



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

**PROPUESTA DE MANEJO DE LAS AREAS CRITICAS DE LA
CUENCA LAGUNA EL PINO BARBERENA SANTA ROSA**

**TESIS
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
POR**

MARCO ANTONIO HIDALGO AGUILAR

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO
EN
RECURSOS NATURALES RENOVABLES
EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1993

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DOCTOR ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	ING. AGR. EFRAIN MEDINA GUERRA
VOCAL I:	ING. AGR. MAYNOR ESTRADA
VOCAL II:	ING. AGR. WALDEMAR NUFIO
VOCAL III:	ING. AGR. CARLOS R. MOTTA
VOCAL IV:	DR. ELIAS RAYMUNDO
VOCAL V:	DR. JUAN GERARDO DE LEON
SECRETARIO:	ING. AGR. MARCO R. ESTRADA MUY

Guatemala, octubre de 1993

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

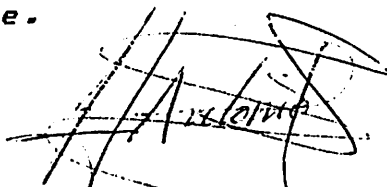
FACULTAD DE AGRONOMIA

Honorables señores.

De acuerdo con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, como requisito a optar al título de INGENIERO AGRONOMO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES en el grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS, tengo el honor de someter a la consideración de ustedes el trabajo de tesis titulado: " PROPUESTA DE MANEJO DE LAS AREAS CRITICAS DE LA CUENCA LAGUNA EL PINO. BARBERENA SANTA ROSA ".

Esperando que el presente trabajo de investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, es grato presentarles mi agradecimiento por la atención a la presente.

Respetuosamente.



B.R. Marco Antonio Hidalgo Aguilar

TESIS QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES: Waldemar Hidalgo Ponce

Olga Aguilar de Hidalgo

A MIS ABUELITAS: Bernardina Vda. de Hidalgo

Margarita Aguilar Fernandez

A MI ESPOSA E HIJOS: Marleny Belches de Hidalgo

José Antonio y Diego Waldemar

A MIS HERMANOS: Selvin Francisco, Waldemar y María Olga

**A MI TIO Y PRIMOS: Ely Hidalgo Ponce, Jorge Antonio Leal
Hidalgo y Edgar Leonel Aguilar Hidalgo,
Que Dios los tenga en su gloria.**

A MI FAMILIA EN GENERAL

A MIS SUEGROS Y CUÑADOS

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A LA CLASE OBRERA Y CAMPESINA DEL PAIS

A LA PROTECCION Y CONSERVACION DE LOS RECURSOS NATURALES

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agr. MSc. Luis Ortiz Castillo por su constante asesoría en la realización del presente trabajo de tesis.

A los hermanos Ing. Agr. Juan Antonio Calderón Rosales e Ing. Civil Hugo Rolando Calderón Rosales, por su valiosa y desinteresada colaboración en la elaboración del trabajo.

A mis compañeros y amigos de la Facultad de Agronomía por su amistad y apoyo demostrados durante los años de estudio.

A los Ing. Agr. Antonio Gaitan y José Luis Rivera de DIRYA, así también a los señores Felipe Hernandez Sarti y Raúl Díaz de DIGEBOS por su colaboración ^{en} el trabajo de campo.

INDICE

	PAGINA
LISTA DE CUADROS	x
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. MARCO TEORICO.....	4
3.1 Marco Conceptual.....	4
a. Determinacion de la Capacidad de Uso de la Cuenca.....	4
b. Aspectos Socioeconómicos.....	4
c. Plan de Manejo de Una Cuenca.....	9
d. Categorías de Manejo de Areas Protegidas.....	10
e. Deterioro y desaparición de Lagos y Lagunas de Guatemala.....	14
3.2 Marco Referencial.....	20
3.2.1 Información General del área.....	20
a. Ubicación.....	20
b. Area de la Cuenca y de la Laguna.....	23
c. Provincia Fisiográfica.....	23
c.1 Geología.....	24
c.2 Provincia Climática.....	24
c.3 Suelos.....	25
c.4 Zona de Vida.....	25
3.2.2 Antecedentes.....	25
IV. METODOLOGIA.....	30
4.1 Recopilación de la Información.....	30

4.2 Determinación del Uso Actual del suelo y su capacidad de uso.....	30
4.2.1 Elaboración de la Leyenda Fisiográfica.....	30
4.2.2. Determinación del Uso Actual.....	31
4.2.3. Determinación de la Capacidad de Uso.....	32
4.3 Determinación del Componente Socioeconómico.....	34
4.4 Determinación de las áreas Críticas.....	35
4.5 Categoría de Manejo.....	35
4.6 Propuesta de Manejo.....	37
4.7 Estrategias.....	37
4.8 Identificación de programas y proyectos...	38
4.9 Identificación de instituciones y organismos responsables de la ejecución del plan.....	38
V. RESULTADOS Y DISCUSION.....	39
5.1 Determinación del Uso Actual del suelo y su Capacidad de Uso.....	39
5.1.1 Elaboración de la Leyenda Fisiográfica.....	39
5.1.2 Determinación del Uso Actual.....	42
5.1.3 Determinación de la Capacidad de Uso	46
5.2 Características Socioeconómicas.....	50

5.2.1 Unidades Productivas Mercantiles	
simples.....	50
a. Población.....	50
b. Escolaridad.....	50
c. Religión.....	51
d. Salud.....	51
e. Infraestructura.....	52
f. Tenencia de la Tierra.....	52
g. Recursos Hídricos.....	52
h. Unidades productivas Capitalistas..	54
5.3 Efecto del manejo sobre el espejo de agua.	56
5.4 Determinación de Areas Críticas.....	59
VI. PROPUESTA DE MANEJO PARA LAS AREAS CRITICAS..	63
6.1 Propuesta de categoría de manejo para el	
el área protegida.....	63
6.2 Propuesta de manejo para las	
áreas críticas de la Cuenca.....	66
6.3 Identificación de Programas.....	66
6.4 Ejecución de programas.....	67
a. Educación Ambiental.....	67
b. Manejo y Conservación de los Recursos	
Naturales.....	68
b.1 Manejo y Conservación del Suelo....	68
b.2 Manejo y Conservación de la Laguna.	70
b.3 Manejo del Bosque.....	74

b.4 Manejo de la Fauna.....	75
c. Programa de administración.....	76
VII. CONCLUSIONES.....	79
VIII. RECOMENDACIONES.....	81
IX. BIBLIOGRAFIA.....	82
X. ANEXOS.....	86
ANEXO A.....	87
ANEXO B.....	88
ANEXO C.....	89

INDICE DE CUADROS

No.		Página
01	Leyenda fisiográfica de la cuenca "Laguna El Pino"	39
02	Uso Actual del Suelo de la Cuenca.....	42
03	Capacidad de uso del suelo.....	49
04	Distribución de la Población de la Aldea Monterroso.....	51
05	Matriz para la Determinación de la Categoría de Manejo del Area Protegida.....	64

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
01	Mapa de ubicación de la Cuenca "Laguna El Pino".....	22
02	Mapa de Unidades Fisiográficas de la Cuenca.....	41
03	Mapa de Uso Actual de los Suelos de La Cuenca.....	44
04	Mapa de Pendientes de La Cuenca.....	45
05	Mapa de Capacidad de Uso de los Suelos de La Cuenca.....	49
06	Mapa de Areas Críticas de la Cuenca.....	62

**PROPUESTA DE MANEJO DE LAS AREAS CRITICAS DE LA
CUENCA LAGUNA EL PINO. BARBERENA, SANTA ROSA**

**MANAGEMENT PROPOSAL OF THE CRITICALS AREA
"LAGUNA EL PINO" RIVER BASIN**

RESUMEN

La presente propuesta responde a la necesidad de poner en marcha acciones que tiendan a minimizar el impacto ambiental producido por el manejo inadecuado de los recursos de la cuenca y su influencia sobre la laguna El Pino, en el municipio de Barberena, Santa Rosa.

La información recabada para la presente investigación se obtuvo de estudios realizados con anterioridad en el área, los cuales describen los componentes bióticos, abióticos y socioecómicos de la cuenca, y la determinación de los principales agentes que contribuyen al proceso de eutroficación y su influencia en la sucesión ecológica acuática de la Laguna, esta información también fue actualizada. Seguidamente se identificó la problemática de la cuenca determinando las áreas críticas de manejo a través de la superposición de los mapas de uso actual y capacidad de uso de los suelos de la cuenca, y su interrelación con el componente socio-económico, con el fin de determinar y priorizar las acciones que conlleven a la utilización óptima de los recursos naturales de la cuenca, por medio de un manejo integral de las áreas críticas determinadas dentro de la misma.

El área de la cuenca es de 708.36 ha de las cuáles 42.6 ha conforman el cuerpo de agua (6.01%). y se ubica entre los

paralelos 14 16' 40'' y 14 21' 10'' de latitud norte y los meridianos 90 21' 50'' y 90 24' 30' de longitud oeste.

La cuenca se encuentra entre las altitudes de 1,000 msnm y 1,495 msnm con una elevación media de 1250 msnm.

Se observa que las pendientes que van de 0 al 12% ocupan el 11% del área, las que van del 12 al 32% ocupan un 33% y pendientes mayores del 32% ocupan el 56% del área.

Al determinar el uso actual del suelo de la cuenca se tiene que un área de 481.68 ha (68% del área) es dedicada a cultivos permanentes predominando el cultivo de café; un área de 120.42 ha (17% del total) a cultivos limpios y pastos; existe también un área de 42.5 ha de bosque artificial que representa el 6% del área y un área de 42.6 ha que pertenece al cuerpo de agua, representa el 6% del área; finalmente una área de 21.25 ha dedicada a cultivos semipermanentes que representa el 3% del área total.

En lo que respecta a la capacidad de uso de los suelos de la cuenca se determinó que los elementos del paisaje: montaña y cerros representan la clase agrológica predominante (clase VII, cultivos permanentes) que representa el 60% del área de la cuenca; los elementos del paisaje pie de cerro y planicie pertenecen a la clase agrológica X (protección) representando el 8% del área; el elemento del paisaje pie de monte pertenece a la clase agrológica IV (cultivos semipermanentes) representando el 26% del área total de la cuenca.

En relación a las áreas críticas determinadas se tiene que los elementos del paisaje: pendiente de montaña, pendiente de cerros y planicie presentan el mayor número de áreas críticas dentro de la cuenca, debido a la presión que ejercen sobre ellos, los asentamientos humanos, utilización de cultivos limpios, la falta de prácticas de conservación de suelos y la utilización del agua de la laguna para riego de cultivos semipermanentes y viveros de café.

Dentro de la unidad planicie específicamente en la parte norte de la laguna, existe un drenaje artificial construido con el fin de evitar la inundación de terrenos de propiedad privada, por medio del cuál se pierde un caudal considerable de agua. Otro aspecto importante es que en los elementos pie de cerro y planicie se encuentra ubicada el área protegida, la cuál está siendo sometida a un uso diferente de lo que persigue sus objetivos de manejo. Constituyéndose en un área crítica a la que debe aplicársele medidas correctivas inmediatas. Los elementos del paisaje montaña y cerros presentan el menor número de áreas críticas dentro de la cuenca debido a que el uso actual del suelo, coincide con la capacidad de uso del mismo, teniéndose únicamente áreas aisladas relativamente pequeñas que pueden considerarse críticas, ya que son dedicadas a cultivos apropiados a esta clase agrológica pero sin un manejo adecuado, por ejemplo: Café sin sombra y siembra de café sin prácticas de

conservación de suelos.

