la producción de agua, la cual cada vez es menor (Carranza, *et. al.*, 1996).

2.3 MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS CON ENFASIS EN LA AMERICA TROPICAL Y SUBTROPICAL

En este capítulo se tratará de analizar algunos de los temas concernientes al manejo de cuencas hidrográficas haciendo énfasis en la América tropical y subtropical, de acuerdo a los libros consultados para este objetivo.

2.3.1 Cuencas hidrográficas

Para el mejor entendimiento del tema, comenzaremos con la definición de una cuenca hidrográfica, y es la misma definición que se encuentra en la mayoría de libros de manejo: Una cuenca hidrográfica es un área geográfica que tiene un drenaje común, es

decir, ese drenaje común no es definido por el hombre, sino que es la misma naturaleza la que la determina, esta determinada por el agua.

Algunos otros conceptos de cuencas y conceptos relacionados con la complejidad física de una cuenca son citados en el libro 'Restauración hidrológico-forestal de cuencas y control de la erosión' que dice que una cuenca vertiente, o cuenca de drenaje de un cauce, en una sección dad de su curso, a la superficie de terreno limitada por el contorno a partir de l cual la precipitación caída drena por esa sección (Restauración hidrológico-forestal de cuencas y control de la erosión, 1994).

La manera en como funciona una cuenca se asemeja a la de un colector que recibe la precipitación pluvial y nival y la convierte en escurrimiento. Para esa transformación se pierde agua, tiene que haber un funcionamiento de las condiciones climatológicas y de las características físicas de la cuenca. Si miramos desde un punto de vista de hidrológico, no debería interesar el nivel de volumen de estos escurrimientos, sino también el reparto de este en el tiempo (Restauración hidrológico-forestal de cuencas y control de la erosión, 1994).

2.3.2 Caracterización de cuencas hidrográficas

Según cual fuere el funcionamiento de la cuenca, esta puede caracterizarse por su morfología, por la naturaleza del suelo y por la cobertura vegetal. Si clasificamos a una cuenca según su morfología, hay tres tipos de parámetros para analizar (Restauración hidrológico- forestal de cuencas y control de la erosión, 1994):

- Parámetro de forma
- Parámetro de relieve
- Parámetro relativo a la red hidrográfica.

En cuanto al parámetro de forma, se dice que la forma influye sobre los escurrimientos y también sobre la marcha del hidrograma que resultan de una precipitación. Si la forma de la cuenca es alargada, se deduce que el agua fluye, por lo general, por un solo cauce principal; sin embargo, si la forma de la cuenca es redondeada, quiere decir que el flujo de agua pasa primero por cauces secundarios y hasta terciarios antes de llegar al cauce principal, o sea que el tiempo que tarde el agua en llegar al cauce principal es mayor que el tiempo que tardan los escurrimientos de una cuenca alargada (Restauración hidrológico- forestal de cuencas y control de la erosión, 1994).

Existe una fórmula para sacar el factor de forma que es la siguiente:

$$F = \frac{A}{L^2}$$

Donde A es la superficie de la cuenca y L^2 se refiere a la longitud de la misma; si el resultado es 1, decimos que la cuenca tiene una forma redonda o que su ancho es igual a su largo; sin embargo, si el resultado es mayor a 1 , se sabe que el ancho de la cuenca es

mayor que su largo; y por último, si el resultado de la fórmula es menor a 1, la cuenca tiene una forma alargada, puesto que su largo es mayor que su ancho (Sheng, 1992).

El segundo parámetro es el que se refiere al relieve. El relieve tiene una gran influencia sobre el hidrograma, puesto que a mayor pendiente, el tiempo de concentración de las aguas en la montaña será menor y por ende la duración de las aguas de escorrentía en la red de drenaje será también menor (Restauración Hidrológico- forestal de cuencas y control de la erosión, 1994).

El tercer parámetro se refiere a la red de drenaje, es decir al cauce de las corrientes. Al correr el agua por su cauce, su volumen de circulación dependerá netamente de las características hidráulicas tanto de su vertiente como de su sección transversal y alineación. Cabe recalcar que estas características pueden ser modificadas con obstáculos materiales como ser el desarrollo de la vegetación y represas o encofrado de los cauces (Introducción a la Ordenación de Cuencas Hidrográficas, FAO, 1958).

2.3.3 División de las cuencas hidrográficas

Después de haber mencionado el concepto de cuencas hidrográficas y sus caracterizaciones, es importante mencionar que de una cuenca hidrográfica se puede sacar unidades menores denominadas subcuencas y microcuencas, esto está justamente referido a la red de drenaje anteriormente mencionada.

La subcuenca se refiere a todos aquellos cursos que se desarrollan directamente a la red principal de drenaje, es decir a los cursos que desembocan directamente al cauce principal. Un grupo de subcuencas forma una cuenca.

Una microcuenca es de un orden inferior al de la subcuenca, sus aguas desembocan directamente al curso principal de la subcuenca. La subcuenca está conformada por una o más microcuencas (Caballero, 1999).

2.3.4 Manejo de cuencas hidrográficas

Cuando se determina que un área cualquiera será manejada bajo el punto de vista de cuenca hidrográfica, se está afirmando que el recurso principal que regirá todas las actividades en ese trabajo o área de trabajo será exclusivamente el agua. Es decir, que todas las actividades productivas que se efectúen dentro de esas fronteras deberán tomar en cuenta cómo afectarían en la cantidad y calidad del recurso de mayor interés para la sociedad y el estudio, el agua (Agudelo, 1999).

El manejo de cuencas hidrográficas tiene como objetivo primordial enfrentar los problemas del uso de la tierra y el agua, no en términos de que ambos son un recurso cualquiera, sino sobre la base de que estos recursos dependen uno del otro y por lo tanto deben considerarse como unidos o juntos (Lassen, *et. al.*, s.f.).

Todo manejo de cuencas hidrográficas debe apoyarse en el principio de que la corriente de agua o cauce es un producto de la tierra, esto es considerado por muchas personas como requisito capital de un tipo de desarrollo de cuencas de ríos, en cual las medidas de conservación se aplicarán conjuntamente, o aún mejor, anticipadamente a los trabajos de ingeniería, para de esta manera controlar inundaciones, fuerzas hidroeléctricas, navegación o irrigación. Tanto los trabajos de ingeniería como los esfuerzos por conservar las tierras dentro de las fronteras de las cuencas hidrográficas, son muy beneficiosos para la prolongación de los depósitos de agua, mediante la reducción de la sedimentación; además son capaces de suministrar agua de mejor calidad ya sea para uso municipal o industrial; y por último se puede lograr reducir las descargas de aguas abundantes y peligrosas además de otros beneficios que trae el manejo de cuencas hidrográficas (Lassen, *et. al.*, s.f.).

El manejo de cuencas hidrográficas involucra poner en práctica un plan concreto de actividades con miras a alcanzar objetivos previamente analizados y determinados. Generalmente es muy difícil seguir estos objetivos hasta sus últimas consecuencias, pero si se logra, estos objetivos serán incompatibles con otros. (FAO, 1958).

He aquí alguna de las actividades que involucra el manejo de cuencas hidrográficas de acuerdo a sus objetivos o finalidades:

- Si la finalidad del manejo es mejorar una cuenca hidrográfica deteriorada, se tendrá que adoptar medidas que lleven a contener la corriente encaminándola antes de darle salida a la cuenca hidrográfica; este tipo de objetivo se consigue desarrollando una capa densa de vegetación con especies de raíces profundas, además de evitando incendios y también estableciendo barreras en los cauces, de manera que la corriente se retrase.

- Si lo que se busca en el manejo es aumentar la producción de agua, los esfuerzos deben dirigirse a reducir justamente la pérdida del recurso a manejar, el agua, por evapotranspiración al mínimo protegiendo suficientemente el suelo, prefiriendo utilizar especies de raíces superficiales y especies caducas.

- Si el manejo tiene por objetivo mantener la estabilidad o la situación satisfactoria a la vez de destinar las tierras de la zona a otros usos, el trabajo debe estar enfocado en mantener las condiciones relativamente inalteradas; para lo cual se someten las tierras a vigilancia en cuanto a utilización (FAO, 1958).

Según Faustino, el concepto del manejo de cuencas hidrográficas estuvo enfocado al uso de los recursos naturales como el agua, bosque y suelo; y su visión estuvo orientada a dar soluciones técnicas directas sobre la protección y conservación de los recursos, por lo que el manejo de cuencas ha dado pocos resultados y ha dejado atrás muchos planes sin implementar debido a la falta de recursos, pero esencialmente a la falta de una adecuada intervención humana (Faustino, 1997).

2.3.5 Factores que influencian a las cuencas hidrográficas

Las cuencas hidrográficas se ven influenciadas por distintos factores, en este caso se hablará de los factores con influencia negativa sobre las cuencas y éstos pueden clasificarse según la dependencia del hombre, es decir, existen factores independientes del hombre y otros dependientes del hombre.

Los factores independientes del hombre, son aquellos factores sobre los cuales el hombre no tiene dominio. Puesto que una cuenca hidrográfica puede compararse también a un organismo vivo, es decir, en el organismo o en una persona, por ejemplo, existen ciertos factores como la tez, el tamaño, el color de ojos y cabello, no dependen de ella, sino simplemente de la naturaleza; así también una cuenca hidrográfica posee ciertos factores o características que son inherentes a ella, como su dimensión, forma, topografía, ubicación, topografía y estructura rocosa, cauce, volumen de precipitación e intensidad (FAO, 1958).

Refiriéndose a los factores dependientes del hombre, son aquellos factores sobre los cuales el hombre puede influir y modificar, como ser: densidad y especie de vegetación, clase y volumen de la materia orgánica que se encuentran sobre la superficie del suelo, y las características hidráulicas de los cauces de las corrientes (FAO, 1958).

2.3.6 Impactos de fenómenos naturales sobre cuencas hidrográficas

La naturaleza es tan impredecible que se tiene que estar preparado para proceder en cualquier momento. Aunque por experiencias pasadas se ha visto que las ciudades han sido grandemente afectadas, en realidad las cuencas han sido las más afectadas, puesto que por sus características topográficas y por la intervención realizada por parte del hombre, éstas no han sido capaces de mantenerse firmes y han ocurrido deslizamientos, provocando en muchos casos cárcavas de grandes magnitudes.

Los impactos ocasionados por fenómenos naturales, por ejemplo, lluvias intensas, huracanes, tormentas, etc. son sobre todo en la vegetación, causando grandes pérdidas tanto económicas como en biodiversidad, ya que al disminuir la vegetación se disminuye también la cantidad y calidad de agua y otros factores mencionados en el punto 2.2.2; (Caballero, 1999).

Deslizamientos de tierras sobre todo en las zonas altas de montaña, donde las pendientes son acusadas y existen formaciones geológicas frágiles. Un deslizamiento de tierras es un movimiento descendente de una masa de tierra de una ladera. Las principales formas de deslizamiento de tierras son el desplome, resbalamiento, hundimiento, deformación plástica, arrastre y sus combinaciones. Los deslizamiento se clasifican dependiendo del material y el movimiento, las causas, mecánica, antigüedad, etc. (Sheng, 1992).

Otro impacto común que dejan los fenómenos naturales son las cárcavas, que son generalmente representaciones de hundimientos de tierras u pérdida del material. Las cárcavas se pueden clasificar por lo general por: su estado, en activa o inactiva; por su disposición, en contínua o discontínua; por su forma, en V, en U, etc.; y por último por su tamaño, en pequeña, mediana o grande, tal como se observa en el siguiente cuadro (Sheng, 1992).

Cuadro 1. Clasificación de cárcavas por profundidad

CLASIFICACIÓN DE CÁRCAVAS POR PROFUNDIDAD

Descripción	Profundidad de la cárcava
Pequeña	3 pies (0,9 m) o menos
Mediana	de 3 a 15 pies (0,9 a 4,5 m)
Grande	15 pies (4,5 m) o más

Fuente: Servicio de Conservación de Suelos de E.U.A.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ASPECTOS POLÍTICOS

3.1.1 Ubicación geográfica

Geográficamente la Microcuenca está ubicada entre los 13°49'57" y 13°51' 8"N y entre 86°56'41" y los 86°59'42" W, Honduras, Centro América. Políticamente, el área está ubicada al oeste del departamento de El Paraíso (Figs. 1 y 2).

3.1.2 Límites

La zona de estudio limita al Norte con las Microcuencas de la Qda. Grande y Cañas Bravas. Al Sur con la Aldea Mazaragua. Al Este con la Aldea de El Retiro. Al Oeste con la Montaña de El Zapotillo.

3.1.3 Tenencia y uso actual de la tierra

El análisis de fotografías aéreas complementado con reconocimientos de campo permitieron detectar que la mayor parte de las tierras de la microcuenca está cubierta con bosques y barbecho forestal. El resto del área se está utilizando en el establecimiento de huertos familiares mixtos, en los cuales se cultiva principalmente frijol, maíz, frutales como mandarina, naranja, durazno, hortalizas tales como zanahoria, ajo, etc. En cuanto a la tenencia de la tierra, todas las tierras de la microcuenca son de propiedad privada.

3.2 ASPECTOS FÍSICOS

3.2.1 Superficie

Con base en las hojas cartográficas Yuscarán y San Lucas del Instituto Geográfico Nacional (IGN), escala 1:50000, la microcuenca tiene una superficie de 464.4 ha (Fig. 2).