Dentro de los aspectos socioeconómicos más importantes destaca la presión demográfica, ya que las unidades productivas capitalistas ocupan el 68% de la tierra y constituyen el 3% de la población total de la cuenca, por el contrario las unidades productivas mercantiles simples que están asentadas en la parte sur de la cuenca, en una área de 45 ha constituyen el 94% de la población, presentando una presión demográfica de 1,333 habitantes por kilómetro cuadrado, en donde se carece de los servicios mínimos de salud (drenajes, letrinización, agua potable), lo que representa una fuente importante de contaminación para el cuerpo de agua.

En cuanto a la propuesta de manejo de las áreas críticas de la cuenca se determinó acciones que permitan resolver de una manera práctica la problemática. Dichas acciones involucran diferentes instituciones y organismos que de una manera coordinada ejecuten la propuesta. Para dicha propuesta se identificaron los siguientes programas: Educación ambiental, Manejo y conservación de los recursos naturales renovables y programa de administración del área protegida.

I. INTRODUCCION:

Los países subdesarrollados como el caso de Guatemala utilizan frecuentemente modelos políticos, económicos y sociales, que lejos de contribuir al desarrollo equilibrado de los mismos, constituyen catalizadores del proceso destructivo de sus recursos. La falta de estrategias propias, que se adapten a las condiciones de nuestro país, a todo nivel, ha generado la falta de conciencia sobre la explotación, el uso y manejo de los recursos con que contamos. En el caso particular de los ecosistemas acuáticos, son considerados recursos naturales no renovables, lo que determina su importancia como patrimonio nacional, a los que se le debe prestar atención de primer orden, a fin de asegurar su preservación (13). En la actualidad la mayoría de estos ecosistemas, se encuentran alterados y degradados por la fuerte presión a que están sometidos. Los lagos y lagunas no escapan de esta problemática, ya que, se pueden enumerar varios ejemplos, uno de ellos lo constituye la laguna El Pino, la cuál se encuentra localizada en el municipio de Barberena, del departamento de Santa Rosa, que por su proximidad al mayor centro urbano del país se ha convertido en un área turística importante, que representa una magnífica fuente de distracción y un ambiente agradable. A la par éste

recurso se constituye en una fuente alterna de alimentación para los moradores del área, debido a que proporciona cantidades considerables de pesca para autoconsumo, así mismo suministra volúmenes significativos de agua para riego de cultivos hortícolas y viveros de café.

Debido al manejo inadecuado de la cuenca, la laguna se ha deteriorado considerablemente y reducido en área a un ritmo aproximado de 1.50 has. por año. De continuar con ésta tendencia desaparecerá en aproximadamente 30 años, alterándose el proceso natural de sucesión ecológica (laguna-pantano-pradera). A partir de 1982 se ha estudiado la cuenca de ésta Laguna, completándose hasta el momento el estudio de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos de la cuenca hidrográfica, así como el estudio preliminar de la eutroficación y su influencia en la sucesión ecológica-acuática de la Laguna, además se han elaborado documentos referentes a la problemática de la Laguna por el Instituto Nacional Forestal (INAFOR) y la Asociación de Caficultores de Oriente (ACOGUA). El presente estudio actualiza la información sobre el uso de la tierra, determina la capacidad de uso y propone planes específicos de manejo para las áreas críticas de la cuenca hidrográfica, con el fin de minimizar el impacto ambiental sobre la Laguna.

II. OBJETIVOS:

1. Determinar el uso del suelo y la capacidad de uso dentro de la cuenca.
2. Determinar las características más importantes del componente socio-económico, para conocer su influencia sobre la cuenca Laguna El Pino.
3. Determinar las áreas críticas de manejo dentro de la cuenca.
4. Proponer planes específicos de manejo para las áreas críticas que se determinen dentro de la cuenca.

III. MARCO TEORICO:

3.1 Marco Conceptual:

a. Determinación de la capacidad de uso del suelo de la cuenca:

La determinación de la capacidad de uso planteada por el Centro Científico Tropical con sede en Costa Rica (2), se basa en el ordenamiento de la tierra en el campo agropecuario y forestal basado en el principio de rendimiento sostenido. La escala mínima de aplicación de éste sistema de clasificación es a nivel detallado.

Los parámetros de evaluación para esta metodología son los siguientes:

- a. Parámetros climáticos:
 - zona de vida
 - temperatura media mensual
 - temperatura máxima y mínima
 - precipitación media anual
 - evaporación media anual

- b. Parámetros edáficos
 - profundidad efectiva
 - textura y pH
 - pedregosidad

- c. Parámetros topográficos
 - pendiente
 - microrelieve
 - erosión sufrida

- d. Parámetros de drenaje
 - drenaje
 - riegos
 - inundación

Esta metodología divide la tierra en diez clases de capacidad de uso y un total de once zonas de vida, las cuales difieren entre sí principalmente en cuanto al número de clases y los rangos de los valores numéricos de los parámetros. Para las condiciones edáficas y climáticas el sistema tiene un orden jerárquico establecido, el cual acepta que la unidad de tierra pueda usarse en la actividad de la clase resultante o que también se pueda utilizar esa tierra para las actividades de las clases inferiores a esta, pero no se deben utilizar para de las clases superiores a la misma. así una unidad de tierra determinada en la clase V (pastoreo intensivo) puede utilizarse en condiciones normales de profundidad, viento,

drenaje, etc. para la producción de cultivos arbóreos (clase VII) pero no es posible utilizar estas tierras para la producción de cultivos permanentes (clase IV) ni para cultivos anuales (clase I, II y III), (2).

b. Aspectos socio-económicos:

b.1 Unidades productoras mercantiles simples:

Una gran mayoría de estas unidades corresponde a las parcelas usualmente llamadas minifundios. Las características esenciales que le dan caracter mercantil simple son: Primero los trabajadores directos no producen artículos para abastecerse; fundamentalmente producen para el intercambio, para la venta, aunque consumen parte de lo que producen. Y segundo el proceso productivo se realiza en base al trabajo familiar no remunerado. Si bien durante unos días el minifundista compra fuerza de trabajo a sus vecinos para ayudarse en la producción, durante otros días el vendiera su fuerza de trabajo a dichos vecinos y más que mantener una relación patrono-trabajador en donde si aparece la explotación se mantiene una relación trabajador-trabajador (10).

b.2 Unidades productoras capitalistas:

En Guatemala las unidades productoras capitalistas se encuentran generalmente caracterizadas por grandes extensiones de tierra supeditadas al régimen de propiedad privada; dichas unidades constituyen un número reducido y en las mismas se producen principalmente mercancías de exportación, entre ellas las más importantes son: café, banano, algodón, carne, caña de azúcar y cardamomo. Esto no quiere decir que en estas unidades no se produzcan mercancías para el mercado interno, se producen, pero en cantidades incomparablemente menores a las de exportación (10).

Por los hechos históricos sociales concretos, en estas unidades se mantienen resabios precapitalistas como el arrendamiento en especie y en trabajo, la existencia del colonato y otros trabajadores no típicamente proletarios.

Para su mejor estudio las unidades productoras capitalistas las hemos dividido en dos distintas fracciones de clase: La burguesía agraria moderna y la burguesía agraria tradicional. Las empresas capitalistas en poder de la burguesía agraria moderna, son las unidades que

presentan el mayor desarrollo capitalista, en las cuales toda la fuerza de trabajo es asalariada, por lo tanto no existen resabios de precapitalistas, la fuerza de trabajo permanente es proletaria y la fuerza de trabajo temporal es proletaria y semi proletaria. Utilizan por lo tanto el sector más calificado de la fuerza de trabajo agrícola. En estas unidades productoras solamente funciona el arrendamiento capitalista. Los procesos productivos son más tecnificados. Es la fracción de clase que se encuentra íntimamente vinculado al capital financiero nacional y transnacional, y algo más, algunas de las empresas son el resultado de la inversión de la oligarquía financiera. Estas unidades productivas se encuentran integradas verticalmente a los procesos agro-industriales y comerciales.

Las unidades productoras capitalistas propiedad de la burguesía agraria tradicional, son las unidades capitalistas de menor desarrollo siendo sus características esenciales: Mantiene relaciones de producción pre-capitalistas, en ellas persiste el colonato, la aparcería, la remuneración por raciones, etc. La fuerza de trabajo permanente esta compuesta por mozos

colonos, proletarios rurales residentes y jornaleros permanentes, y para levantar las cosechas utilizan fuerza de trabajo temporal proletaria y semi proletaria. Los procesos productivos siguen siendo bastante tradicionales, se utilizan instrumentos de producción sencillos. En relación a la burguesía agraria moderna se sirven con menos frecuencia de la asesoría de expertos (10).

c. Plan De Manejo de Una Cuenca:

El proceso de planificación consiste en la búsqueda de soluciones a problemas y necesidades, formulando acciones que satisfagan metas y objetivos. El problema general de los países de América Latina y en particular de sus zonas tropicales, consiste en encontrar medios para mejorar la productividad de ecosistemas frágiles habitados, preservando y conservando el Medio Ambiente y los Recursos Naturales. Es decir llegar a establecer un compromiso, entre la producción (aprovechamiento) y la conservación en cada caso, lo cuál significa saber manejar la relación entre el hombre y su entorno para que

ambos puedan subsistir en armonía. En este contexto, la cuenca hidrográfica es la unidad territorial natural que ofrece un marco apropiado para la planificación regional o microregional, ya que integra perfectamente al hombre y su entorno a través de las múltiples interacciones bio-físicas, sociales, económicas y administrativas que se desarrollan, (3).

d. Categorías de manejo de Áreas protegidas:

Para mantener y desarrollar el habitat humano, se requiere de que algunas áreas se conserven en su estado natural. La calidad del agua, la protección de recursos genéticos, la protección de recursos escénicos, la oportunidad de disfrutar y apreciar el medio natural, y la oferta sostenida de recursos naturales renovables, dependen de la conservación de áreas naturales (17).

Por otra parte, es posible obtener estos beneficios de las áreas protegidas a perpetuidad si las políticas de manejo son debidamente planteadas y aplicadas. Sin embargo, algunos efectos benéficos compiten con otros. Las

categorías de manejo deben ser diseñadas y aplicadas para acomodar conjuntos compatibles de efectos benéficos, sin que la búsqueda de uno en particular excluya la posibilidad de otros. Las categorías de parque nacional y reserva de usos múltiples, comprenden varios objetivos de manejo. aún en áreas con objetivos de manejo generalmente compatibles, es posible que en ciertas épocas o en ciertos sitios específicos se generen conflictos entre estos; por ejemplo, puede ser necesario restringir el uso público durante las épocas de anidación o parición, o dentro del habitat crítico de las especies. Estos conflictos pueden ser evitados mediante la aplicación de un sistema de zonificación o a través de restricciones de uso temporal, en toda o parte del área. Cuando se establece un sistema nacional de áreas protegidas, es muy importante seleccionar las categorías adecuadas en función de los objetivos de manejo que se persiguen. La selección de las categorías de manejo apropiadas para el área, dependerá de las siguientes consideraciones:

- Los valores que el área debe proteger, con base en la evaluación de los recursos bióticos y demás

recursos de la zona y los objetivos de conservación.

- El grado de manipulación que se requiere, o que es compatible con los objetivos de conservación establecidos para el área.
- El grado de fragilidad y/o tolerancia ecológica de las especies o ecosistemas involucrados.
- El grado en que distintas formas de utilización del área resultan compatibles con los objetivos establecidos.
- El nivel de demanda para distintos tipos de uso del área y la factibilidad de compatibilizarlos con el manejo de esta (17).

Un área protegida puede ser utilizada para conservar una amplia gama de valores como pueden ser:

- Ecosistemas característicos o únicos, por ejemplo bosque tropical lluvioso, fauna endémica insular, ecosistemas alpinos, -Especies de particular interés o valor; especies raras o amenazadas; por ejemplo: rinocerontes, vicuña, quetzales.
- Áreas con peculiar diversidad genética.
- Paisajes o rasgos geofísicos de gran valor

- estético o científico; por ejemplo glaciares, aguas termales, cascadas.
- Funciones de protección hidrológica: suelo, agua y microclima.
 - Facilidades para la recreación y el turismo en sitios naturales; por ejemplo: lagos, playas, paisaje montano, concentraciones de vida silvestre.
 - Sitios de interés científico; por ejemplo: áreas de investigación a largo plazo.
 - Sitios culturales; por ejemplo: templos, santuarios, vestigios arqueológicos.

La importancia particular y relativa de cada uno de los valores a proteger, debe valuarse en cuanto a la compatibilidad de combinar la conservación con diversos niveles de manejo manipulativo y uso del área (17).

De lo anterior, podemos deducir que la problemática que se da en las cuencas es muy compleja y su tratamiento tiene que ser a través de objetivos múltiples que conduzcan a su manejo integral.

El plan de Manejo de una cuenca es un instrumento directriz, ordenador e integrador para el desarrollo óptimo, racional y eficiente de los recursos de una cuenca en función de las necesidades del hombre.

Involucra esencialmente la forma de aprovechar, proteger y conservar los recursos de la cuenca mediante la producción sostenida y el equilibrio medio ambiental.

El Plan de Manejo de una cuenca puede tener diferentes énfasis de acuerdo con la vocación y/o tipo de aprovechamiento que se le está dando, dependiendo de esto, podría tener un énfasis en: Prevención, mejoramiento, rehabilitación, protección y conservación, manejo integral (desarrollo y gestión) (1).

e. Deterioro y desaparición de lagos y lagunas de Guatemala:

En el estudio realizado por el Centro de Estudios Urbanos y Regionales de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el año de 1989 (12), encontramos los aspectos más relevantes sobre el deterioro y desaparición de los lagos y lagunas de Guatemala, por lo que se considera resumir lo siguiente: Los lagos y lagunas de Guatemala tienen en general su origen en épocas glaciares, en períodos de intensa actividad volcánica-tectónica que hubo entre sesenta y veinte millones de años atrás. De acuerdo a la teoría de

la Deriva Continental, Centro América surge gradualmente del mar impulsada por las fuerzas de colisión de placas tectónicas. Este fenómeno se inició hace aproximadamente ochenta millones de años, con el apareamiento de los volcanes más antiguos (Agua y Tajumulco) (12).

Aunque los lagos nacen y mueren su vida se les mide en escala geológica en varios miles o millones de años. Por ello, a los ojos humanos aparecen como elementos permanentes del paisaje, madurando y muriendo quieta e inadvertidamente. Las primeras áreas de lo que hoy comprende Guatemala fueron gradualmente pobladas por seres vivientes, migrantes de los hemisferios norte y sur; posteriormente procesos evolutivos hicieron surgir especies con sus propias características, algunas de las cuáles viven únicamente en esta región, tal como el llamado pato zambullidor o Poc (*Podilymbus gigas*) en el lago de Atitlán. De acuerdo a una de las hipótesis más aceptadas, el ser humano llega al continente americano por el estrecho de Bering hace aproximadamente cuarenta mil años y a Meso América hace unos quince mil, donde utilizó muchas plantas y animales de la región para su sobrevivencia. Desde esas civilizaciones precolombinas hasta

hoy, los principales lagos y lagunas de Guatemala han constituido un recurso importante en las actividades económicas. Fueron utilizados por ejemplo por los Mayas, como se comprueba con los relatos de los conquistadores sobre algunos pueblos asentados en las riberas de los lagos. Se tienen evidencias de ello particularmente para los lagos de Atitlán en el departamento de Sololá; Amatitlan en el departamento de Guatemala; Petén Itza en el Petén; Izabal en Izabal y Chichoj en San Cristobal Verapaz, Alta Verapaz. El deterioro y degradación de nuestros lagos se inicia ya con la política de pillaje a partir de la conquista española, situación que se agudizará en la medida que Guatemala intensifica el uso de sus recursos naturales en favor de una economía agro-exportadora; es decir, este proceso sólo lo podemos comprender si conocemos la forma como la sociedad los ha manejado a través de la historia.

Como consecuencia del uso irracional a que han sido sometidos los recursos naturales de Guatemala, especialmente en los últimos cien años, sus lagos se encuentran en un proceso acelerado de contaminación y de eutroficación artificial, es decir, enriquecimiento de

nutrientes por la actividad humana, lo cual tiende a reducir su eficiencia y en algunos casos a provocar aceleradamente su desaparición. Casos evidentes de eutroficación son los lagos de Amatitlán, Petén Itza, Izabal y Chichó. Es menos evidente el deterioro, pero en todo caso existe en el lago de Atitlán; en el de Guija, departamento de Jutiapa; la laguna de Calderas al pie del volcán de Pacaya en Escuintla; la laguna de Ayarza y El Pino en Santa Rosa. Otras están en proceso de reducción de su volumen por uso intensivo para agua potable y riego agrícola, como la de Ipala en Chiquimula, Atescatempa en Jutiapa y del Hoyo en Jalapa. Para mostrar su importancia en la Economía y por ello la necesidad de planificar su buen manejo, se menciona que la laguna de Ipala, sobre el viejo cráter del volcán del mismo nombre, abastece de agua potable a las poblaciones de Ipala y El Amatillo en Chiquimula, Agua Blanca en Jutiapa y San Luis Jilotepeque en Jalapa. Esto nos muestra que para guardar el equilibrio, por lo menos en volumen de agua, es necesario que las salidas no sean mayores que las entradas. Algunas lagunas han desaparecido en los últimos cuarenta años sin mayores exequias, como es usual

en este país con los bienes del pueblo, entre las que se encuentran Ocubila en Chiantla, Toquiá en San Juan Ixcoy, Pioj en San Sebastian Istinajab en San Rafael La Independencia y varias de Nentón, todos municipios de Huehuetenango. Así mismo muchas lagunas de Petén como Zapotal y Petexbatún, y otras por el momento no bien investigadas, van desapareciendo inadvertidamente. El mismo fenómeno se observa en Quetzaltenango con la laguna de Xicabal en San Martín Sacatepequez (anteriormente conocida como San Martín Chile Verde), y otras pequeñas que existieron durante la colonia en el Valle de La Ermita de Guatemala. La laguna de Retana en Jutiapa, antes un bello paraje donde los habitantes del lugar cazaban patos, se encuentra hoy extinta y el lugar es utilizado para agricultura intensiva. La laguna de Dueñas, en Sacatepequez, convertida en un pequeño cuerpo de agua, fue el lugar favorito de muchos patos migratorios y antigua área de recreo y pesca, tal como lo menciona el cronista Agustín Mencos para 1854: "Recorrimos a pie sus poéticos...por último nos dirigimos a la cercana laguna en cuyas frescas y encantadoras orillas nos tendimos peresozamente."

Es indudable que las lagunas guatemaltecas representaron una base material importante en el desarrollo de las culturas precolombinas. Un caso puede ser el de la laguna El Naranjo ubicada en la zona siete de la ciudad de Guatemala, cerca del centro comercial Montserrat y de los sitios arqueológicos de El Naranjo, El Rosario y Kaminal Juyu, la cuál abasteció de agua y otros elementos naturales a los mayas que aquí habitaron hará unos 1,700 años. Lo que hace unos cuarenta años aún era la hermosa laguna de El Naranjo, hoy está próxima a desaparecer convertida en un pantano, como ha sucedido con mucho material arqueológico de la zona. La laguna es reducida cada vez más con material (ripió) que se utiliza como relleno para ganar espacio urbanizable en beneficio de intereses económicos particulares a costa de un bien colectivo nacional.

Los casos mencionados demuestran claramente el proceso de deterioro de nuestros lagos, deterioro que los puede llevar a desaparecer si no se toman acciones que vayan más allá de los simples paliativos (12).

3.2 Marco Referencial:

3.2.1 Información General del Area:

a. Ubicación:

La cuenca de la laguna El Pino, se encuentra localizada en el municipio de Barberena en el departamento de Santa Rosa, a una distancia de 50 km de la ciudad capital, sobre la carretera Interamericana que conduce a El Salvador. En el kilómetro anteriormente indicado, del lado izquierdo se localiza un acceso que conduce a la Laguna, el cuál es un tramo de terracería de aproximadamente 1.5 Km de longitud. A través de otro camino de terracería se puede realizar la circunvalación de la Laguna.

Políticamente se encuentra ubicada en la aldea Fray Bartolome de las Casas (conocida como El Cerinal); geográficamente se encuentra localizada dentro de la cuenca del río María Linda . Se encuentra situada entre los paralelos 14 16' 40'' y 14 21' 10'' de latitud norte y los meridianos 90 21' 50'' y 90 24' 30'' de longitud oeste (6).

Sus límites son al norte por la finca El Colorado, al sur por el microparcelamiento Fray Bartolomé de las Casas, al este por la finca Santa Teresa y al oeste por el río Cimarrón (ver figura 1).

b. Area de la Cuenca y de la Laguna:

El área determinada por planimetría de los puntos determinados en la hoja cartográfica y del mapa delimitado por medio de fotointerpretación es de 708.36 has. El área determinada para la Laguna es de 42.6 has. que corresponde al 6.01 % del área total de la cuenca.

c. Provincia Fisiográfica:

La cuenca de la laguna El Pino, se encuentra dentro de la provincia fisiográfica denominada: Tierras altas volcánicas, la cuál presenta las siguientes características: En Guatemala ha existido actividad volcánica desde el paleozoico, intensificada durante el periodo terciario. En esta región las erupciones de tipo grieta lanzaron cantidades de material principalmente basalto y riocitas, que cubrieron las formas de la tierra existentes, desarrolladas sobre el basamento cristalino y sedimentario que se encuentra hacia el norte. La formación fue seguida por fallas causadas por tensión local, la cual quebró y movió el material de la superficie, como ejemplo el valle hundido (graben) en que esta localizada

la ciudad de Guatemala.

Varias cuencas de ésta región han sido parcialmente llenadas ó cubiertas con pómez cuaternario, lo que proporciona un paisaje que contrasta con las áreas volcánicas escabrosas que las rodean (6).

c.1 Geología:

Los suelos de la cuenca presentan una geología predominante del período cuaternario, y su referencia es la siguiente:
 Rocas volcánicas (capa geológica superficial). Qpa = pomez y aluvión
 Qvf. = aluvión (Qal), relleno del valle (Qvf)
 y terrazas fluviales (Qrt 123)
 Qabc = Cenizas y flujos El Carmen (7).

c.2 Provincia Climática:

Para la provincia climática se determinó la siguiente nomenclatura: La jerarquía de temperatura es cálida y sin estación fría bien definida, dentro de la jerarquía de humedad, el clima es húmedo, el tipo de vegetación es bosque y el tipo de distribución de la lluvia es con invierno seco (7).

c.3 Suelos:

Según Simmons, Tárano y Pinto, 1959 (13), la serie a que pertenece la cuenca es: suelos de los valles.

c.4 Zona de Vida:

En la clasificación de la zona de vida de Holdridge, esta cuenca pertenece a bosque húmedo sub-tropical premontano (2).