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio en la República de Honduras

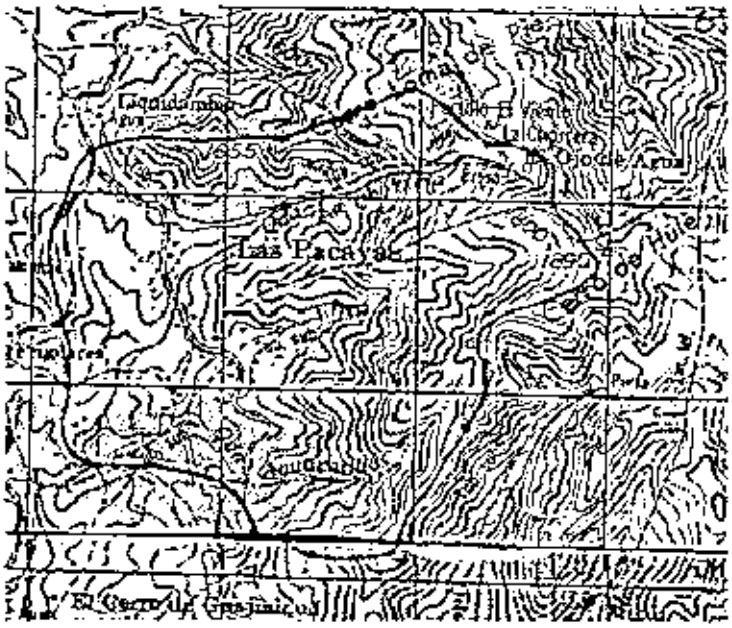

Figura 2. Mapa topográfico de la Microcuenca de la Qda. La Chorrera

3.2.2 Relieve

Las porciones Norte, Sur y Este de la microcuenca, correspondientes a la parte superior de la zona, se caracterizan por fuertes ondulaciones y pendientes. La parte Oeste, la más baja de la hoya, presenta pequeñas lomas y pendientes poco pronunciadas. Según el Programa de Desarrollo Sostenible de la Región del Yeguare, la pendiente media de esta microcuenca es de 16.1%.

3.2.3 Altitud

De acuerdo a las hojas cartográficas y a reconocimientos terrestres se extiende desde los 1440 hasta los 1890 msnm. La altitud media de esta cuenca, entonces, de 1665 msnm.

3.2.4 Clima

La temperatura media anual en la microcuenca oscila entre los 12°C y 18°C. El periodo más frío del año se extiende de Noviembre a Enero, mientras que la época caliente en esta zona se da en los meses de Abril a Junio.

Las precipitaciones tomadas por el proyecto UNIR en el año 1997 fueron de 1000mm la mínima en los meses de Enero a Abril y 2000mm como precipitación máxima, lo que resulta como precipitación media 1500 mm (Proy. UNIR, 1997).

3.2.5 Vegetación

Desde los 1400 hasta más o menos los 1500 m, esta zona está cubierta con rodales de pinos nativos, en los cuales hay una mezcla de *Pinus oocarpa* y *P. maximinoi* hasta juntarse con remanentes de bosque latifoliado nublado a partir de los 1500 msnm. Sobre los 1500 msnm se observa claramente la evidencia de una existencia pasada de bosque netamente latifoliado, como ser el alto grado de epifitismo que ya existe y el cambio de temperaturas. Aquí las especies que más dominan son *Liquidambar styraciflua*, *Quercus peduncularis*, *Bermonia depeana*, encinos y otras especies que sirven a las comunidades para leña y otros fines como son *Vismia mexicana* (achiotillo), *Lipia substrigosa* (pasmado), *Dodonae viscosa* (malacatillo), guachipilín, *Leucotoa mexicana* (lagarto), etc..

Cabe recalcar que el 90% del bosque es de pino, el cual es usado, al igual que otras especies, para leña. Extracción de resina y madera. El 10% restante está compuesto de otras especies anteriormente mencionadas, también se encuentran plantas medicinales como el Eucalipto, Ciprés, Romero; plantas frutales como naranja, lima, mandarina, durazno, membrillo, ciruelo; y plantas ornamentales como ser claveles, mar pacífico y rosas.

3.2.6 Hidrología

La microcuenca de la Qda. La Chorrera está constituida esencialmente por dos afluentes, la quebrada La Chorrera y la quebrada El Sabroso, que ésta última en realidad son dos afluentes, la Qda. De EL hule y la Qda. El Sabroso, las cuales después de juntarse se unen con la Qda. La Chorrera.(Fig. 3).

3.2.7 Geología y suelos

A continuación se describen las condiciones geológicas y edáficas que caracterizan a la microcuenca, estas unidades son dos unidades geológicas como se aprecia en la figura 5.

Basaltos del cuaternario.- Abarca la parte superior de la microcuenca, la cual está ubicada en la zona este.

La unidad Padre Miguel.- Se encuentra en la parte media y baja de la zona, es decir, toda la parte central y oeste de la microcuenca. Esta unidad tiene la edad del terciario, caracterizada por tener las ignimbritas como piedra predominante y sobresaliente.

3.2.8 Impactos de la Tormenta Tropical "Mitch"

Esta microcuenca fue fuertemente impactada con el paso de la Tormenta Tropical "Mitch", siendo las manifestaciones más sobresalientes la pérdida de biodiversidad, deslizamientos y cárcavas; motivo por el cual PROCUENCAS realizó un estudio de impacto, midiendo los deslizamientos y las cárcavas producidas. El área total afectada llegó a los 19,880 m^2 en los 16 deslizamientos y el volumen medio de suelo desplazado, obtenido por PROCUENCAS fue de 41,002.5 m^3. En el capítulo de los resultados se pueden observar los mismos más detalladamente.

3.3 METODOLOGÍA DE LEVANTAMIENTO

3.3.1 Delimitación de la microcuenca sobre mapas topográficos y/o fotografías aéreas

La microcuenca se delimitó sobre mapas topográficos a escala 1:50,000 y sobre fotografías aéreas a escala 1:20,000 del año 1995.

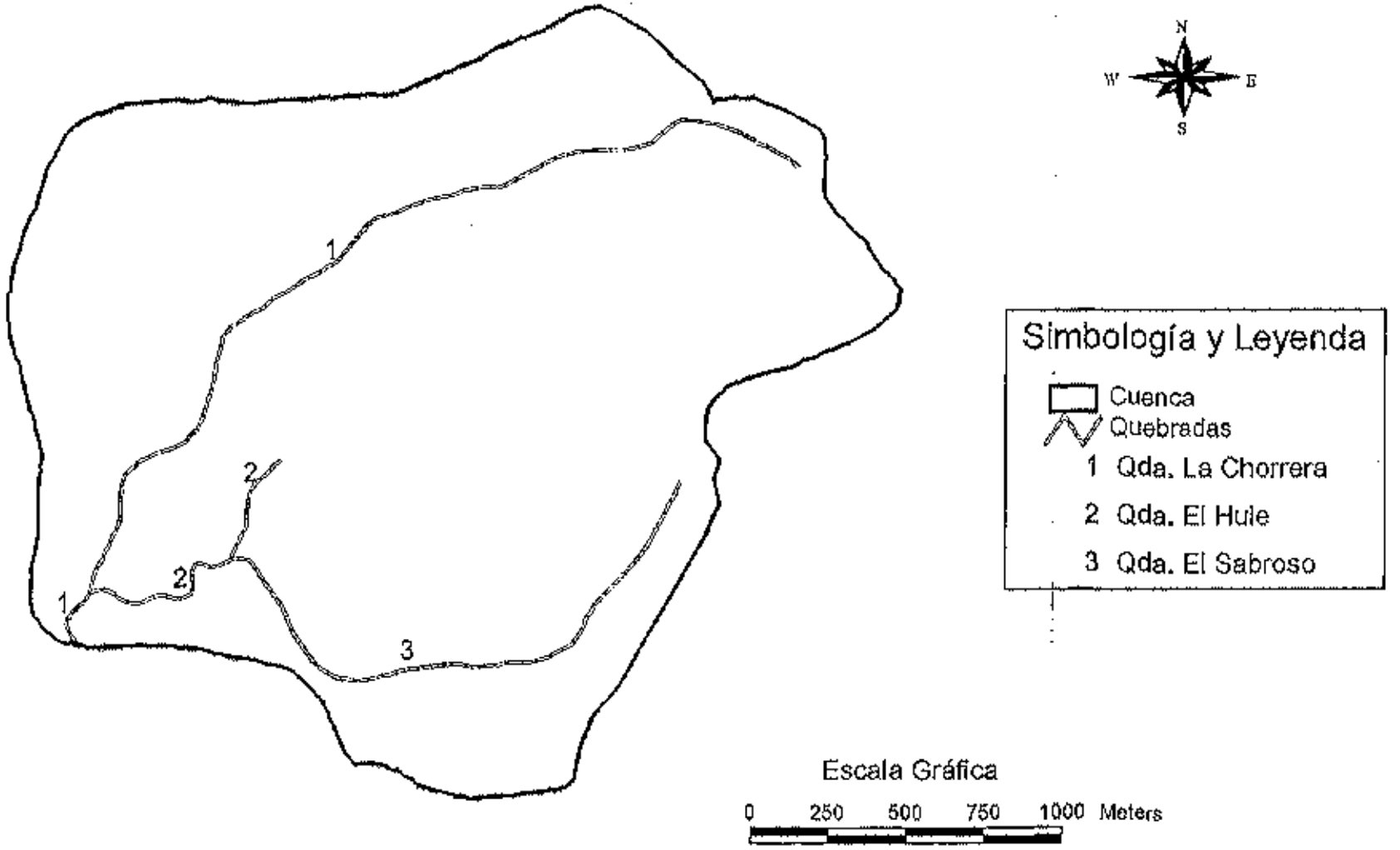

Figura 3. Mapa de Red Hidrográfica de la Microcuenca de la Quebrada La Chorrera

3.3.2 Levantamiento del mapa de ecosistemas o zonas de vida

Utilizando mapas topográficos a escala 1:50,000, altímetro marca Tommen con lecturas cada 10 metros y reconocimientos terrestres se procedió al reconocimiento, clasificación y levantamiento del mapa de ecosistemas.

3.3.3 Delimitación de los grupos geológicos y series de suelos

Los grupos geológicos y de suelos se identificaron sobre mapas geológicos a escala 1:50,000 del IGN. Las series de suelos se localizaron sobre el mapa de series de suelos de Honduras a escala 1: 1'000,000. En el terreno se trazaron los límites de los grupos geológicos y de las series de suelos.

3.3.4 Levantamiento del mapa de uso actual de la tierra

Mediante la interpretación de fotografías aéreas a escala de 1:20,000 se delimitaron los diferentes usos de la tierra. Tales usos de la tierra fueron verificados mediante control terrestre y participación comunitaria.

3.3.5 Levantamiento del mapa de pendientes.-

El mapa se levantó por medio de los programas ARC info y ARC view. Se decidió un rango de pendientes de 15% de pendientes.

3.3.6 Aspectos morfológicos de la cuenca

Para caracterizar la morfología de la cuenca se determinaron, por medio del planímetro electrónico marca Tamaya, las siguientes variables: Superficie, longitud y anchura de la cuenca, perímetro y longitud del cauce.

3.3.7 Cuantificación de los daños ocasionados por la Tormenta Tropical "Mitch".

Inmediatamente después del paso de la tormenta, personal técnico de PROCUENCAS identificaron y levantaron, en términos del largo y ancho, los deslizamientos de mayor magnitud dentro de la microcuenca. A los deslizamientos de mayor tamaño se les midió la profundidad.

3.3.8 Incorporación de los habitantes locales en los levantamientos terrestres

Se utilizó un proceso de inducción directa con los líderes de las comunidades beneficiadas del recurso agua con fines domésticos principalmente. Tal proceso consistió en el reconocimiento y evaluación del estado actual de la zona de recarga y su situación a futuro desde el punto de vista de la sostenibilidad de este recurso en cantidad y calidad suficientes. De igual manera se trabajó con los líderes en el control terrestre del uso de la tierra. Finalmente, se incorporó a líderes externos de la microcuenca, pero beneficiarios directos de la misma, en aspectos relacionados con el futuro manejo de esta zona desde el punto de vista de producción de agua.

3.3.9 Evaluación de recursos naturales dentro de la microcuenca y área de influencia

Para evaluar el valor de los recursos naturales agua, suelo, flora y calidad ambiental se levantó una encuesta, cuyo formato aparece en el Anexo 1. La encuesta se utilizó también para diagnosticar las variables biofísicas y socioeconómicas de las comunidades.

3.3.10 Estimación de la población beneficiada

Esta estimación se realizó por medio de un levantamiento de casi todas las casas y número de habitantes por casa, localizadas dentro de la microcuenca o beneficiados por el recurso agua. Para el estudio se contó con la colaboración directa del corregidor de la aldea Pacayas.

3.4 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

3.4.1 Delimitación de la zona de recarga o de fromación de acuíferos

Con base en el mapa de zonas de vida se procedió a la delimitación de la zona de recarga, denotando que tal área corresponde a aquella superficie de terreno impactada temporal o permanentemente por nubes y/o neblinas. En esta microcuenca de montaña, la superficie de la zona de recarga corresponde exactamente a la zona de vida bosque muy húmedo montano bajo subtropical – bmh-MBS.