3.2.2 Antecedentes:

Los estudios e investigaciones realizados a la fecha sobre la cuenca son los siguientes:

a. Caracterización Ecológica de la Cuenca Laguna

El Pino: (1982)

A través de este estudio se determinaron los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos de la cuenca. Dentro del componente biótico tenemos que el café es la especie predominante dentro de la vegetación terrestre, encontrándose además una pequeña área forestal artificial, con predominio de *Cupressus lusitánica*, *Casuarina cunninghamia* y *Pinus moctezumae*. Dentro de la vegetación

limitrofe (acuaterrestre), predominan las especies siguientes: *Equisetum* sp, *Typha domingensis* y *Eichornia crassipes*, las cuales son especies acuáticas; dentro de las especies terrestres que invaden el cuerpo de agua tenemos: *Panicum* sp., *Brachiaria* sp. y *Digitaria* sp. En cuanto al uso actual del suelo, 64.66% tiene uso agrícola, 20.27% se dedica a pastos, el 8.20% lo constituye el área de la laguna y el 5.71% tiene uso forestal. El agua de la Laguna es adecuada para riego, correspondiendo al tipo C1 S1, lo que indica que es agua baja en sodio, sin riesgo de salinización, ni contaminación de nitritos y amoníaco (14).

El autor de este estudio, concluye que la cuenca presenta un manejo adecuado, exceptuando las áreas dedicadas a pastos y maíz y recomienda realizar un estudio detallado de costos y beneficios ecológicos que se lograrían al efectuar un dragado en la Laguna (14).

- b. Estudio Preliminar de la Eutroficación y su Influencia en la Sucesión Ecológica Acuática de la Laguna El Pino, Barberena, Santa Rosa (1984).

Por medio de éste estudio se determinó la composición vegetal acuática y terrestre, cualitativa y cuantitativamente. En cada comunidad seral se determinaron las especies existentes y su grado de dominancia en términos de valor de importancia a través de los parámetros: densidad, cobertura y frecuencia. En el proceso de sucesión ecológica acuática se estimó una secuencia de 8 etapas serales, las que se nombran con el género de la especie dominante en cada comunidad: Etapa de fitoplacton, etapa de *Elodea*, etapa de *Eichornia*, etapa de *Elocharis*, etapa de *Typha*, etapa de *Hypparhenia*, etapa de *Mimosa* y etapa de *Salix*. Las etapas de fitoplacton, *Elodea* y *Eichornia* son de condición herbácea acuática. Las etapas de *Elocharis* y *Typha* son de condición herbácea de pantano. La etapa de *Hypparhenia* es de condición herbácea de pradera. La etapa de *Mimosa* es de condición arbustiva y la etapa

de *Salix* es de condición arborea. En relación a la eutroficación se determinó que a la laguna ingresan altas concentraciones de nitrógeno y fósforo. La cantidad de fósforo presente en el agua de la laguna supera los límites reconocidos internacionalmente, en cambio las cantidades de nitrógeno no superan el valor limitante. Esto quiere decir que el alto valor de fósforo es el principal factor del proceso de eutroficación, causante del crecimiento y floración excesiva de la vegetación acuática. Por lo tanto este elemento es el responsable de la aceleración del proceso de sucesión ecológica acuática que se observa en la Laguna. El estudio determinó que la sedimentación es mayor en las áreas donde se siembra café y maíz, ubicadas al sur-este de la cuenca, donde los suelos presentan pendientes mayores del 30%. El autor también determina que la influencia de la eutroficación en la sucesión ecológica acuática se observa con mayor intensidad en el área sur de la Laguna, por que en esta se encuentra la mayor concentración de fósforo en el agua y en el sedimento proveniente del área de cultivos limpios. También se

encuentra el afluente que transporta los desechos de un beneficio de café. Por lo que es en la parte sur donde se observa la mayor reducción del área de la Laguna.

El autor recomienda realizar estudios sobre eutroficación y sucesión ecológica acuática, de los lagos y lagunas del País, con el fin de proponer alternativas de manejo de estos ecosistemas (15).

IV. METODOLOGIA:

4.1 Recopilación de la Información:

Se tomó como base los estudios relacionados con el tema, realizados en el área hasta la fecha, así como estudios realizados por instituciones gubernamentales y no gubernamentales. Se recopilaron mapas, fotografías aéreas, censos y entrevistas.

4.2 Determinación del Uso actual del Suelo y su Capacidad de Uso:

Para la determinación del uso actual y la capacidad de uso del suelo de la cuenca, se tomó como base los siguientes aspectos:

4.2.1 Elaboración de la leyenda fisiográfica:

Para la elaboración de la leyenda fisiográfica de la cuenca se determinó los siguientes componentes: Región fisiográfica, provincia fisiográfica, provincia climática, gran paisaje y paisaje, los cuales se determinan directamente en el Atlas Nacional. Los componentes subpaisaje y elementos del paisaje se determinaron por fotointerpretación del par

estereoscópico del año 1991. Para corroborar la información de gabinete se realizaron caminamientos, observaciones y anotaciones de campo.

El componente subpaisaje y elementos del paisaje se toman como base para definir las unidades de mapeo dentro de la cuenca.

4.2.2 Determinación del uso actual de los suelos de la cuenca:

Para la determinación del uso actual de los suelos de la cuenca, se delimitaron^{an} las unidades de uso de la tierra en las fotografías y se ubicaron^{an} dentro de el elemento del paisaje correspondiente, como el caso del área que se encuentra con cultivos limpios y que se encuentra ubicada dentro del elemento del paisaje pie de monte. Para esta fase se utilizó^{an} las fotografías aéreas 537 y 538, rollo 3, línea de vuelo 8-1B, del año 1991 a escala 1:10,000 por medio de fotointerpretación, luego se corroboró^{an} en el campo toda la información por medio de caminamientos y observaciones para actualizar la información. Finalmente se elaboró^{an} el mapa de uso actual de la cuenca.

4.2.3 Determinación de la capacidad de uso del suelo de la cuenca:

Para determinar la capacidad de uso del suelo se tomó como base la leyenda fisiográfica, específicamente el mapa de elementos del paisaje de la cuenca, con el fin de hacer coincidir las unidades de mapeo con los elementos del paisaje. Luego se determinó la zona de vida, según la metodología de Holdridge. Mediante la clave que aparece en el manual para la determinación para la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica se ubicó^{VCA} el área dentro de la zona de vida correspondiente. El paso siguiente consistió^v en el reconocimiento y mapificación de las diferentes unidades de clasificación. Las unidades de clasificación determinadas fueron homogéneas en las que se trabajó respetando el concepto de unidad mínima de mapeo, en la cual por lo menos un 80% de la superficie se encuentra dentro de los límites permisibles de la clase de uso, consideramos la unidad mínima de mapeo como el área equivalente a 0.25 cm² en la escala del mapa de trabajo, por lo que el tamaño varía según ésta. Cada unidad de clasificación se delimitó^o en la fotografía aérea y en el mapa detallado, para lo cual se trabajó^o con fotografías escala 1:10,000, delimitando las unidades por medio de fotointerpretación, corroborando luego su veracidad en

el campo. Una vez determinadas las unidades de clasificación se levantó la información respectiva de cada variable, para lo cual se utilizó el formulario del manual para la determinación de la capacidad de uso de los suelos de Costa Rica del Centro Científico Tropical. (ver Anexo b).

Las unidades de muestreo (calicatas y cortes transversales de suelo en carreteras) fueron 10, las cuales se ubicaron en cada uno de los elementos del paisaje, ver figura (4), para recabar la siguiente información: Profundidad del suelo, textura, pendiente del suelo, drenaje, pedregosidad, riesgo de inundación, riesgo de erosión.

Recopilada toda la información de cada una de las variables del sistema, se procede a determinar la capacidad de uso de las diferentes unidades fisiográficas, para lo cual se utilizó el siguiente procedimiento: En la clave correspondiente a la zona de vida del lugar (anexo A), y al sistema de manejo empleado por el agricultor, se localizó la primera línea donde se incluyen a todos los valores de las variables de la unidad de tierra clasificada (anexo B) Siempre se tomó como base la revisión de la primera línea de la parte superior de la tabla y trabajando preferiblemente con el factor pendiente. Con un solo factor que quede fuera de los límites pasamos a la

siguiente línea inferior hasta encontrar una que comprendiera a todos los valores de las variables de la unidad de tierra determinada.

Se hizo la lectura de la capacidad de uso de la unidad determinada que corresponde a esta línea, la cuál se indica en números romanos bajo la primera columna del lado izquierdo de la tabla. Se hizo énfasis en la inclusión de los valores de las variables dentro de una línea determinada de la clave, sobre todo en lo referente a pendiente y profundidad, pues en el caso de la pendiente la clave presenta las pendientes máximas, por lo que cualquier pendiente inferior a la de la línea quedó incluida. En el caso de la profundidad se hizo lo contrario, la clave presenta las profundidades mínimas por lo tanto cualquier profundidad mayor al valor encontrado quedó incluido. Ya por último se puso la nomenclatura de la capacidad de uso de cada unidad, escribiéndose la categoría de capacidad de uso en números romanos y se le agregó los factores limitantes.

4.3 Determinación del Componente socio-económico:

Para la determinación de éste componente, se dividió en dos estratos, los cuales son: Unidades productivas capitalistas y unidades mercantiles simples. El instrumento de recopilación de la información fue un

censo para los dos estratos. La información de las unidades mercantiles simples se obtuvo por medio del censo realizado por el Ministerio de Educación a través de la Dirección de la Escuela Rural Mixta de la aldea Monterroso en el mes de febrero de 1993. La información recabada para el estrato Unidades productivas capitalistas, se obtuvo por medio de un censo conociendo los aspectos más relevantes del proceso productivo y el interés de los propietarios de dichas unidades en la conservación de la Laguna. (la boleta de encuesta verla en el anexo C).

4.4 Determinación de Areas Críticas de Manejo:

Las áreas críticas de manejo dentro de la cuenca se determinaron a través de la superposición de los mapas elaborados de uso actual y capacidad de uso, además se tomaron los aspectos siguientes: Densidad poblacional, características generales de los recursos y las necesidades de la población. La determinación de áreas críticas nos permitió establecer en orden de prioridades aquellas que presenten mayor grado de deterioro.

4.5 Categoría de Manejo:

Para determinar la categoría de manejo del área protegida, denominada actualmente Parque Nacional

Laguna El Pino, la cual no corresponde a las características, objetivos y directrices generales de manejo de esta categoría. Por lo que se procedió a seleccionar la categoría de manejo que le corresponde. Para seleccionarla se tomó como base los lineamientos de la Comisión de Parques Nacionales y Areas Protegidas CPNAP de la Union Internacional Para la Conservación de la Naturaleza UICN, cuyos criterios para la selección se determinan a través de los valores que el área está destinada a proteger, la compatibilidad de los objetivos de protección y las consideraciones prácticas en el manejo del área. Estos criterios se representan por medio de una matriz de doble entrada, en la cual se coloca en las ordenadas los sistemas alternos para el manejo y en las absisas los objetivos primarios de conservación (16).

Como segundo paso los objetivos de manejo del área bajo estudio se compararon con los criterios de selección de la categoría de manejo del Decreto 4-89 "Ley de Areas Protegidas" de la República de Guatemala. Con el fin de determinar si coinciden los criterios de selección y manejo en ambos sistemas.

4.6 Propuesta de Manejo de las Areas Críticas:

Para poder proponer el manejo de las áreas críticas dentro de la cuenca se trabajo en base al análisis de la información socio-económica y la determinación de las áreas críticas de manejo dentro de la cuenca, cuya capacidad de uso no corresponde al uso actual. Se determinaron propuestas de manejo definidas para cada una de las áreas críticas dentro de la cuenca. Ante la problemática que representan las áreas críticas determinadas, la propuesta de manejo se enmarco en tres acciones las cuales son:

A. Rehabilitación de áreas críticas.

B. Mejoramiento de sistemas de conservación y/o producción.

C. Prevención en zonas no intervenidas.

4.7 Estrategias: Se tomó como base las áreas críticas determinadas, además se analizó las posibilidades existentes para poder identificar las estrategias, con la finalidad de encontrar soluciones concretas a la problemática.

4.8 Identificación de Programas y Proyectos:

Se identificaron los programas y proyectos que presentan soluciones viables para las áreas críticas determinadas, se realizó en base al análisis de la información recabada y a la identificación de soluciones a la problemática .

4.9 Identificación de Instituciones y Organismos Responsables de la Ejecución del Plan:

Determinados los programas y proyectos que se pueden realizar, se identificaron las instituciones y organismos que se pueden involucrar en la ejecución del plan, tomando en cuenta sus funciones, su capacidad de trabajo y recursos.

V. RESULTADOS Y DISCUSION:

5.1 Determinación del Uso Actual y Capacidad de Uso de los suelos de la cuenca:

5.1.1 Elaboración de la Leyenda Fisiográfica:

Los componentes determinados para la elaboración de la Leyenda Fisiográfica son los siguientes:

CUADRO 01 Leyenda Fisiográfica de la Cuenca Laguna El Pino.

LEYENDA FISIOGRAFICA 51

Provincia Fisiográfica	Provincia Climática	Gran Paisaje	Paisaje	Elementos Paisaje	Area %
Tierras altas volcánicas	bosque húmedo subtropical premontano	Cuenca rio Maríalinda	-Cuenca laguna El Pino	-montañas -cerros -pie de monte -laguna -pie de cerro -planicie	36.4 39.3 7.0 6.8 6.2 3.3
Total					100.0

La presentación de los resultados del cuadro anterior se muestran en la figura 02.

En el cuadro 01, se presentan los diferentes componentes de la leyenda fisiogáfica de la cuenca laguna El Pino, desde provincia fisiográfica hasta elementos del paisaje lo que nos determina una mejor visualización y comprensión del área bajo estudio. Los elementos del paisaje dentro de la cuenca nos determinaron la utilización actual del suelo como por ejemplo en el elemento del paisaje montaña encontramos un uso actual de Cultivos Permanentes (café) y el área que ocupa dentro de la cuenca. Además estos mismos elementos nos determinaron las unidades de mapeo para ubicar las diferentes clases de capacidad de uso del suelo de la cuenca. De esta cuenta es que la unidad o elemento del paisaje pie de monte por ejemplo pertenece a la clase de capacidad de uso o agrológica IV (Cultivos Semipermanentes).

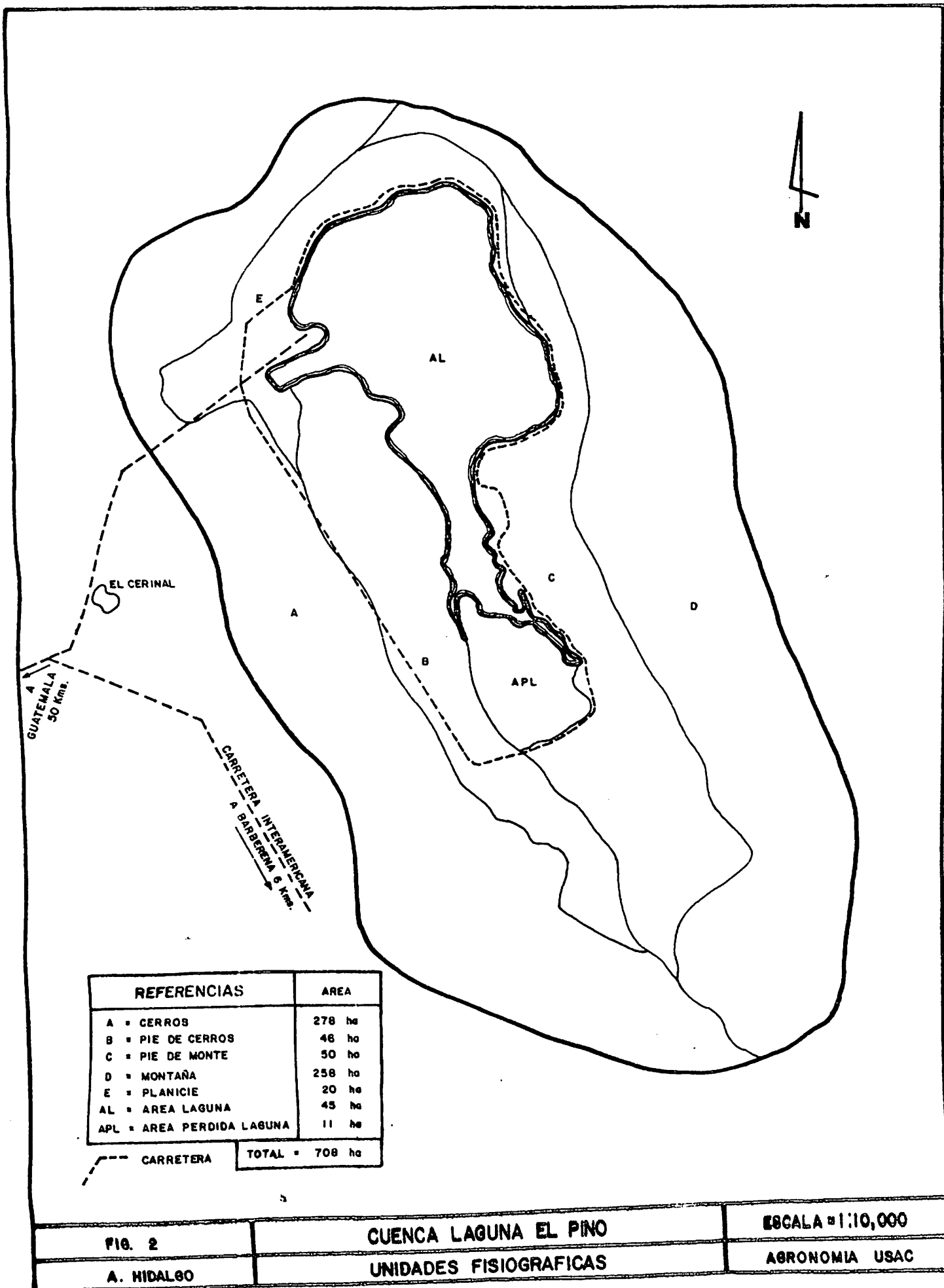


FIG. 2

A. HIDALGO

CUENCA LAGUNA EL PINO
UNIDADES FISIOGRAFICAS

ESCALA = 1:10,000

ABRONOMIA USAC

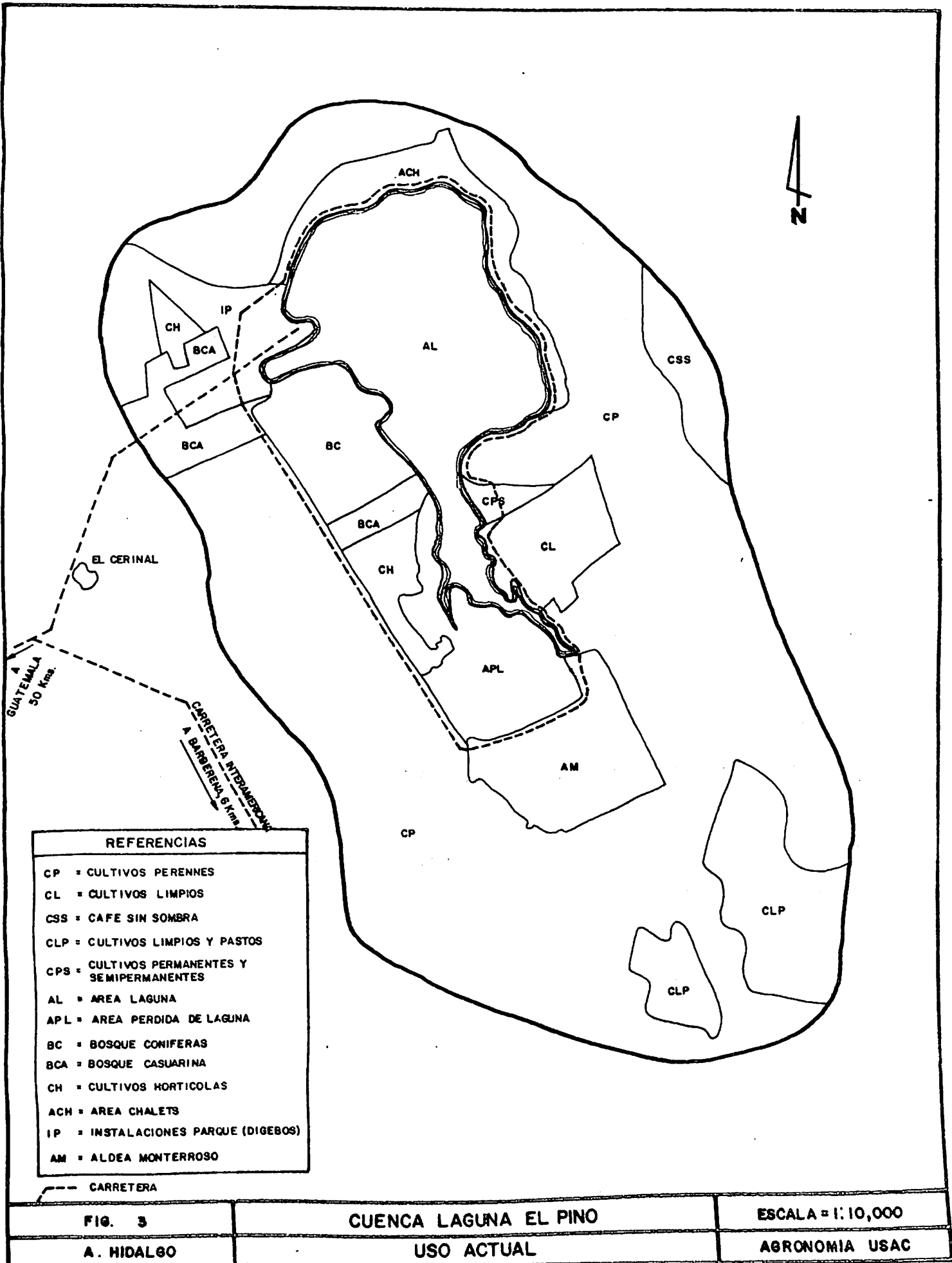
5.1.2 Determinación del uso actual: 5

Con base en los resultados de la fotointerpretación y corroboración a nivel de caminamientos y observaciones de campo, se delimitaron las zonas de uso actual de la cuenca, la cual se representa en el cuadro siguiente:

CUADRO 02. Uso actual del suelo de la cuenca de la laguna El Pino.