3.4.2 Conflictos en el uso de la tierra

Mediante la superposición de los mapas de zonas de vida, series de suelos, uso actual de la tierra y pendientes se elaboró el mapa de conflictos de uso de la tierra.

3.4.3 Valor de los recursos naturales agua, suelo, flora y calidad ambiental para los pobladores locales

Fundamentado en los datos de la encuesta se procedió a evaluar el valor que estos recursos tienen para los pobladores que habitan dentro de la microcuenca y en su zona de influéncia.

3.4.4 Morfología de la cuenca

Este análisis se realizó midiendo con el planímetro todas las variables posibles sobre los mapas topográficos del IGN a escala de 1:50.000. Las variables referidas son: superficie, longitud de la cuenca, anchura de la cuenca, circunferencia longitud de los cursos, números de cauces, elevación máxima y mínima. Luego de tener estos datos, se procedió a usar las fórmulas del Cuadro 2 para obtener los diferentes parámetros, como se observa a continuación.

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUCIGALPA HONDURAS

Cuadro 2. Fórmulas para el análisis cuantitativo de la morfología de una cuenca hidrográfica

Parámetros	Ecuación	Notas/Métodos
Superficie (A)	$A = W \times L$	W: Anchura de la cuenca L: Longitud de la cuenca
Factor de forma (F)	$F = \frac{A}{L^2}$	A: Superficie L: Longitud de la cuenca
Compacidad (C)	$C = \frac{2\sqrt{\pi A}}{P}$	P: Circunferencia A: Superficie
Densidad de cursos de agua (D)	$D = \frac{\Sigma l}{A}$	l: longitud total del curso A: Superficie
Relieve (R)	$R = H - Lo$	H: Elevación máxima Lo: Elevación mínima
Relación de relieve (RR)	$RR = \frac{R}{L}$	R: Relieve L: Longitud de la cuenca

3.4.5 Evaluación de daños

Los daños fueron evaluados en términos de volumen de la masa desplazada. Para ello, se procedió de la siguiente manera: Se calculó el área media desplazada y la profundidad media de los tres mayores desplazamientos. Con estos datos se obtuvo el volumen medio de suelo desplazado por impacto de la tormenta.

3.4.6 Procesamiento de datos

Fue necesario hacer un levantamiento de datos mediante la digitalización de los mismos en el programa ARCInfo, en el cual se usaron los comandos "aat" para la digitalización de líneas y "pat" cuando lo que se digitalizaron áreas. Luego, se pasan estos datos al

programa ARC view, en el cual se realizan los mapas y ya aparecen las áreas y sus respectivas coordenadas y respectivos perímetros o longitudes en el caso de los ríos.

4. RESULTADOS

4.1 MAPA DE ECOSISTEMAS O ZONAS DE VIDA

Fue posible el reconocimiento, clasificación y delimitación de dos ecosistemas en esta microcuenca: el bosque húmedo montano bajo subtropical – bh-MBS y el bosque muy húmedo montano bajo subtropical – bmh-MBS (Fig. 4).

El bh-MBS se extiende en la microcuenca desde los 1420 msnm hasta los 1550 msnm. En este ecosistema la biotemperatura media anual oscila entre los 12 y 18°C y la precipitación promedio total anual varía entre los 1000 y los 2000 mm.

El bmh-MBS cubre la cuenca a partir de los 1550 m de altitud hasta su punto más elevado, correspondiente a los 1891 m. Este ecosistema tiene una biotemperatura media anual similar a la de bh-MBS y una precipitación promedio total anual entre los 2000 y 4000 mm.

Para esta microcuenca, la superficie en donde impactan directamente las nubes o neblina coincide con el bmh-MBS. Por tanto, ésta constituye la zona de recarga o de formación de acuíferos para esta área de drenaje.

El cuadro 3 presenta las superficies de cada tipo de bosque desde el punto de vista hidrológico.

Cuadro 3. Superficie y cobertura del boque productor-regulador y del bosque regulador

Uso del bosque	Area (ha)	Porcentaje (%)
Bosque productor-regulador	243.35	52.4
Bosque regulador	221.05	47.6
TOTAL	464.4	100.0

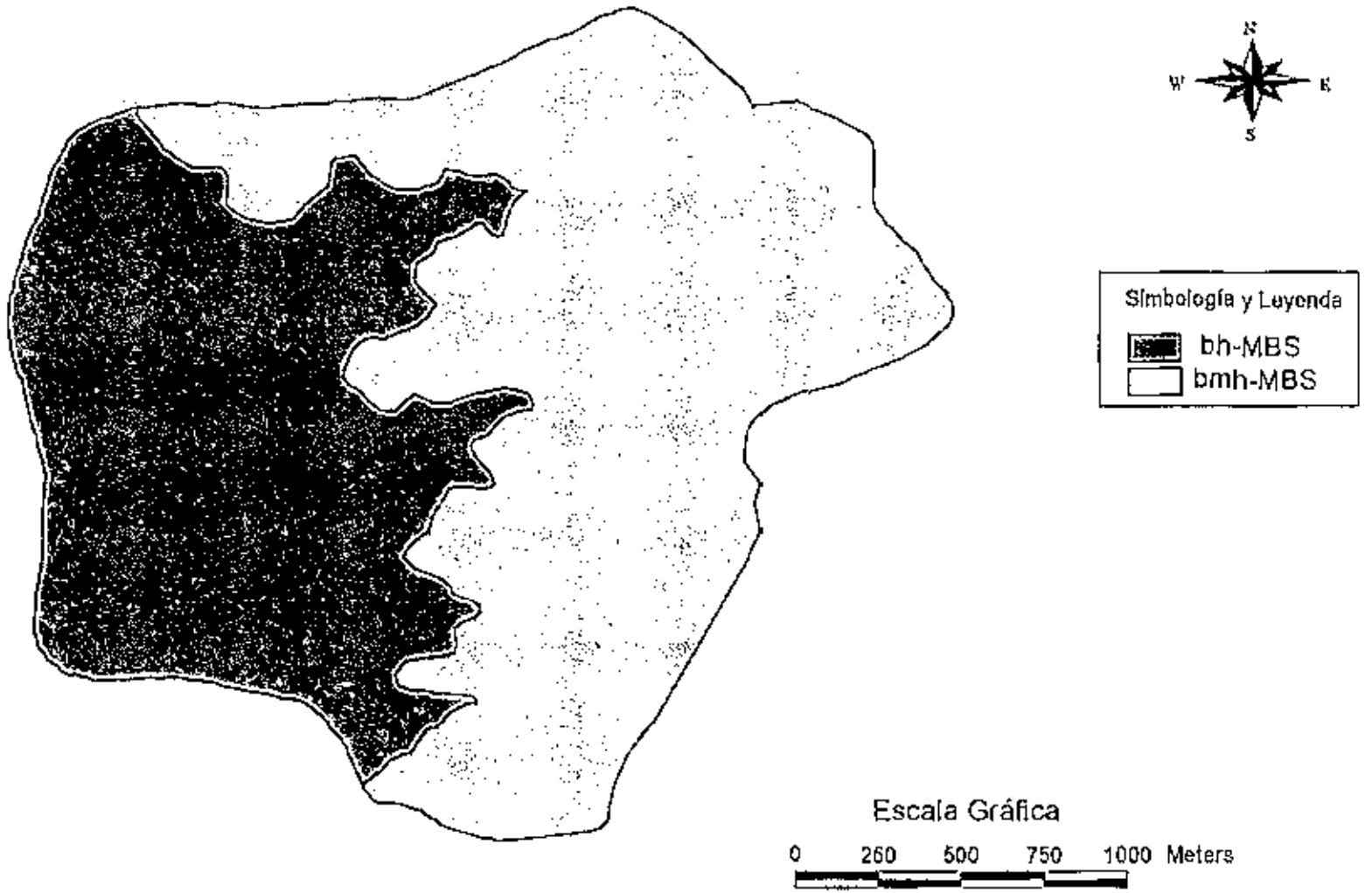

Figura 4. Mapa Ecológico de Zonas de Vida de la Microcuenca de la Quebrada La Chorrera

4.2 MAPAS DE GRUPOS GEOLÓGICOS Y SERIES DE SUELO

Según el mapa de series de suelos de Honduras, en la cuenca se encuentran las series Milile y Cocona. La serie Milile cubre la mayor parte del área, extendiéndose desde la porción más baja de la cuenca, hasta los 1550 m de elevación. La serie Cocona abarca el resto del área, a partir de los 1550 m (Figs. 5 y 6).
A continuación se caracterizan las dos series de suelos.

Suelos Cocona: " Los suelos Cocona son suelos bien drenados, poco profundos desarrollados sobre ignimbritas de grano grueso. Ocupan un relieve escarpado o muy escarpado –la mayoría de las laderas tiene 30 a 60 por ciento de pendiente- en las partes meridional y occidental del país. Están asociados con los suelos Ojona a los que se parecen, pero de los que se distinguen porque la roca madre de los suelos Cocona es de grano grueso, tiene branos visibles de cuarzo y los suelos resultantes son franco arenosos, mientras que los suelos Ojona se forman sobre rocas de grano fino, con poco o ningún grano de cuarzo visible y la textura de la superficie es franco-arenosa fina a franco-limosa.

Perfil del suelo: Franco-arenoso Cocona.

El perfil siguiente se examinó en un corte reciente de la carretera de Tegucigalpa a San Pedro Sula, 5 km al oeste de Zambrano. Altitud, 1400 m. El lugar era próximo a la cima de una colina con una pendiente del 12 por ciento, que, sin embargo, a una distancia de menos de 50 m llegaba a 50 por ciento. El perfil es representativo del suelo que se forma en pendientes moderadas.

0 – 4 cm A_1	Franco- arenoso café muy oscura (10YR 2/2 en húmedo). Contenido moderado de materia orgánica, friable, mucha grava. pH 5,0.
4 – 18 cm A_2	Arenoso-franco, café grisáceo (10YR 5/2 en húmedo), friable en húmedo, duro en seco. pH 5,0.
18-40 cm C_1	Arenoso franco, café claro (7,5YR 6/4 húmedo), friable en húmedo, duro en seco. pH 5,5.
40-50 cm C_2	Arenoso franco, gris claro (10YR 7/2 en húmedo), ignimbrita parcialmente meteorizada (Saprolito). pH 5,8.
R	Debajo hay ignimbrita dura. (En la mayor parte de los lugares no se ven los horizontes 3 y 4 pero puede haber una delgada capa -1 a 2 cm- de material moteado con vetas pardo amarillentas donde rezuma agua en la parte superior de la roca dura. La ignimbrita tiene una dureza variable de un lugar a otro. En algunas partes ha sido fracturada por movimientos orogénicos).