Tipo de uso	área (has.)	% del área	vegetación predominante
cultivos permanentes	481.68	68	café, cítricos, mango
cultivos limpios y pastos	120.42	17	maíz, frijol, jaraguá, alemán
laguna	42.6	6	acuática
bosque artificial	42.5	6	ciprés, pino, casuarina.
cultivos semipermanentes	21.25	3	piña

En la figura 03, se muestran las diferentes unidades determinadas de uso actual para una mejor visualización del cuadro 02. Al observar el cuadro anterior tenemos que un 68% de la cuenca esta dedicada a cultivos permanentes (Café),



REFERENCIAS

- CP = CULTIVOS PERENNES
- CL = CULTIVOS LIMPIOS
- CSS = CAFE SIN SOMBRA
- CLP = CULTIVOS LIMPIOS Y PASTOS
- CPS = CULTIVOS PERMANENTES Y SEMIPERMANENTES
- AL = AREA LAGUNA
- APL = AREA PERDIDA DE LAGUNA
- BC = BOSQUE CONIFERAS
- BCA = BOSQUE CASUARINA
- CH = CULTIVOS HORTICOLAS
- ACH = AREA CHALETS
- IP = INSTALACIONES PARQUE (DIGEBOS)
- AM = ALDEA MONTERROSO

--- CARRETERA

FIG. 3

CUENCA LAGUNA EL PINO

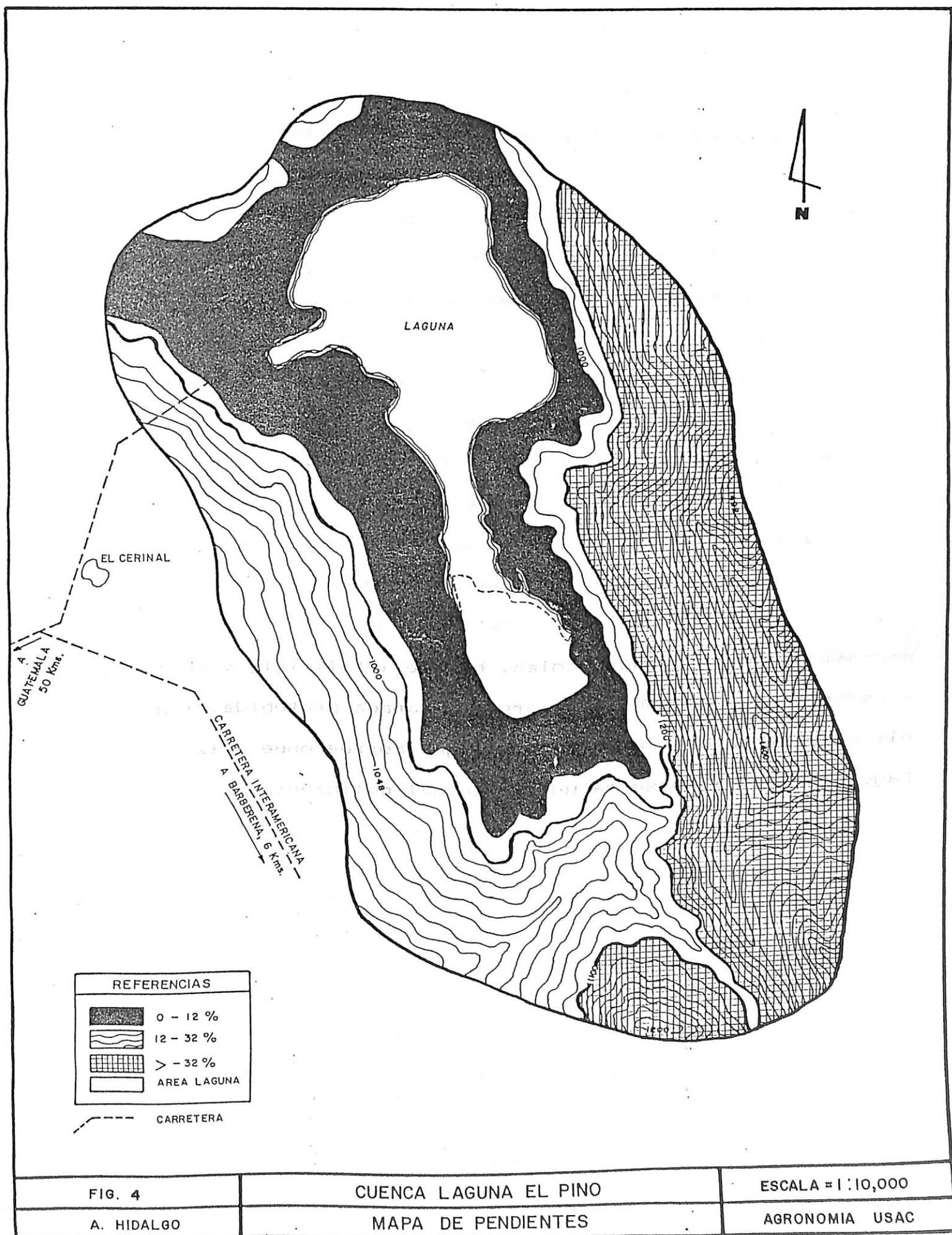
ESCALA = 1:10,000

A. HIDALGO

USO ACTUAL

AGRONOMIA USAC

siendo también esta la que presenta mayor pendiente dentro de la cuenca como se observa en la figura 04. En el elemento del paisaje pie de monte, tenemos cultivos semipermanentes los cuales se han introducido gradualmente, ya que, anteriormente se tenían cultivos limpios únicamente (maiz, frijol), y en la actualidad se está trabajando áreas con cultivos agroforestales, piña como cultivo inicial y nuez de macadamia como cultivo final. Algunas áreas de la parte sur de la cuenca en los elementos montaña, pie de monte y cerros encontramos cultivos limpios y pastos, considerados no aptos para este tipo de suelos, por estar en zonas de mayor pendiente (ver figura 04). En los elementos del paisaje pie de cerro y planicie se determinó que el uso actual lo constituye cultivos hortícolas, bosque artificial, y chalets, a pesar de encontrarse en el área declarada protegida. Y por último el área del cuerpo de agua que corresponde a la Laguna, la cuál presenta un uso actual deficiente .



NO

5.1.3 Determinación de la Capacidad de Uso:

En el cuadro 03 y en la figura 05, se presentan las diferentes clases de capacidad de uso de los suelos de la cuenca tomando como base la metodología propuesta por el Centro Científico Tropical. En dicho cuadro se puede observar las características relevantes de cada una de las unidades fisiográficas, las que se utilizaron para determinar la clase agrológica a la que pertenecen:

- a. El elemento del paisaje denominado montaña es el que presenta la mayor pendiente dentro de la cuenca, lo que determina su utilización para cultivos permanentes con prácticas de conservación de suelos. Esta unidad se determinó que pertenece a la clase agrológica VII (cultivos permanentes).

- b. El elemento del paisaje pie de monte es el área que mayor cantidad de sólidos aporta a la laguna debido a la erosión hídrica sufrida, por la falta de cubierta vegetal y prácticas de conservación de suelos en cultivos limpios. Esta unidad se determinó que pertenece a la clase agrológica IV (cultivos permanentes y semipermanentes).

- c. En el elemento del paisaje denominado cerros se pudo determinar que el uso actual del suelo coincide con la capacidad de uso del mismo, ya que en esta unidad encontramos cultivos permanentes, a excepción de pequeñas áreas dedicadas al repasto de ganado bovino. Esta unidad pertenece a la clase agrológica VII (cultivos permanentes) En el elemento del paisaje pie de cerros, se constituye un aspecto relevante los suelos poco profundos y la susceptibilidad a la erosión, además de que en dicha unidad se encuentran el asentamiento humano Monterroso, el jardín clonal de la Dirección General de Servicios Agrícolas DIGESA y viveros particulares, los que representan la mayor fuente de contaminación del cuerpo de agua y disminución de su volumen. Esta unidad se determinó dentro de la clase agrológica X (protección).
- d. En el elemento del paisaje planicie tenemos que debido a la erosión de las partes altas de la cuenca y de la disminución del volumen de agua, se han formado estas unidades fisiográficas, dichas unidades conforman parte del área protegida, terrenos y construcciones privadas

que se encuentran en la periferia de la Laguna.

Esta unidad se determinó también dentro de la clase agrológica X (protección).

Las dos unidades fisiográficas anteriores se determinó que pertenecen a esta clase agrológica debido a que están ubicadas dentro del área protegida, la cuál requiere de la menor intervención posible del hombre.

CUADRO 03. CAPACIDAD DE USO DEL SUELO DE LA CUENCA S₁

UNIDAD	PENDIENTE (%)	TEXTURA	PROFUNDIDAD (m)	DRENAJE	INERCIEN	EROSION	TIPO DE RELIEVE	MESES SECOS	SISTEMA DE RIEGO	CLASE ASPIRACION
montaña	45	FAr	0.25 a 0.30	moderado a excesivo	sin riesgo	moderada	ondulado	2 a 3	tecnológico tradicional	VII
pie de monte	15 a 20	FAA	0.35	moderado a lento	ligera posibilidad	moderada a severa	ondulado suave	2 a 3	tecnológico avanzado	IV
cerros	20 a 25	AA	0.20	buen drenaje	ligera	moderada	ondulado	2 a 3	tecnológico tradicional	VII
pie de cerro	15	FA	0.10 a 0.15	moderado a lento	ligera	moderada	ondulado suave	2 a 3	tecnológico tradicional	X
planicie	5 a 7	FAA	0.30 a 0.35	moderado a lento	con riesgo	nula	plano	2 a 3	urbano	X

Referencias:

FAr: franco arcilloso

FAA: franco arcillo arenosa

AA: arcillo arenosa

FA: franco arenosa

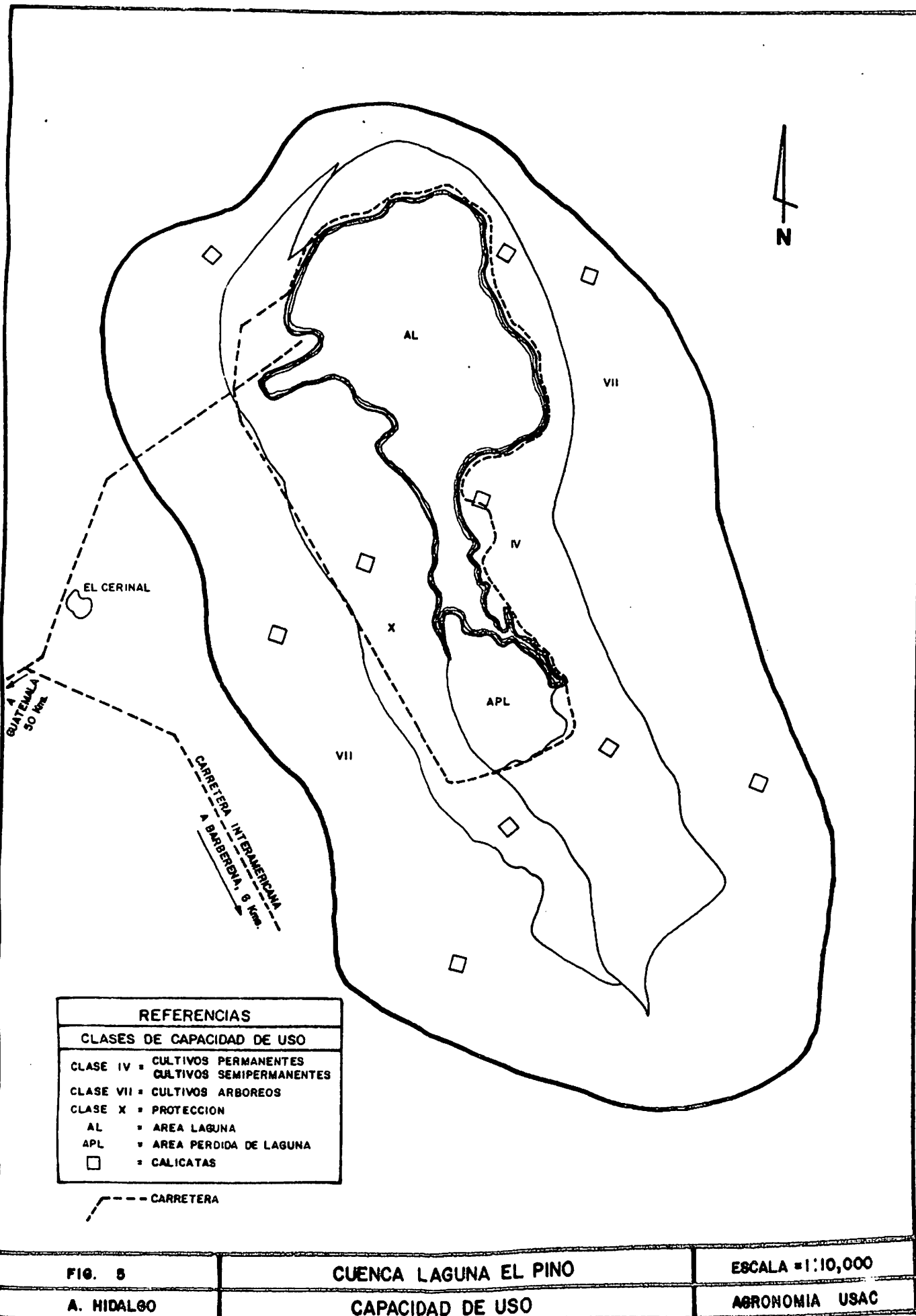


FIG. 5

CUENCA LAGUNA EL PINO

ESCALA = 1:10,000

A. HIDALGO

CAPACIDAD DE USO

AGRONOMIA USAC

5.2 Características socio-económicas:

5.2.1 Unidades Productivas Mercantiles Simples:

a) Población:

El número poblacional determinado en el censo es de 600 habitantes, un total de 54 familias, de las cuales 172 son hombres, 220 mujeres y 208 niños. Se determinó que el número de miembros por familia es de 9, con una media de seis hijos por familia. Una característica importante de la población es que presenta un alto índice de integración familiar, ya que la mayoría de hogares cuentan con ambos padres. La distribución etaria de la población se presenta en el cuadro 04.

b) Escolaridad:

Los padres tienen un promedio educacional de tercero primaria y las madres de segundo primaria. El nivel educacional para los hijos es de un 95% para educación primaria y un 2% para educación secundaria.

CUADRO No. 4 DISTRIBUCION ETARIA DE LA POBLACION DE
LA ALDEA MONTERROSO

RANGO	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	%
0-4 años	28	19	48	8.0
5-6 "	12	15	27	4.5
7-14 "	30	35	65	10.8
15-20 "	27	40	67	11.2
> 21 "	172	220	392	65.5
			599	100.0



Fuente: Censo realizado por La Dirección de la Escuela Rural Mixta de la Aldea Monterroso.

c) Religión:

En lo referente a la religión el 90% practica la católica y el 10% restante la evangélica.

d) Salud:

Las enfermedades que afectan a la población y principalmente a los niños son en orden de importancia: infecciones gastrointestinales, parasitismo intestinal e infecciones de las vías respiratorias.

e) Infraestructura:

El 98% de la población tiene vivienda propia, distribuyéndose el tipo de la misma de la siguiente forma: Adobe 50%, rústica de madera y otros materiales 40%, block 10%. La comunidad posee una pequeña escuela de block que consta de tres aulas, una cocina y una bodega. La población escolar existente es de 134 alumnos (72 hombres y 60 mujeres), esta es atendida por dos maestras y un practicante.

Dentro de la comunidad no existen servicios mínimos de salud, no se cuenta con drenajes ni con un sistema de letrización, además se carece de agua potable.

f) Tenencia de la Tierra:

El área de la comunidad tiene una extensión de 45 has. adjudicada en 1952 por el Instituto Nacional de Transformación Agraria INTA. Las familias poseen parcelas entre 0.8 ha y 2.5 ha donde se encuentra su vivienda.

g) Recursos Hídricos:

La aldea Monterroso cuenta con un nacimiento de agua, que es de uso general, al cuál no se le da protección ni manejo adecuado. La Laguna

como recurso es utilizada para las siguientes actividades: Suministro de agua para riego de cultivos hortícolas y viveros de café; el 50% de las familias, para pesca de autoconsumo y un 5% para la venta; también es utilizada por un 25% de las familias para lavado de ropa. Un 80% de los pobladores utiliza la Laguna como fuente de recreación. En relación a las características socioeconómicas de las unidades productivas mercantiles simples, es relevante el hecho de que en la población existe un promedio por familia de 9 miembros, lo que determina un incremento de la población a corto plazo y por consiguiente aumentará la presión sobre los recursos de la cuenca. El bajo nivel de escolaridad en la población influye directamente como una limitante para la ejecución de programas de desarrollo y falta de conciencia sobre el uso y manejo de los recursos.

La carencia de servicios básicos de salud, provoca el apareamiento y reincidencia de enfermedades en estas unidades. La ausencia de un sistema de drenajes y letrización contribuye a la incorporación de desechos orgánicos a la Laguna, a través del arrastre de

sedimentos, lo que provoca la contaminación, eutroficación y aceleración del proceso de sucesión ecológica. Un aspecto importante lo constituye la tenencia de la tierra, ya que estas unidades productivas, poseen una extensión de 45 has.en conjunto, lo que representa el 6.33% del área de la Cuenca. La densidad demográfica es de 1,333 habitantes por kilómetro cuadrado. Lo anterior determina la presión que se ejercerá sobre los recursos a corto plazo. El nacimiento de agua no cuenta con un plan de protección y manejo adecuado para su óptimo aprovechamiento, pudiendo ser utilizado para suministrar agua potable a la comunidad, colaborando con el sistema de salubridad de la misma.

La pesca de autoconsumo constiuye un fuente proteica de alto valor nutritivo y de fácil alcance para los pobladores, por lo que es importante mantener e incrementar este recurso con especies nativas.

5.2.2 Unidades Productivas Capitalistas:

Las características principales de estas unidades son las siguientes: Estas unidades

comprenden el 68% del área de la cuenca como se indica en cuadro 02, y constituyen el 3% del total de la población existente en la Cuenca, donde todos son propietarios de las unidades. Las actividades agrónomicas principales en el cultivo del café son: El cultivo lo siembran con curvas a nivel, los pesticidas que utilizan son fungicidas para el mal de talluelo en almacigo y fertilizantes foliares, urea y 20-20-0 en el cultivo, cuando el potasio no está disponible para la planta se utiliza como enmienda cal dolomítica y las especies principales que utilizan para sombra son Cuje, Shalum, Cuernavaca y Amate.

Las actividades agronómicas mencionadas las realizan trabajadores permanentes de la finca, quienes tienen un salario de Q. 11.20/día.

Para la actividad de cosecha del fruto se utilizan jornaleros migratorios, los que reciben el jornal de

Q.10.00/día más el pasaje ida y vuelta a su lugar de origen.

Reciben asistencia de ANACAFE y crediticia por parte de Bancos Privados del sistema.

El rendimiento promedio del café en pergamino es de 16.47 qq/ha.

Todos los propietarios de estas unidades están interesados en la conservación de la Laguna. En lo que respecta a las unidades productivas capitalistas se tiene como dato importante que todas son privadas, y que constituyen el 68% del área total de la cuenca. En estas unidades el cultivo predominante es café bajo sombra, el que ha contribuido a establecer un sistema agroforestal de protección para los suelos. Se determinó que en estas unidades existen dos beneficios de café, uno al noreste y el otro al sur de la Laguna, los cuales en determinada época del año vierten aguas mieles hacia el cuerpo de agua, contaminando el mismo. Actualmente está prohibida esta práctica por lo que se estima que este problema está solucionado.

5.3 Efecto del Manejo Sobre el Espejo de Agua:

Definitivamente el manejo del espejo de agua ha sido deficiente, debido a que no han existido lineamientos específicos sobre el manejo racional del recurso. Esto ha influido en una forma determinante en la dinámica de la Laguna, ya que el proceso natural de eutroficación y sucesión ecológica acuática se

encuentra alterado completamente. La reducción del volúmen de agua de la Laguna, no solo se debe al uso inadecuado de áreas que pertenecen a diferente clase de capacidad de uso, si no también a la utilización del recurso para riego de viveros sin contarse con una calendarización y operación de los sistemas adecuada. Otro aspecto importante es la utilización del agua de la Laguna para casas de campo y chalets, sin que hasta la fecha se conozca el volúmen y el aprovechamiento óptimo del recurso (falta de contadores de agua). Otro factor que influye directamente es el drenaje artificial que se le hizo a la Laguna en la parte norte, el cual representa una pérdida de volúmen de agua considerable, este drenaje se contruyó con el fin de evitar la inundación de terrenos particulares. Diferentes estudios realizados en la cuenca nos revelan cuantitativamente la reducción en área que ha sufrido el cuerpo de agua. Las fotografías aéreas utilizadas en el primer estudio en el año de 1,954 coinciden en la escala con las del año 1,973 o sea 1:12,500 lo que permitió conocer exactamente el área que se redujo el cuerpo de agua en 19 años, la cual fué de 14.25 ha, es decir que se redujo en área a un ritmo aproximado de 0.75 ha por año (18). No se cuenta con información sobre análisis de pares estereoscópicos más recientes hasta el presente

estudio, el cual se basó en fotografías aéreas del año 1,991 a una escala de 1:10,000; determinando por planimetría del mapa base, un área del cuerpo de agua de 42.6 ha, presentando una reducción de 15.65 ha en 20 años, a un ritmo de reducción aproximado en área de 0.78 ha por año, desde 1,973. Como resultado Tenemos entonces que en 39 años el cuerpo de agua se a reducido 29.9 ha, de seguir con esta tendencia la Laguna desaparecerá en solo 54 años o sea en el año 2,047. Es importante hacer notar que el área perdida del cuerpo de agua del año 1,954 al año 1,973 (14.25 ha), es similar al área perdida del año 1,973 al año 1,991 la cual fue de (15.65 ha), lo que indica un ritmo promedio de reducción de 0.76 ha por año. Esto es un indicador de que si se realizan acciones correctivas inmediatas el promedio de vida de la Laguna puede aumentar significativamente.