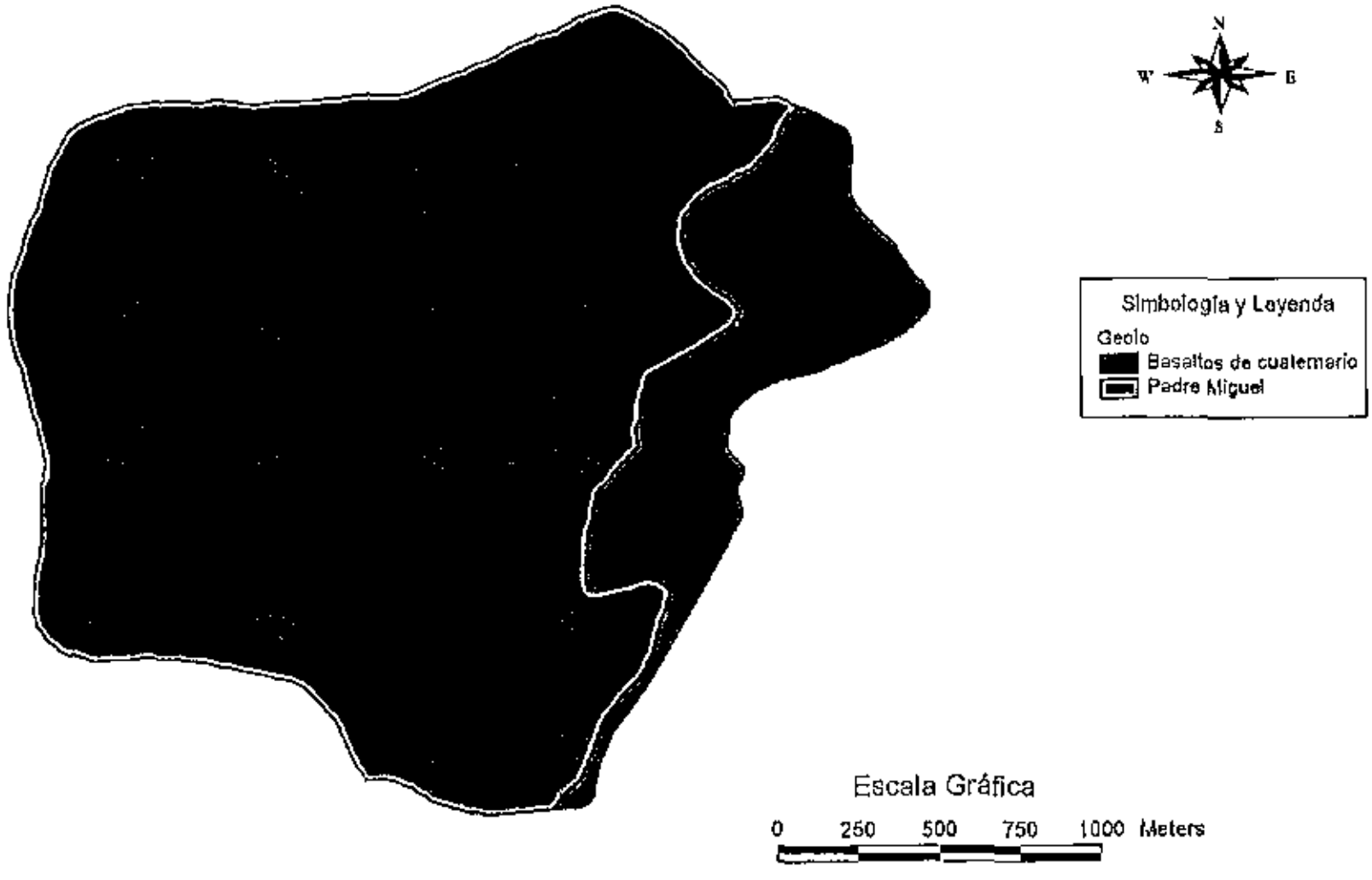

Figura 5. Mapa de Geología de la Microcuenca de la Quebrada La Chorrera

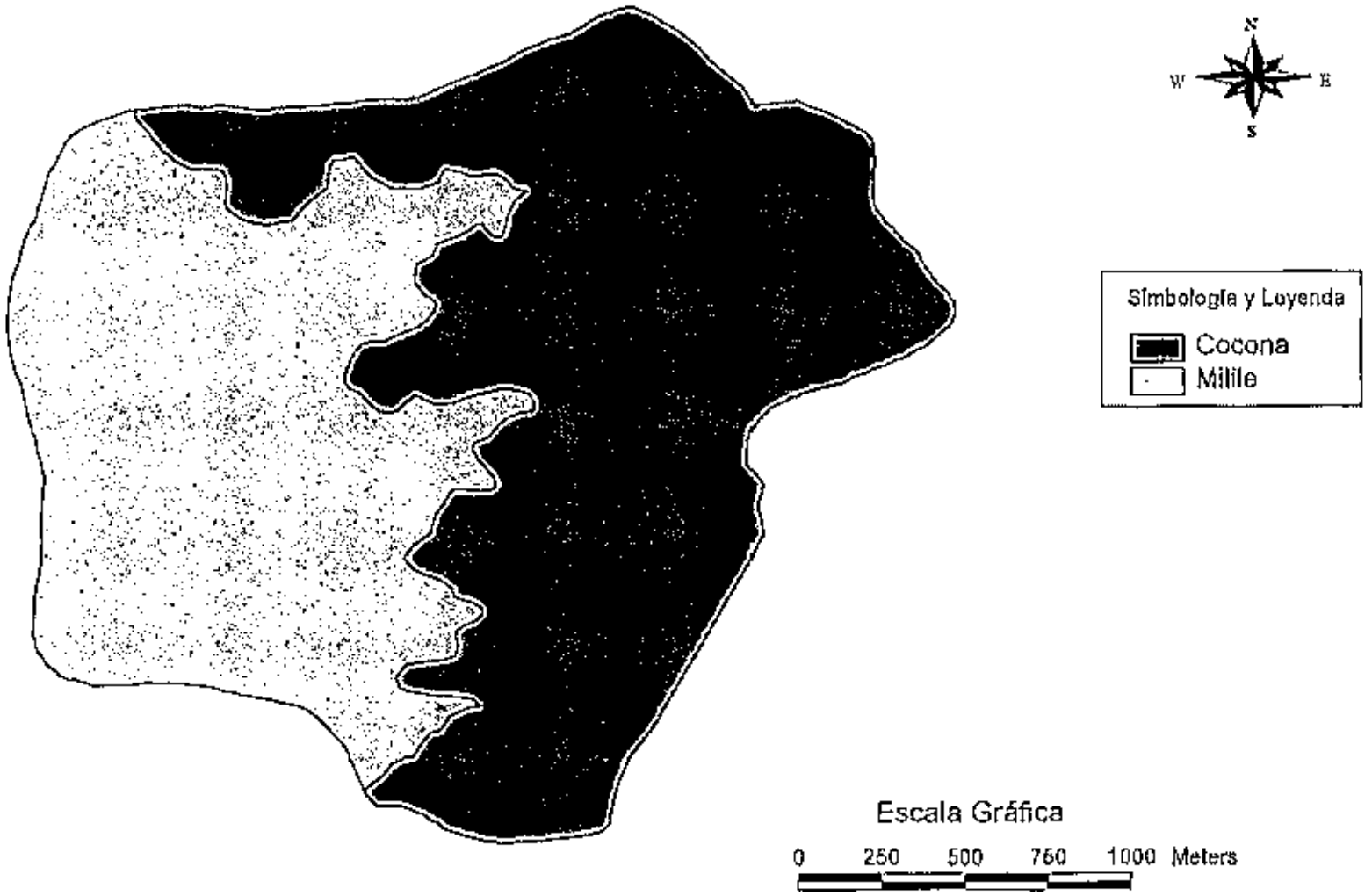

Figura 6. Mapa de Suelos de la Microcuenca de la Quebrada La Chorrera

Características

La mayor parte de las áreas de suelos Cocona son pedregosas y con frecuentes afloramientos de roca. Más de la mitad del área presenta pendientes superiores a 40 por ciento y son frecuentes los precipicios. Incluidas en ellas hay muchas áreas, en su mayoría pequeñas, aunque algunas de más de 1 km^2, de terreno casi horizontal, donde se han acumulado materiales aluviales. En estas áreas se ha formado un planosol. Cuando tienen suficiente superficie figuran en el mapa como Suelos de los Valles. Cuando las cimas son anchas, el suelo puede tener un metro de espesor y puede haberse formado un horizonte-B pardo amarillento. Como la mayor parte de estas áreas se presentan a altitudes mayores de 1.200 m, es probable que haya habido alguna influencia de cenizas volcánicas y, si el área es lo bastante extensa y la presencia de cenizas claras, se representan en el mapa suelos Milile. En los lugares protegidos, como las cabeceras de los cursos de agua, la superficie es franco arenosa o franca de color pardo muy oscuro que puede llegar a 30 cm de grosor y el subsuelo es franco pardo grisáceo hasta una profundidad de 40 o más centímetros.

Utilización de la tierra y prácticas de explotación

Los suelos Cocona están cubiertos normalmente de pinos (*Pinus oocarpa*) y puede utilizarse para pastos. En gran parte del área se han cortado los pinos y se hacen quemas con frecuencia con la esperanza de mejorar los pastos. Esta práctica no parece ser razonable desde el punto de vista económico y está prohibida por la ley. La capacidad de apacentamiento de los pastos es muy baja y para cada animal se necesitan varias hectáreas. Los pastos pueden utilizarse únicamente durante la estación lluviosa. En realidad se han observado muy pocos animales en estas partes, quizá como consecuencia de la escasez de agua. Las quemas continuas matan las plantitas de pino, impidiendo así la regeneración del pinar, pero, donde no se hacen quemas, la repoblación natural es rápida. No se dispone de datos sobre el valor del crecimiento anual de los pinos comparado con el de la producción de carne. Los lugares protegidos en las cabeceras de los cursos de agua pueden utilizarse para producción de café.

Clasificación

Los suelos Cocona se clasifican como Entisoles – *Lithic Xerorrents, Lithic Ustorthents.*

Capacidad Agrológica: Clase VII

Suelos Milile: Los Milile son suelos profundos bien drenados, desarrollados sobre cenizas volcánicas. Ocupan un relieve fuertemente ondulado o alomado, con pendientes que, por la mayor parte son inferiores a 30 por ciento. Se presentan con frecuencia en amplias cimas montañosas, a altitudes de más de 1400 m. Las temperaturas son relativamente bajas a tal altura y a menudo se forman nubes. La humedad que se condensa de esas nubes impide que el suelo se seque pero no es probable que haya

precipitaciones notablemente superiores a las que se registran a altitudes inferiores. Los suelos Milile están asociados y limitan corrientemente con áreas de suelos Ojojona y Salalica, pero se distinguen fácilmente de éstos por el mayor grosor del suelo, la falta de consolidación del material de partida y la ausencia de piedras.

Perfil del suelo: Franco limoso Milile.

El siguiente perfil se examinó en un corte reciente de carretera a 15 km al oeste de Siguatepeque. La altitud es de 1450 m. El lugar está muy cerca de la divisoria. Las zonas adyacentes están cultivadas, principalmente con maíz.

0 –15 cm A_{11}	Café oscuro franco limoso (10YR 3/3 en húmedo). Estructura regular, firme y fina, friable, no plástico, no adherente. pH, 6,0.
15-25 cm A_{12}	Café amarillento oscuro (10YR 4/4 en húmedo), franco limoso a franco arcilloso. Estructura granular fina y firme; friable ligeramente adherente y plástico. pH, 5,8.
25-40 cm B_1	Café amarillento (10YR 5/4 en húmedo), franco arcilloso a franco arcilloso limoso, firme estructura en bloques finos; friable pero bastante adherente y plástico en mojado, películas de arcilla en la mayor parte de las superficies. pH, 4,5.
40-60 cm B_{21}	Arcilla café amarillenta (10YR 5/6 en húmedo). Firme estructura en en bloques finos; friable pero adherente y plástico en mojado. Películas de arcillas prominentes. pH, 4,5.
60-90 cm B_{22}	Similar al anterior, pero con una estructura más firmemente desarrolla y mayores agregados (promedio –1 cm en una cara). Películas de arcilla prominentes. pH, 4,5.
90-160 cm B_3	Arcilla moteada de gris cafesáceo claro (10YR 5/8 en húmedo), moteada de rojo (2,5YR 4/6) y pardo grisáceo (10YR 5/2). Adherencia y plasticidad medianas. Películas de arcilla prominentes. pH, 4,5.
160-200 cm II C	Arcilla moteada de gris cafesaceo claro (10YR 6/2 en húmedo) y pardo amarillenta clara (10YR 6/4). Tobas o ignimbritas volcánicas parcialmente meteorizadas. pH, 4,5.
200-300 cm II R	Toba o ignimbrita moderadamente dura gris clara (N 7/0). (Se aprovecha como material de limpieza por frotamiento).

Características

En muchos lugares, especialmente en las partes más elevadas, el suelo superficial es más grueso y más rico en materia orgánica. A altitudes superiores a 1,700 m es algo

cenagoso. En muchas partes, el subsuelo es una arcilla café rojiza (2,5YR 3/6 en húmedo). La roca básica observada en este perfil no se presenta con frecuencia, pero a profundidades mayores de 1,5 m puede encontrarse una arcilla roja y moteada reticularmente y gris clara.

Utilización de la tierra y prácticas de cultivo

La mayor parte del área del suelo Mililе ha sido desbrozada y utilizada para la producción de maíz y frijol o para pastos. Las prácticas agrícolas son primitivas y el cultivo es manual o con arados de madera arrastrados por bueyes. Normalmente no se utilizan abonos y los rendimientos son bajos. Estos suelos son porosos y la erosión no es muy grave. Los pastos no son mejorados pero tienen capacidad de apacentamiento moderada. Se observa el pino en algunas partes, pero en general, estos suelos soportan una masa densa de frondosas y un sotobosque de malezas donde no se los ha desbrozado para el cultivo. Hay helechos y zarzamoras en los terrenos dejados sin cultivar. Estos suelos se explotan fácilmente y pueden cultivarse con mayor intensidad. Parecen estar bien adaptadas las zarzamoras y otras bayas de arbustos y cañas, por lo que se recomienda su cultivo. Estos suelos resultan aptos también para la producción de papas. Puede aumentarse también la producción de vacunos para carne y para leche.

Clasificación

Los suelos Mililе se clasifican como Inceptisoles ↔ *Andic eutropepts* . En la 7ª aproximación Revisada son Eutropeptes ándicos.

Capacidad agrológica: Clases III y VII." (CASTELLANOS, V., 1977)

4.3 MAPA DE USO ACTUAL DE LA TIERRA

La interpretación de fotografías aéreas, complementada con control terrestre, hicieron posible el reconocimiento, clasificación y delimitación de nueve principales usos de la tierra, los cuales se ilustran en la Figura 7.

En el Cuadro 4 se presenta la superficie de cada uso de la tierra y su porcentaje correspondiente en la microcuenca.

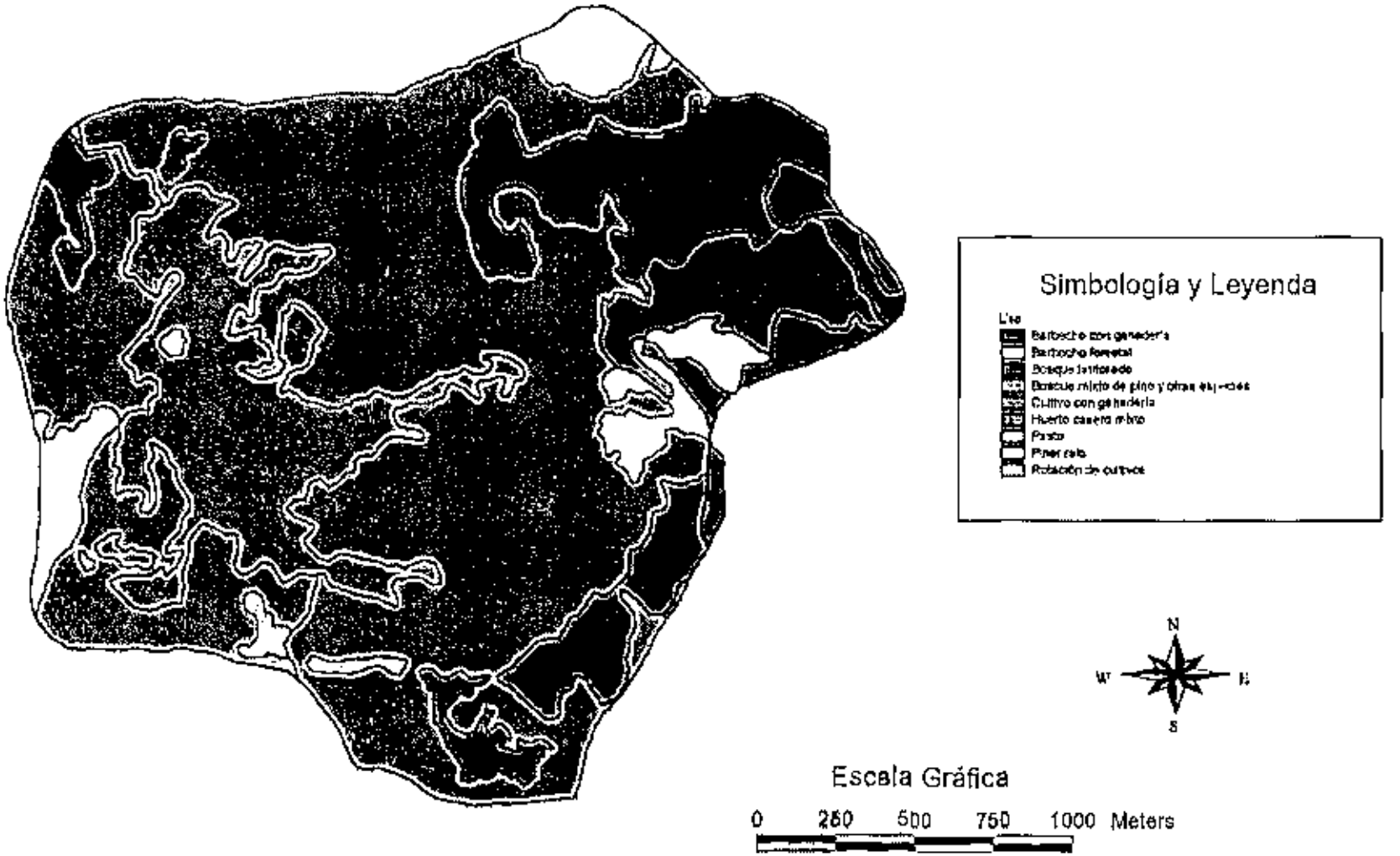

Figura 7. Uso actual de la tierra en la Microcuenca de la Quebrada La Chorrera

Cuadro 4.- Distribución por área y porcentual de los usos de la tierra en la microcuenca de la Quebrada La Chorrera.

Uso de la tierra	Area(ha)	Porcentaje
Rotación de cultivos	59.18	12.7
Huerto casero mixto	6.51	1.4
Cultivo con ganadaería*	35.00	7.5
Pastos	2.92	0.6
Barbecho con ganadería°	44.34	9.6
Barbecho forestal	18.95	4.1
Pinar ralo	9.35	2.0
Bosque mixto de pinus spp. Y latifoliado	274.38	59.1
Bosque latifoliado	13.77	3.0
TOTAL	464.40	100.00

(*) Cultivo en temporada de lluvia y ganadería en época de sequía.
(°) Barbecho de corta duración combinado con ganadería extensiva.

4.4 MAPA DE PENDIENTES

La Figura 8 ilustra la distribución de pendientes dentro de la microcuenca y el Cuadro 5 detalla la superficie y porcentaje de cada rango de pendiente.

Cuadro 5. Distribución por área y porcentaje de los rangos de pendientes en la Microcuenca de la Qda. La Chorrera.

Rangos de pendientes (porcentaje)	Área (has)	Porcentaje %
0-15	209.9	45.20
15-30	195.8	42.16
30 en adelante	58.7	12.64
TOTAL	464.4	100

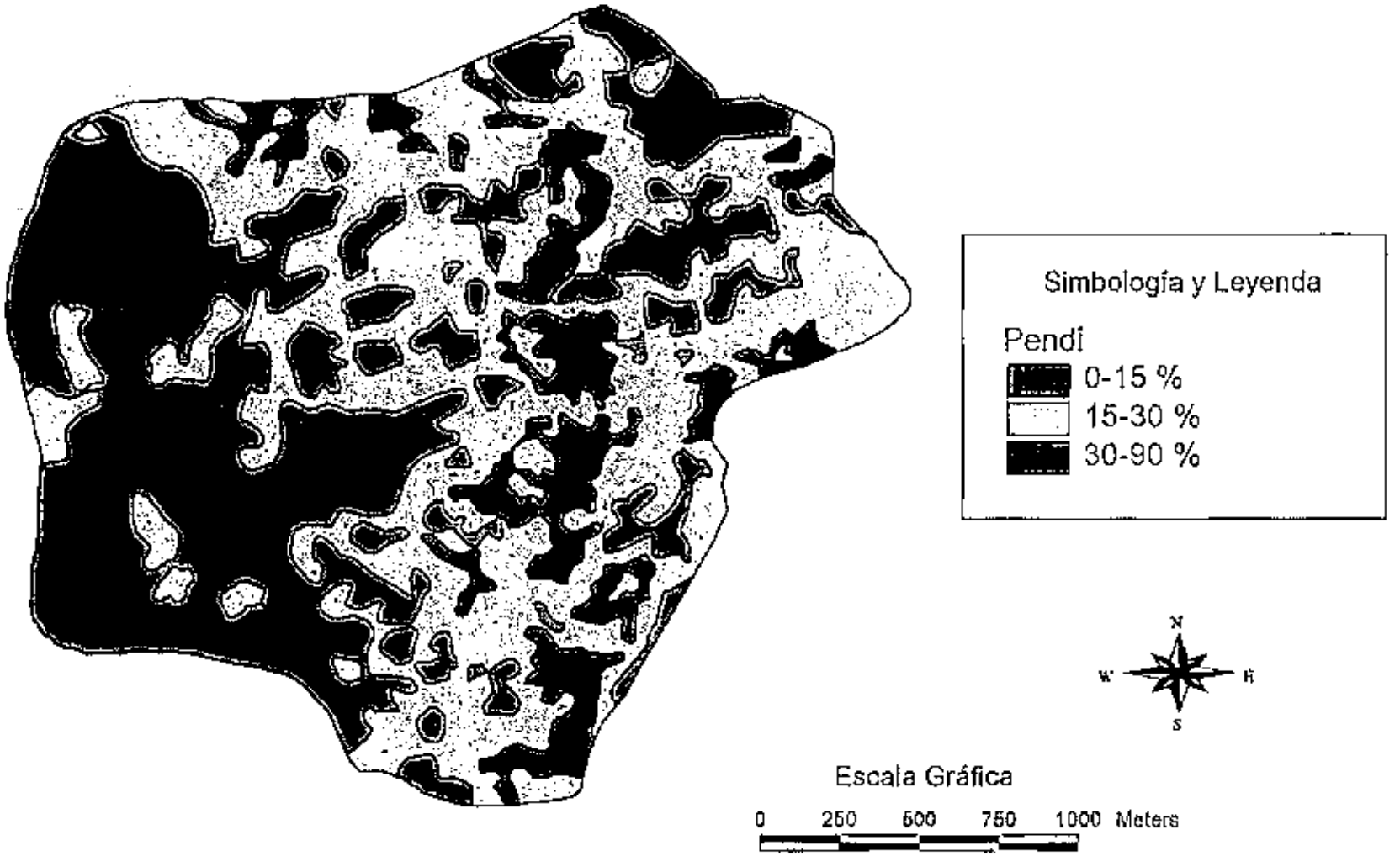

Figura 8. Mapa de pendientes en la microcuenca

4.5 MAPA DE CONFLICTOS EN EL USO DE LA TIERRA

En la Figura 9 se ilustran los conflictos en el uso de la tierra en esta microcuenca y en el Cuadro 6 se muestran las áreas y porcentajes de cada conflicto.

Cuadro 6. Superficie y porcentaje de los usos de la tierra bajo conflicto en la microcuenca

Conflicto	Area (ha)	Porcentaje (%)
Adecuado hidrológicamente	10.96	2.36
Adecuado con prácticas de conservación de suelos	66.64	14.35
Adecuado para protección de agua y suelos	154.41	33.25
Permisible pero no el más adecuado	153.81	33.12
Inadecuado	78.58	16.92
TOTAL	464.4	100.00

4.6 MORFOLOGÍA DE LA CUENCA

Los datos base para la determinación de los aspectos morfológicos de la cuenca obtenidos por medio del planímetro electrónico, se describen en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Datos base para el cálculo de parámetros morfológicos

Variable	Símbolo	Longitud (km)	Elevación (m)
Longitud de la cuenca	L	2.90	
Ancho de la cuenca	W	1.60	
Circunferencia de la cuenca	P	8.98	
Longitud total de los cauces	l	6.49	
Altura máxima	H		1891
Altura *mínima*	Lo		1420

En el Cuadro 8 se ilustra los principales parámetros morfológicos de la microcuenca de la Qda. La Chorrera.

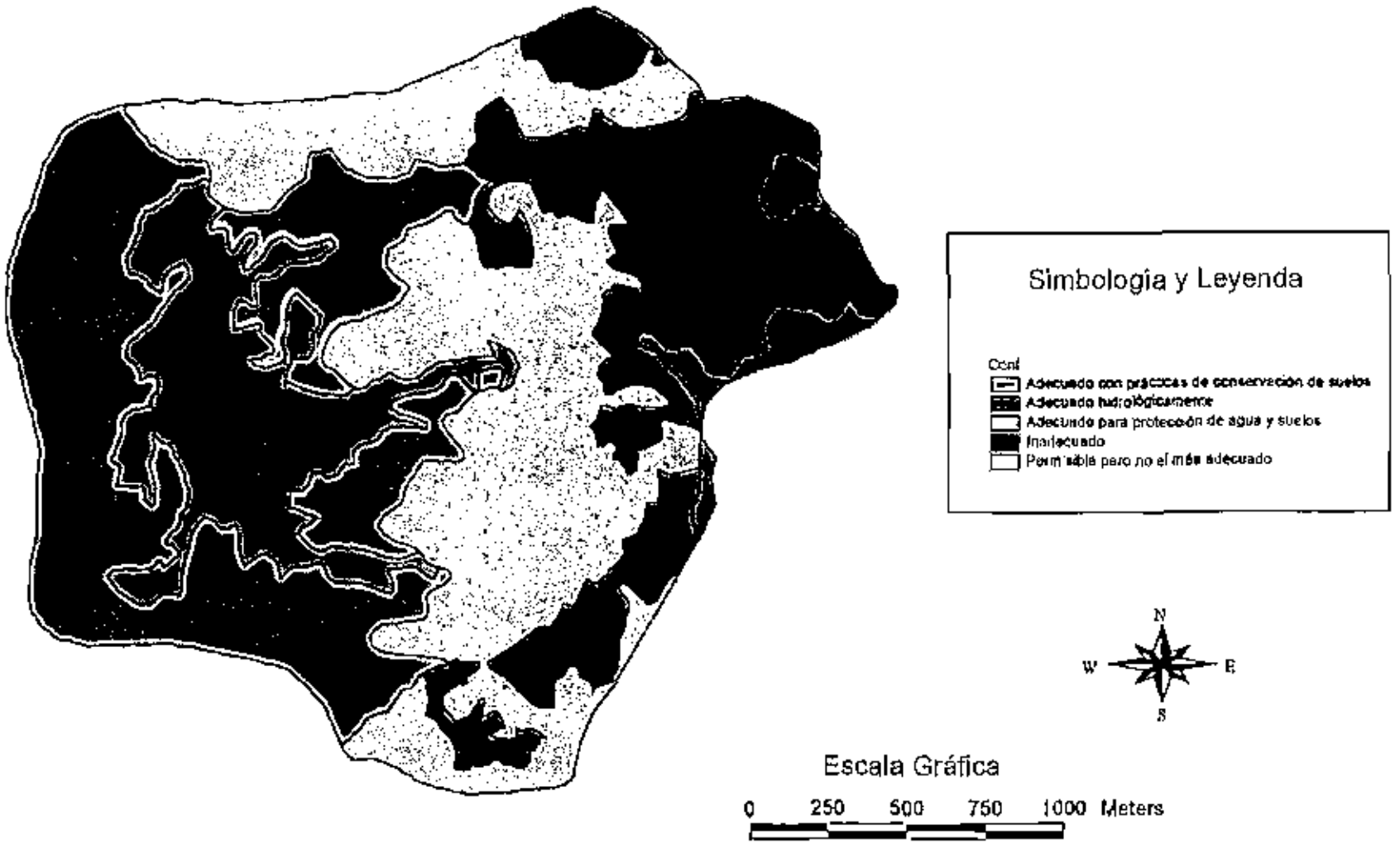

Figura 9. Mapa de conflictos en el uso de la tierra

Cuadro 8. Parámetros morfológicos de la Microcuenca de la Qda. La Chorrera

Parámetro	Símbolo	Resultado
Superficie	A	4.64 km^2
Factor de forma	F	0.55
Compacidad	C	0.85
Densidad de los cursos de agua	D	1.4
Relieve	R	471 m
Relación de relieve	RR	162 m/km

4.6.1 Superficie (A)

Siguiendo la fórmula dada y de acuerdo a los datos obtenidos, la superficie fue de 4.64 km^2, dato que concuerda con el dato obtenido por el método directo de área igualmente con planímetro electrónico.

4.6.2 Factor de forma (F)

El factor de forma se refiere al porcentaje que representa el ancho de la cuenca con respecto al largo. En este caso salió que el factor de forma es 0.55, lo que significa que por cada 0.55 km de ancho que tiene la zona, tiene un kilómetro de largo; lo que es igual a decir que el ancho representa el 55 % del largo de la zona de estudio.

4.6.3 Indice de Compacidad (C)

El índice de compacidad o coeficiente de compacidad de Gravelius es la relación existente entre el perímetro de la cuenca y de un círculo que tuviese la misma superficie. Si una cuenca es casi redonda, es decir, que su índice de compacidad se acerque a 1, quiere decir que es casi redonda, por lo cual se deduce que el tiempo de concentración será mayor que si fuera más alargada, ya que cuando una cuenca tiende a ser alargada el agua discurre por lo general por un solo cauce principal. En el caso de esta cuenca, el índice de compacidad fue de 0.85, lo que muestra que es casi circular, es decir que sus escurrimientos recorren cauces secundarios hasta llegar a uno principal.

4.6.4 Densidad de los cursos de agua (D)

Simplemente se dividió la longitud de los cauces entre el área y el resultado que la densidad de los cursos de agua de la zona es de 1.4, es decir que por cada km^2 que tiene la cuenca o por cada cien hectáreas que posee la cuenca, hay 1.4 km de ríos o cauces.

4.6.5 Relieve (R)

El relieve de la cuenca salió de 471 m, esto significa que del punto más bajo existente dentro de la zona en estudio al punto más alto, hay 471 m.

4.6.6 Relación de relieve (RR)

Para este estudio la relación de relieve dio de 162 metros por kilómetro, lo que es equivalente a decir que por cada kilómetro que se avanza a lo largo de la cuenca, se suben 162 metros.

Con estos últimos dos datos del análisis cuantitativo de la morfología de la microcuenca, se puede verificar también la pendiente dada en el punto 3.2.2, pendiente que coincide con un porcentaje de error de 1.6. La pendiente de acuerdo a este método es de 16.2%.

4.7 DAÑOS O DESPLAZAMIENTOS DE TERRENO PROVOCADOS POR LA TORMENTA TROPICAL MITCH

En esta microcuenca ocurrieron 16 deslizamientos de terreno, los cuales fueron medidos y ubicados por personal técnico de PROCUENCAS y se muestran en la Figura 10. El Cuadro 9 presenta los diferentes deslizamientos con su correspondiente área de desplazamiento.

Cuadro 9. Sitios de deslizamiento con su correspondiente superficie de desplazamiento

Sitio desplazado	Area (m^2)	Sitio desplazado	Area (m^2)
1	3,000	9	900
2	3,600	10	1,000
3	200	11	1,200
4	30	12	300
5	1,000	13	2,250
6	1,200	14	1,200
7	300	15	800
8	1,600	16	1,300
TOTAL	10,930	TOTAL	8,950
Media	1,366	Media	1,119

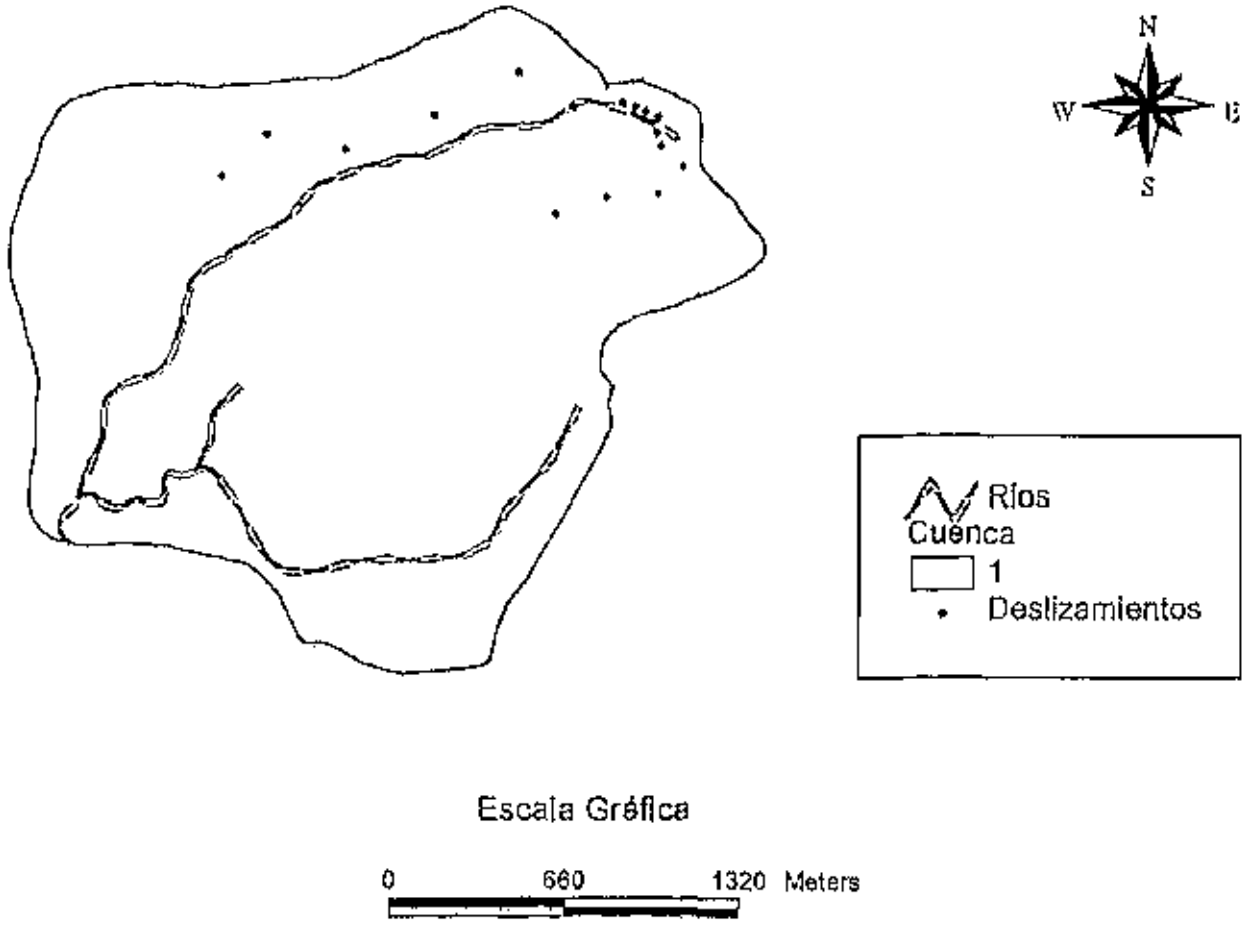

Figura 10. Sitios de desplazamiento de terrenos provocados por la Tormenta Tropical "Mitch"
Elaborado por La Unidad de Sistemas de Información Geográfico, Zamorano

El Cuadro 10 muestra la superficie de desplazamiento y la profundidad de terreno que fue desplazada para los tres deslizamientos más significativos o de mayor tamaño.

Cuadro 10. Superficie de desplazamiento y profundidad de éstos para los deslizamientos de mayor tamaño

Sitio	Area (m^2)	Prof. (m)
1	3,000	30
2	3,600	40
13	2,250	30
TOTAL	**8,850**	**100**
Media	**2,950**	**33**

Puesto que el área media desplazada fue de 1,242.5 m^2 y la profundidad media de los desplazamientos fue de 33m, el volumen medio de masa desplazada en esta microcuenca por efectos de la tormenta fue del orden de 41,002.5m^3, equivalentes a 41 toneladas de suelo. Es casi imposible volver a recuperar esa cantidad de masa de suelo desplazada, ya que para tan sólo recuperar 1 cm^3 de suelo, se necesitan 100 años.

4.8 RESULTADOS DEL CENSO POBLACIONAL

El censo poblacional se realizó con la ayuda del corregidor de la comunidad de Pacayas, por ser él la persona que más conoce la zona y de esa manera tratar de hacer un censo cuyos datos se aproximen lo más posible a la realidad. Los resultados aparecen en el cuadro 11, que se presenta a continuación.

Cuadro II. Número de personas que viven en las diferentes comunidades beneficiadas con el agua que produce la microcuenca de la Qda. La Chorrera, número de casas y promedio de personas por familia.

Población beneficiada	# personas	# casas	# personas/ familia
Manzaragua	847	179	5
Frijolares	200	40	5
Barranco Blanco	30	6	5
Liquidambar*	225	57	4
Pacayas	120	35	4
Total	1422	317	5

(*) Se ha considerado al caserío de Sabana Abajo como parte de Liquidambar.

4.9 TABULACIÓN Y DISCUSIÓN DE LA ENCUESTA

Se realizó la encuesta a una muestra significativa (10%) de la población de Pacayas y luego se procedió a la tabulación de los datos sacando promedios, totales y porcentajes para llegar a lo siguiente:

4.8.1 Variables biofísicas

Según los datos obtenidos mediante la encuesta, donde el 77% de los entrevistados fueron hombres; el número promedio de personas por familia es de 6, dato que no coincide con el del cuadro 10, este error se puede deber a que algunas de las personas encuestadas vivían únicamente con su cónyugue. Se observa claramente que la gran mayoría (85%) de la población se dedica netamente a la agricultura, siendo la parte restante la que se ocupa de los quehaceres domesticos. También resultó que el 70% vive y cultiva dentro de la zona.

4.8.2 Salud

El 54% de la población coincidió de haber padecido o padecer de algún tipo de enfermedad digestiva y/o respiratoria, siendo las enfermedades respiratorias las de mayor predominancia u frecuencia, dato que coincide con las estadísticas de salud en las zonas rurales de Honduras (Dr. Carlos Díaz, Clínica Zamorano).
En cuanto a programas de vacunación para niños, no hay problemas, puesto que sí cuentan con ellos. La gran mayoría tiene acceso a agua potable, mientras que los que no tiene acceso la sacan con mangueras directamente de las quebradas. Todos poseen letrinas en sus casas.

4.8.3 Recurso Agua y bosques

Se pudo ver que la mayoría (92%) de la población sí consideran al agua como un recurso de alto valor por las siguientes razones:

- Es vital para los pobladores
- Es necesaria en usos domésticos

En cuanto al bosque de la microcuenca todos le dan un valor alto debido a que:

- Asegura la cantidad y calidad de agua
- Abastece de leña
- Conserva los suelos
- Protección, es decir lo ven como una barrera contra los fuertes cambios climáticos.

También la conservación de los nacimientos de agua tiene importancia para los pobladores por ser zona protegida y asegurar el abastecimiento de agua para todos.

Todos los pobladores están conscientes de que no es recomendable tener ganadería ni cultivos dentro o cerca de los nacimientos de agua, porque destruyen la vegetación y contaminan las aguas.

Ya con esta información se puede ver que la población está consciente de la importancia del agua y de los bosques dentro de la zona.

En cuanto a la cantidad de agua usada, los resultados dicen que sí ha ido disminuyendo en los últimos 10 años, pero cabe hacer la observación que desde hace dos años ésta ha ido aumentando, sin embargo de dos años para atrás esta cantidad había ido disminuyendo. Los pobladores coincidieron que esa disminución se debió a la deforestación excesiva y a la sequía.

A pesar de que casi la mitad (46%) considera al agua que consumen de calidad regular, una minoría (23%) hierve el agua antes de tomarla. Esta percepción de los pobladores con respecto a la calidad de agua que consumen no es la más adecuada, ya que según los análisis de calidad de agua realizados por PROCUENCAS para las tomas de agua de las comunidades de Pacayas y Liquidambar, la calidad de este recurso debe mejorarse, puesto que se encontraron coliformes fecales en la pila colectora de Pacayas y el Valor Máximo Admisible (VMA) de la "Norma Técnica para la Calidad de Agua Potable de Honduras" es de 0 UFC (Unidades de Coliformes Fecales) y esta pila tuvo 6 UFC. Por otro lado, la calidad de agua en la pila colectora de la comunidad de Liquidambar salió buena, es decir apta para el consumo humano.

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUCIGALPA HONDURAS

4.8.4 Vegetación

Las causas más sobresalientes de la importancia de la cobertura vegetal a nivel de la cuenca según los pobladores, en orden descendente, fueron:

- Es una fuente para satisfacer las necesidades de leña
- Garantiza la producción de agua
- Mantiene buena calidad ambiental
- Mantiene buenas poblaciones de animales
- Mantiene estable los suelos

Como se observa, la gente de la zona le da mayor importancia a la cobertura vegetal por la leña que obtiene de ella, este dato se confirma porque la principal fuente de leña para los pobladores es el bosque con un 92%, y el 8% restante saca leña de las quebradas que arrastran árboles y troncos cuando aumenta su caudal.

En todas las casas se utiliza la leña como combustible para la preparación de los alimentos, éstos son preparados en poco más de la mitad de las casas (54%) en estufas mejoradas. Las especies más preferidas (en orden descendente) son:

1. Encino, con un 92% de aceptación
2. Roble, con un 38%
3. Arroyán, con un 31%
4. Tatascán y Hoja Lisa con un 23%
5. Otras especies 15%

Estas especies son preferidas porque:

- Queman lentamente y producen buena brasa
- Son fáciles de conseguir
- No producen mucho humo, ni emanan olores desagradables

En promedio, cada familia consume 2 cargas de leña, de 43 leños de un metro de longitud, a la semana. Haciendo un recorrido diario de 700 metros en promedio, de esta actividad se ocupan sobre todo los varones.

Como se puede ver en el mapa de uso actual de la tierra, el 67.8% del área de la microcuenca está cubierto de bosque, ya sea bosque latifoliado, como bosque de pino mixto, en los cuales se nota una gran presencia de las especies preferidas para leña, por lo cual la gente prefiere sacar la leña del bosque.

4.8.5 Suelos

La gente considera que los suelo tienen una fertilidad media, por lo cual la mayoría (92%) realiza prácticas de conservación de suelos y las más utilizadas son las barreras vivas, barreras muertas y las acequias. Los fertilizantes químicos más utilizados son: urea, 18-46-00, 12-24-12 y 15-15-15; y la gallinaza y composteras caseras son preferidas como abonos orgánicos.

En cuanto al control de plagas y enfermedades, este es realizado por la mayoría (85%), haciendo aplicaciones de insecticidas, fungicidas y en muy baja escala nematicidas. Durante la aplicación, el 73% opina que sí se protegen, pero esta protección la hacen únicamente con un pañuelo sobre la boca y la nariz, estando entonces los aplicadores propensos a intoxicaciones por plaguicidas, ya que ese tipo de protección no es ni el adecuado, ni el recomendado.

4.8.6 Tenencia y uso de la tierra

El 77% de la población posee tierras propias dentro de la microcuenca; según los datos obtenidos en la encuesta, por familia le corresponden 7 mz o 4.9 h;, y en producción de cultivos el promedio es de 2.5 mz o 1.75 ha, es importante mencionar que todos tienen por lo menos un cultivo; tienen en promedio 5 mz (3.5 ha) de bosque, aunque no todos tiene bosque; y por último salió que 2 mz dedica cada familia al uso ganadero.
Los cultivos principales a los que se dedican los pobladores son: maíz, hortalizas, café con sombra, frijo y frutales; la cosecha de estos cultivos o es para sobreviviencia misma de la familia o de la comunidad, ya que únicamente da abasto a los pobladores. Esta percepción de la calidad de agua que consumen no es la más adecuada, ya que según los análisis de calidad de agua realizados por PROCUENCAS para las tomas de agua de las comunidades de Pacayas y Liquidambar, la calidad de este recurso debe mejorarse, puesto que se encontraron coliformes fecales en la pila colectora de Pacayas y el Valor Máximo Admisible (VMA) según la "Norma Técnica para la Calidad de Agua Potable de Honduras" es de 0 UFC (unidades de coliformes fecales) y esta pila tuvo 6 UFC. Por otro lado, la calidad de agua en la pila colectora de la comunidad de Liquidambar salió buena, es decir, apta para el consumo humano.

5. DISCUSIÓN

Desde el punto de vista práctico y metodológico, los resultados de la evaluación hidrológica de esta microcuenca se engloban en dos grandes temas: Situación hidrológica de la zona de recarga y del bosque regulador y consideraciones político-administrativas con respecto al manejo futuro de la microcuenca.

5.1 SITUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA ZONA DE RECARGA Y DEL BOSQUE REGULADOR

En el caso específico de esta microcuenca y después de evaluar sus condiciones hidrológicas, fue posible diferenciar dos grandes zonas que si estuviesen cubiertas con bosque natural estable y/o maduro, deberían ser clasificadas como bosque productor-regulador y como bosque regulador. Desde el punto de vista hidrológico el bosque productor- regulador constituye la zona de recarga o de formación de acuíferos. Esta zona, enclavada a partir de los 1,550 m de altitud, debería constituir para esta cuenca un cinturón de condensación del vapor de agua atmosférico. Bajo tales condiciones, los bosques del área de recarga no solamente deberían regular el monto de la precipitación vertical, sino también la de infiltrar y, por lo consiguiente, regular el monto de la precipitación horizontal u oculta o lluvia del bosque. El bloque clasificado como bosque regulador, es decir, no impactado por nubes y/o neblinas únicamente regula la cantidad de lluvia vertical. De las 464.4 has, 243.35 (52.4 %) corresponden al bosque productor-regulador y 221.05 (47.6%) han sido clasificadas como bosque regulador. Por tanto, en esta microcuenca las tierras bajo el efecto de nubes y/o neblinas tienen un ligero dominio si se comparan con el resto del área. Ahora bien, desde el punto de vista estrictamente hidrológico todas las tierras clasificadas como bosque productor- regulador, deberían estar cubiertas con bosque natural estable o maduro multiestratificado. A la fecha, de las 243.35 has que deberían estar bajo cubierta de bosque productor- regulador solo existen 10.96 has, es decir, el 4.5% de la zona de recarga. Un porcentaje considerable de la superficie impactada por nubes y/o neblinas, calculada en 153.81 has (63.2% del área de recarga) presenta cobertura de pino. Tal cubierta vegetal se considera permisible desde el punto de vista de conservación de suelos, pero no la más adecuada desde el punto de vista hidrológico. La zona de recarga tiene 78.58 has (32.3%) bajo uso inadecuado, principalmente ganadería extensiva combinada con agricultura migratoria.

Sobre esta base, la zona de recarga de la Microcuenca de la Quebrada La Chorrera, presenta un estado verdaderamente crítico desde una óptica hidrológica. Solo el 4.5 % de la superficie bajo impacto de nubes y/o neblinas tiene cobertura de bosque latifoliado, no

necesariamente maduro. Reconocimientos de campo y entrevistas a habitantes locales de edad avanzada, nacidos y residentes en la cuenca, permitieron diagnosticar que antaño la cobertura vegetal de la zona de recarga era de bosque mixto latifoliado, con un marcado dominio del género *Quercus*. Todavía es posible encontrar árboles aislados y pequeños remanentes de lo que fue el bosque en épocas pasadas.

A futuro, el manejo de esta microcuenca como única alternativa para las comunidades beneficiadas debería considerar la sustitución de prácticamente toda la cubierta vegetal actual por un bosque mixto que combine especies con tasas de crecimiento diferentes y temperamentos distintos, adaptables a las condiciones locales.

5.2 CONSIDERACIONES POLÍTICO- ADMINISTRATIVAS CON RESPECTO AL MANEJO FUTURO DE LA MICROCUENCA

La tenencia de caracter privado de todas las tierras de la microcuenca complementada con una fuerte problemática en el uso de la tierra de la zona de recarga, aparentemente complica el manejo futuro de la misma. Por lo tanto, es necesario definir con claridad los objetivos del manejo de la microcuenca y esclarecer los aspectos legales relacionados con la tenencia de la tierra. En este último aspecto es menester analizar el o los títulos de propiedad que existen sobre el área en función del beneficio social que ha cumplido y cumple esta microcuenca.

Esclarecida la situación política de la zona se hace indispensable definir cuál sería la mejor estrategia para administrar correctamente los recursos de la cuenca. En este sentido, PROCUENCAS podría jugar un rol importantísimo.

6. CONCLUSIONES

La evaluación hidrológica de la microcuenca permite emitir las siguientes conclusiones:

6.1 Desde el punto de vista ecológico, la microcuenca presenta dos ecosistemas mayores o zonas de vida: bmh-MBS y el bh-MBS. Correspondiendo el bmh-MBS a la zona de recarga, la que está sufriendo una fuerte degradación, que si no se deteiene y se mejora esta situación, los beneficiarios tendrán que buscar otras fuentes alternativas para obtener ese recurso tan preciado, el agua. De igual manera, fue posible diferenciar en la cuenca dos grandes grupos geológicos: Basaltos del cuaternario y padre Miguel y dos series de suelos: Cocona y Milile. Geológicamente, los basaltos del cuaternario se localizan en las posiciones más altas y frías de la microcuenca, cubriendo una pequeña superficie de terreno. En términos generales, la cuenca tiene un clima relativamente adecuado. Desde el punto de vista edáfico, la mayoría de los suelos son de baja fertilidad natural y se requiere, por lo tanto, la aplicación de prácticas de conservación y fertilización.

6.2 De acuerdo a los resultados del mapa de pendientes se podría clasificar la mayoría de las tierras de vocación forestal. A la fecha, la mayor parte de la cuenca está cubierta con bosque natural de tipo secundario, lo que indica o comprueba que existe cierto grado de extracción y explotación de los recursos del bosque en esta zona, siendo esta explotación sin consciencia, puesto que los efectos de la misma no se son observados a corto plazo, pero si no se detiene el hecho de extraer los recursos desmesuradamente traerá graves consecuencias para la microcuenca, como la desaparición de los nacimientos de agua. Es por esto que con base en las pendientes y en la cobertura vegetal actual, claramente se observa la predominancia del uso forestal en esta microcuenca, una situación deseable desde el punto de vista de conservación de suelos pero no necesariamente hidrológico.

6.3 En términos ecológicos e hidrológicos fue posible diferenciar dos grandes bloques dentro de la cuenca: el bloque que actúa como cinturón de condensación del vapor de agua atmosférico, denominado zona de recarga o de formación de acuíferos y equivalente al bmh-MBS. Un segundo bloque ha sido clasificado como un ecosistema que únicamente regula la cantidad de agua de lluvia.
Aunque desde el punto de vista de cobertura vegetal la cuenca presenta un notable dominio de bosque, la zona de recarga o de formación de acuíferos ha sido severamente

degradada. Tal situación tiene que traducirse, lógicamente, en una pérdida considerable de agua, porque los vientos cargados de humedad no encuentran la barrera mecánica multiestratificada responsable de inducir conjuntamente con una reducción en la temperatura, la precipitación horizontal oculta. Aunque la cuenca de hecho proporciona agua en cantidad adecuada, podría tener un aporte mucho mayor si la cubierta vegetal de la zona de recarga fuese un bosque en estado primitivo, especialmente se verían los cambios en la calidad del recurso.

6.4 De acuerdo a los análisis de agua realizados por PROCUENCAS en las diferentes tomas de la microcuenca y complementado con los resultados de la encuesta, se concluye que las fuentes de agua no están siendo adecuadamente protegidas de los focos de contaminación fecal, y es un argumento que se hace lógico por la existencia de ganadería en la parte alta de la cuenca.

7. RECOMENDACIONES

7.1 Ante la importancia de esta microcuenca como única opción de suministro de agua potable y de riego para una población estimada en más de 1,400 personas, y ante el deterioro de la zona de recarga, se recomienda que de inmediato se proceda al reemplazo de la agricultura y la ganadería en la porción alta de la cuenca (a partir de la cota de los 1,550 m) por cultivos que sean más beneficiosos para esta zona y que a su vez los agricultores que cultivan en esta zona puedan obtener beneficios económicos. Ello se traduciría quizás no en un mayor volumen de agua, pero sí en la obtención de un líquido de excelente calidad.

7.2 De ser posible, en términos políticos y administrativos, proceder en la zona de recarga de manera paulatina a la sustitución de los bosques de coníferas por bosques mixtos latifoliados mediante una técnica silvícola de enriquecimiento en bandas. Para el área bajo uso ganadero, se recomienda el establecimiento de plantaciones mixtas, con fines de producción de agua, a espaciamientos cortos, con el objeto de inducir un rápido cierre del dosel y, por lo consiguiente, una adecuada protección de los sitios.

7.3 Gestionar ante el Sistema Nacional de Areas Protegidas de Honduras – SINAP, la posible declaratoria de la zona de recarga como área productora de agua. En este sentido, PROCUENCAS podría ser determinante.

7.4 Ante la desintegración existente entre usuarios del agua en las partes baja y alta, PROCUENCAS debería desarrollar una estrategia de acercamiento que se fundamente en el principio de que el agua es un bien común y que a todos los beneficiarios compete su manejo.

8. BIBLIOGRAFIA

AGUDELO, N. s.f. Manejo de Cuencas Hidrográficas: Deforestación y Vulnerabilidad de las Cuencas. Zamorano, Hond. s.p.

_____. 1994. Algunas consideraciones sobre el sistema de clasificación de zonas de vida. Departamento de Recursos Naturales y Conservación Biológica. E.A.P., 22p.

_____. 1996. Apuntes del curso de Ecología. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Hond.

_____. 1999. Apuntes del curso de Recursos Naturales. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Hond.

BENDECK, A. 1994. Guía metodológica para la elaboración de mapas de microcuencas. Proyecto Mejoramiento del Uso y Productividad de la Tierra, LUPE; Secretaría de Recursos Naturales (Hond.). 43 p.

BYERS, E. A. 1998. El Foro de la zonas de montañas: red de contactos para la conservación y el desarrollo de las montañas. Unasylva. FAO (Italia). 49 (195): 13-19.

CABALLERO, L. 1999. Apuntes de la clase de Manejo Integrado de Cuencas. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Hond.

CARRANZA, C.F.; AYLWARD, B.; ECHEVERRÍA, J.; TOSI, J.A. y MEJÍAS, R. 1996. Valoración de los servicios ambientales de los bosques de Costa Rica. San José, C.R. Centro Científico Tropical. 78 p.

CASTELLANOS, V. 1997. Descripción de las Principales Series de Suelos de Honduras. 4-6, 14-16.

DÍAZ, C. 1999. Salud en las zonas rurales de Honduras. Clínica, E.A.P., Hond. (Comunicación personal)

DUARTE GUERRA, M.C. 1998. Impacto hidrológico económico de la destrucción de bosques nublados latifoliados maduros. Tesis Ing. Agr., Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 59 p.

FAO (Italia). 1995. Necesidades y Recursos, geografía de la agricultura y la alimentación. Roma, Italia. 328 p.

FAO (Italia). 1958. Introducción a la Ordenación de Cuencas Hidrográficas. No.703, 60p.

FAUSTINO, J. 1997. Agua: recurso estratégico en el futuro de América Central. Turrialba, C.R. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. 58 p.

FIELD, B.C. 1997. Economía Ambiental: Una introducción. Trad. por Leonardo Cano, Bogotá, Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo. Pontificia Universidad Javeriana. s.l., Mc. Graw Hill. 587 p.

IVES, J. y MESSERLY, B. 1997. Mountains of the World: A Global Priority. Ed. Prthnon Pu. 510 p.

LASSEN, L.; LULL, H.W. y FRANK, B. s.f. Algunas Relaciones entre planta, suelo y agua en el manejo de cuencas. División de Influencias Forestales, Servicio Forestal. México. Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el Desarrollo Internacional, AID. No.910, 68 p.

LINIGER, H. y WEINGARTNER, R. 1998 Montañas y Recursos Hídricos. Unasylva. FAO (Italia). 49 (195): 39-46.

LOPEZ CADENAS, F. y BLANCO CRIADO, M. 1976. Hidrología Forestal. 1ª parte. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid. 8, 9 p.

MEDRANO, M. 1998. Evaluación de daños provocados por la Tormenta Tropical "Mitch" en seis microcuencas del municipio de Güinope, El Paraíso, Honduras. Zamorano, Hond., Departamento de Recusos Naturales y Conservación Biológica. [30] p.

MOURRAILLE, C.; PORRAS,I.T. y AYLWARD, B.A. 1995. La Protección de Cuencas Hidrográficas: Una Bibliografía Anotada de Hidrología, Valoración Económica e Incentivos Económicos. CREED, C.R. 130 p.

PEREIRA, H.C. 1989. Policy and Practice in the Management of Tropical Watersheds. Boulder, Colorado, U.S.A. Westviews Press. Inc. 157 p.

PRICE, M.F. 1998. Las montañas: ecosistemas de importancia mundial. Unasylva. FAO (Italia). 49 (195): 2-12.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA). s.f. Dossier ambiental. Trad. por Consuelo Green. (Ke) no. 6, 8 p.

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUCIGALPA, HONDURAS

PROYECTO UNIR- ZAMORANO. 1997. Programa de Desarrollo Sostenible de la Región del Yeguare; Nuestra Comunidad Pacayas. Zamorano, Hond. s.p.

RADULOVICH, R. 1997 Sostenibilidad en el uso del agua en América Latina. Revista Forestal Centroamericana. Bosque Y Agua. Turrialba, C.R. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. No. 18: 58 p.

RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO forestal de cencas y control de la erosión. 1994. s.l. Mundi – Prensa. p. irr.

ROSEGRANT, M. 1997. Discussion Paper 20, Water Resourcers in the Twenty First Century: Challenges and Implications for Action. 27 p.

SAENZ, F.; SHULTZ, S. y HYMAN, G. 1997. Uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG) en la identificación de degradación de tierras y recursos hídricos. Revista Forestal Centroamericana, Bosque y Agua. Turrialba, C.R. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. No.18: 58 p.

SEMINARIO SOBRE PLANIFICACIÓN Y ORDENACIÓN DE CUENCAS HÍDRICAS. (1978, SIGUATEPEQUE, HONDURAS). s.f. [Conferencia] Tegucigalpa, Hond. p.irr.

SHENG, T.C. 1992. Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas: Estudio y planificación de cuencas hidrográficas. FAO, Italia. 13 (6): p.15-22; p. 59-83.

SZÖLLOSI-NAGY, NAJLIS y BJÖRKLUND, 1998. Evalación de los recursos mundiales de agua dulce. Naturaleza y Recursos. 64 (1): 10-20.

TERCER SEMINARIO NACIONAL DE MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS. (1985, LA CEIBA, HONDURAS). 1986. [Memoria]. Ed. por Maldonado T. Y Pérez R. Tegucigalpa, Hond., CATIE. 125 p.

Anexo1.

ENCUESTA SOBRE EL RECURSO AGUA
COMUNIDADES BENEFICIADAS POR LA MICROCUENCA DE
LA QUEBRADA "LA CHORRERA"

Fecha:_____ Comunidad:_____
Entrevistador:_____

Variables Biofísicas
Nombre del entrevistado_____ Edad_____
Sexo M__ F__
Tiempo de vivir en la comunidad_____
Número de personas que viven en su casa_____
Ocupación_____
Vive y cultiva dentro de la cuenca_____ Solo vive_____ Solo cultiva_____ Otros_____

Variables Socioeconómicas
Salud.-
Tienen problemas con enfermedades digestivas o respiratorias?
Si__ No__ Quiénes? Adultos____ Niños____
Tienen programas de vacunación para niños? Si__ No__
Poseen agua potable? Si__ No__
Poseen letrinas? Si__ No__

Recursos Naturales de la Microcuenca y su Zona de Influencia
Agua.-
- El agua como recurso natural tiene para Ud. un valor:

Alto___ Medio___ Bajo___ Ninguno___.
Por qué_____
- El bosque de la microcuenca de la Qda. La Chorrera tiene para Ud. un valor:

Alto___ Medio___ Bajo___ Ninguno___.
Por qué_____
- Tiene Ud. conocimiento de dónde procede el agua que utiliza? Si__ No__
- Qué importancia tiene para Ud. la conservación de los nacimientos de agua: _____
- Considera que es recomendable tener ganadería y cultivos en aquellas zonas de la cuenca en donde se encuentran los nacimientos de agua o en sus alrededores? Si__No__

Por qué: _____
- Ha observado Ud. en los últimos 5-10 años una disminución en la cantidad de agua que utiliza? Si___ No___
- Si ha habido disminución en el suministro de agua, qué piensa Ud. que ha sucedido en la cuenca? _____
- El agua que Ud. utiliza para consumo en su casa es de calidad:
  buena___ regular___ mala___
- Hierven el agua en su casa antes de tomarla? Si___ No___

Vegetación.-

La cobertura vegetal a nivel de la cuenca es importante para Ud. porque:

Garantiza la producción de agua____
Mantiene buenas poblaciones de animales____
Mantiene estable los suelos____
Es una fuente para satisfacer la necesidades de leña____
Mantiene buena calidad ambiental____

La preparación de alimentos en su casa se hace con:

leña___, carbón vegetal___, cocina a gas___

Para la preparación de los alimentos se usa un horno: convencional___ mejorado___

Las especies preferidas para leña son: _____

Tales especies se prefieren porque:

Queman lentamente y producen buena brasa____
No producen mucho humo____
No emanan olores desagradables____
Queman rápidamente y producen buen calor____
Son fáciles de conseguir____

Cual es su principal fuente de leña:_____

Cuántas cargas de leña consume a la semana? _____

Cuántos leños contiene cada carga _____, el largo de los leños es de _____

Cuanto tiempo requiere para la conservación de la leña que consume su hogar en una semana _____

Cual es la distancia promedio que Ud. debe recorrer para conseguir leña _____

Quienes colaboran en la recolección de la leña _____

Existe escasez de leña en su comunidad: Si__ No__

Suelos.-

Los suelos que Ud. cultiva, según su experiencia, tiene fertilidad natural:

Alta_____, Media_____, Baja_____

Utilizan prácticas de conservación de suelos: Si___ No___

Cuales:_____

Aplica a los suelos fertilizantes químicos _____ o abonos orgánicos_____

Que tipo de insumos químicos u orgánicos emplea:_____

Realiza control de plagas y enfermedades a sus cultivos: Si___ No___

Para el control usa: Insecticidas_____ Fungicidas_____ Nematicidas_____ Herbicidas____

Se protege Ud. en el momento de la aplicación: Si___ No___

Tenencia y uso de la tierra.-

Tiene Ud. tierra propia: Si___ No___ Tiene huerto casero: Si___ No___

Estas tierras están dentro ____ o fuera ____ de la microcuenca?

Tales tierras son de propiedad: Privada____ Municipal____ Nacional____ Otros_____

Tamaño de la propiedad:

Superficie total_____
Cuanto tiene en producción de cultivos_____
Cuanta superficie de bosque tiene_____, de pino_____ o de hoja ancha_____
Cuanta superficie tiene con uso ganadero_____

Los principales cultivos establecidos son: hortalizas ____, maíz ____, frijol _____, café con sombra ____, café sin sombra _____, frutales____

- Certificación..

El Suscrito Secretario del Patronato Pro-Mejoramiento de la aldea de Las Pacayas Municipio de Yuscarán el Paraíso..

Certifica el acta Número 70 del libro de actas que este Patronato lleva y que literalmente:

Acta Nº 70, Las Pacayas 13 de Junio de 1978:

En casa del Sr. Terencio Vélez V. se reunieron los miembros del Patronato Pro-mejoramiento aldea Las Pacayas Yuscarán Depto el Paraíso Honduras, en sesión extraordinaria, para tratar asuntos de mucha importancia, a las 2 P.M. del día Martes 13 de Junio de 1978, los puntos a tratar fueron los siguientes: 1º............ 2º............ 3º............ 4º Por súplica de varios vecinos de esta comunidad, la Directiva del Patronato del Común de San Isidro de Santa Rosa, va a sacar un permiso general para la explotación de maderas de Pino. lo que efectivamente vemos que es de gran importancia

5º En vista de que esta directiva del Patronato de Las Pacayas a confirmado que es cierta la información obtenida en el sentido de que la Directiva del Común de San Isidro de Santa Rosa pretende obtener un permiso general de explotación de madera. Por lo cual nos reunimos para discutir el asunto y por tanto acordamos dirigirnos a esa Directiva del común para poner en claro la petición de nuestros vecinos.

6º Acordamos que se prohíbe la explotación de madera de pino, en sitios libres y en lo que circule el dominio o domicilio de esta comunidad y dentro de la comunal de la montaña donde se encuentran unos lotes de pino, en los sitios denominados la Loma de agua, Mecia los filos de la Chaparra, en la que colinda con propiedades escrituradas, al norte con Rosendo Bonilla y Ismael Andino, al Sur con Pedro Padilla Andino, al Oriente con Roque Ochoa vecino de Morocelí, al Poniente con: Ismael Andino. También existe otro lote de pino en el sitio de...

Los declaramos a beneficio de esta Comunidad de los Pacoyos
Para cualquier Obra de mejoramiento de la misma o de
Beneficio comunal Colectivo; y por tanto quedan como
Reservas de Los Pacoyos.

7: Siempre nosotros respetamos propiedades acotadas y escrituradas porque si los dueños de sus propiedades quieren explotar sus maderas nosotros no les impedimos ni les prohibimos, lo unico que les reclamamos es que paguen los derechos de explotación a la Tesorería de la Directiva del Comun, para que este; nos debuelva a los comunidades que estan dentro del Comun antes mencionado lo que nos corresponde de debolución por impuesto de explotación del Bosque, También acordamos enviar a la Directiva del Comun la Certificación de esta acta para que sea inscrito en el libro de actas que es patronato del Comun de San Pedro de Santa Rosa Joba y se rete a discusion en asamblea general y se nos mande Certificacion de lo dispuesto y acordado por dicha asamblea y que lo dispuesto pase a ser una Ley y sea aplicada a todos los Comuneros relacionados con estos asuntos ya mencionados.

8: . . . . 9o . . . . 10. . . . . .

No y no abiendo mas de que tratar, se levantó la Sesión Siendo las 12 P.m...

Firma del Presidente Ignacio Núñez Valladares
" " Vice " Rigoberto Espinal V.
" " Tesorero Elias manuel Zelaya
" " Fiscal. Andres Valladares V.
" " Vocal 1: Santiago Núñez
" " " 2:
" " " 3: José Crisolio Rodriguez
" " " 4: José Nicolas Zelaya
" " Procuradoria Justo Rufino Zelaya R.
" " y Sello del Secretario Emilio Espinal V.

y para los fines que al interesado convenga se le extiende la presente Certificación en la aldea de Pacayas municipio de Güinope Depto. el Paraiso a los 7 dias de Octubre de 1999.