127

5.4 Determinación de las Areas Críticas de la Cuenca:

La determinación de áreas críticas se realizó a través de la superposición de los mapas de capacidad de uso y de uso actual, ubicando de esa manera que áreas de uso actual de la tierra no corresponden a su capacidad de uso, además esta información se relacionó con las características socioeconómicas más importantes. Otro factor importante para determinar las áreas críticas fué la interpretación del mapa de pendientes de la cuenca, el cuál se presenta en la figura 04. En la figura 06 se muestran las áreas críticas determinadas. Las áreas críticas determinadas por cada elemento del paisaje son las siguientes:

a. En la Unidad Montaña:

- Café sin sombra
- Café sin manejo

b. En la Unidad Pie de Monte:

- Cultivos Lipios
- Area Urbana (aldea Monterroso y lotificaciones al nor-este de la cuenca)
- Viveros

c. En la Unidad Cerros:

- Pastos

d. En la Unidad Pie de Cerros:

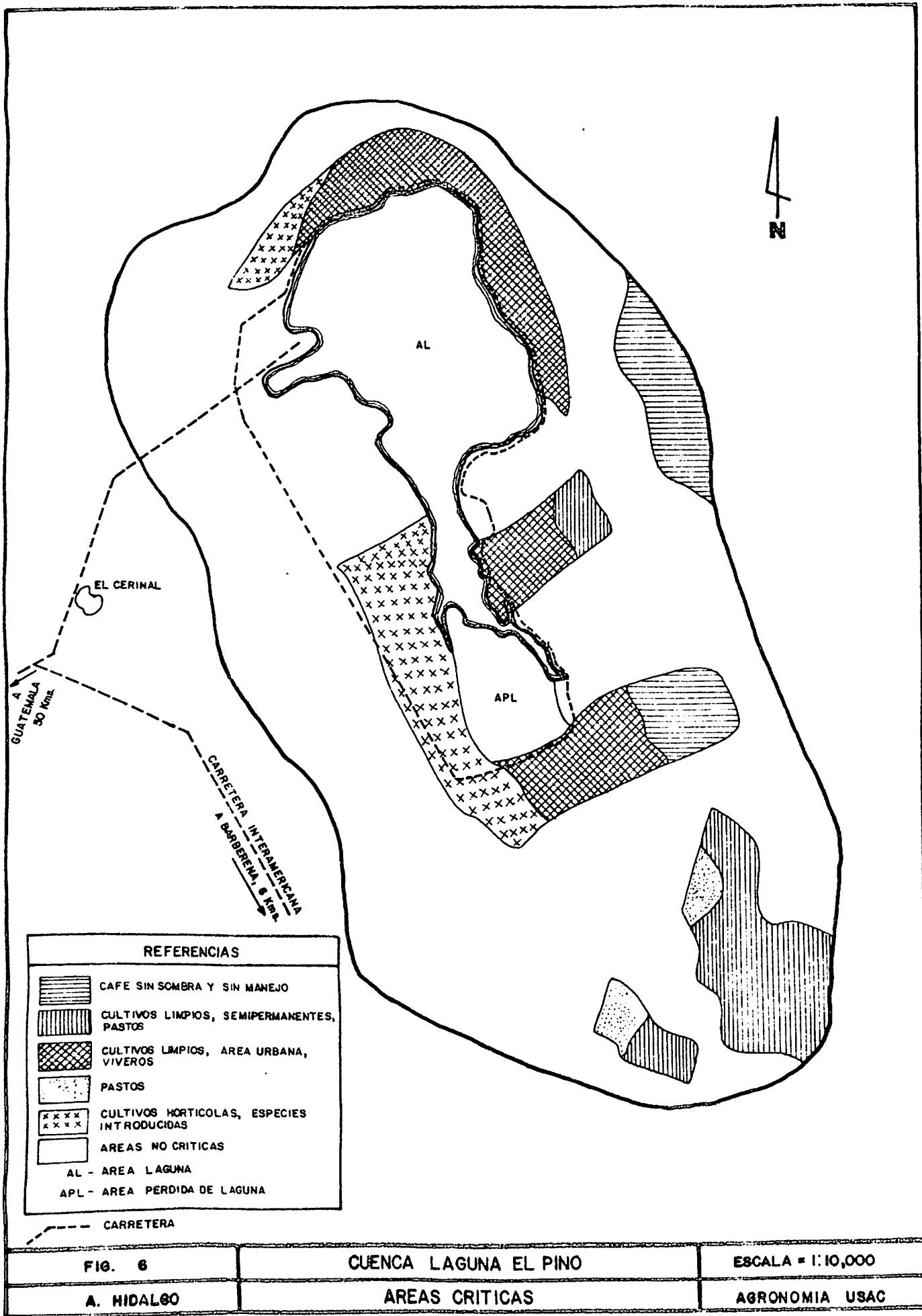
- Cultivos Hortícolas
- Repoblación Arborea con especies Introducidas

e. En la Unidad Planicies:





- Drenaje Artificial
- Area Protegida

A través de la superposición de los mapas se determinó que las unidades fisiográficas Montaña y Cerros coinciden con el uso actual que se le esta dando, a excepción de algunas áreas aisladas en donde se hace uso inadecuado según su capacidad, por lo que se determinaron como críticas (café sin sombra, café sin manejo, cultivos limpios, cultivos semipermanentes y pastos). Al priorizar las áreas críticas de la cuenca, la unidad fisiográfica Pie de Monte representa el área de mayor influencia en el deterioro de la misma, ya que en ella se encuentran los asentamientos humanos, los cuales son: Aldea Monterroso y la lotificación al noreste de la cuenca (chalets y casas de campo). En la unidad fisiográfica pie de cerros la capacidad de uso determinada fué para protección (clase X), lo que coincide en un 65% con el uso actual, teniendose el inconveniente que un

porcentaje alto del bosque artificial se plantó con especies introducidas lo que altera el ambiente natural, el 35% restante es utilizado para cultivos hortícolas, lo que le convierte en área crítica. En la unidad fisiográfica planicies, se determinó que el pastoreo intensivo de ganado bovino dentro del área protegida, no encaja con los fines para la cuál se creó, además de contribuir al deterioro de los suelos por compactación debido al pisoteo, y a la contaminación de la Laguna debido a que el ganado bebe directamente del cuerpo de agua y a la vez evacúan sus excretas en el mismo. Otro aspecto de mucha importancia dentro de esta unidad fisiográfica lo constituye el drenaje superficial que se le hizo a la Laguna en la parte norte, debido a la inundación que provoca a terrenos particulares. Dicho drenaje presenta un alto caudal lo que incide directamente en la disminución del volumen de agua de la Laguna, constituyéndose en un área crítica, a la que debe de prestársele atención inmediata.



REFERENCIAS

-  CAFE SIN SOMBRA Y SIN MANEJO
 -  CULTIVOS LIMPIOS, SEMIPERMANENTES, PASTOS
 -  CULTIVOS LIMPIOS, AREA URBANA, VIVEROS
 -  PASTOS
 -  CULTIVOS HORTICOLAS, ESPECIES INTRODUCIDAS
 -  AREAS NO CRITICAS
- AL - AREA LAGUNA
 APL - AREA PERDIDA DE LAGUNA

--- CARRETERA

FIG. 6

CUENCA LAGUNA EL PINO

ESCALA = 1:10,000

A. HIDALGO

AREAS CRITICAS

AGRONOMIA USAC

VI. PROPUESTA DE MANEJO PARA LAS AREAS CRITICAS DE LA CUENCA

6.1 Propuesta de Categoría de Manejo para el Area Protegida:

En el año de 1,955 la Laguna fué declarada patrimonio nacional, con la denominación de Parque Nacional "Laguna El Pino", contando con un área aproximada de 158 ha, de las cuales se cuenta actualmente con 85 ha, de estas el 58 % pertenece al cuerpo de agua y el resto es tierra firme. Tomando en cuenta que el área es relativamente pequeña y que la intervención del hombre ha alterado casi por completo el ambiente natural, además que los objetivos de manejo no corresponden a este tipo de categoría, por lo que se ha considerado proponer una categoría de manejo que se adapte a esta área protegida, para lo cual se trabajó con la matriz de doble entrada planteada por Kyran D. Thelen y Arne Dalfelt, donde se relaciona los objetivos primarios de conservación con los sistemas alternos para el manejo, como se plantea en el cuadro siguiente:

51

**Cuadro 05. Matriz para la determinación de la Categoría
de Manejo del Area Protegida.**

SISTEMA ALTERNO DE MANEJO

Area Nacional de Recreo

**OBJETIVOS PRIMARIOS
DE CONSERVACION**

-conservar muestras de ecosistemas en estado natural.	4
-conservar diversidad ecológica, regulación del medio.	3
-conservar recursos genéticos	3
-dar educación e investigación.	2
-conservar prod. hidrica	3
-detener erosión, sedimentación	3
-caza y pesca deportiva.	2
-recreación y turismo	1
-producción de madera.	0
-protección de sitios culturales	4
-bellezas escénicas	1
-usos múltiples	3
-fomentar integración rural	4

Fuente: Matriz planteada por Thelen y Dalfelt.

Referencias:

- 1: El objetivo predomina en el manejo de toda la zona.
- 2: El objetivo predomina en el manejo de partes de la zona.
- 3: El objetivo se cumple en partes de la zona o en toda ella.
- 4: El objetivo puede o no tener relación.

O: El objetivo no tiene aplicación.

Con base a los objetivos primarios y a los sistemas alternos de manejo determinados en la matriz anterior, se ubicó el área protegida denominada Parque Nacional Laguna El Pino, dentro de la categoría de manejo *Area Nacional de Recreo Laguna El Pino*. Esta Categoría de Manejo presenta las siguientes características: Son áreas donde es necesario adoptar medidas de protección para conservar los rasgos naturales, sean comunidades bióticas y/o especies silvestres, pero con énfasis en su uso para fines educativos y recreativos. generalmente poseen cualidades escénicas y cuentan con grandes atractivos para la recreación pública al aire libre, pudiendo ajustarse a un uso intensivo. En la mayoría de los casos, las áreas por lo general son fácilmente accesibles por los medios de transporte público. Trata de minimizar el impacto en los recursos y el ambiente. Pueden ser de propiedad pública o privada. En el caso de los parques regionales usualmente serán de propiedad municipal.

6.1.1 Objetivos de Manejo:

Los objetivos generales de manejo son de recreación al aire libre y educación ambiental, mantenimiento de una porción o del total del ambiente en un estado

natural o seminatural, calidad del paisaje y prevención de la degradación de los recursos naturales.

6.2 Propuesta de manejo:

La propuesta de manejo partió de la identificación de la problemática, para lo que se planteó objetivos que respondieran a la misma. Para la solución de los problemas se plantean programas que incluyen diferentes estrategias para conservar y proteger los recursos naturales de la cuenca mediante la consecución del desarrollo equilibrado de las actividades productivas basados en el uso de la tierra con miras a lograr el rendimiento sostenido.

6.3 Identificación de programas:

- a. Educación Ambiental
- b. Manejo y conservación de los Recursos Naturales:
 - b.1 Proyectos
 - b.1.1 suelos
 - b.1.2 Agua
 - b.1.3 bosque
 - b.1.4 Fauna
- c. Administración

6.4 Ejecución de programas:

a. Educación Ambiental:

a.1 Objetivo:

Crear conciencia ecológica en la población para un uso y manejo racional de los recursos que conlleve al desarrollo sostenido de los mismos dentro de la cuenca.

a.2 Justificación:

Los pobladores de la Cuenca no poseen algún tipo de formación ambiental, por lo que ignoran los problemas que pueden surgir al no hacer un uso adecuado de los recursos, contribuyendo al deterioro de los mismos y la repercusión para las futuras generaciones.

a.3 Acciones:

a.3.1 Formación de un Comité Pro-mejoramiento Ambiental de la Cuenca:

Este comité se encargará de coordinar y promocionar actividades de educación ambiental que tiendan a concientizar a la población

sobre el uso y manejo de sus recursos.

Este comité deberá estar coordinado por el Consejo Regional de Desarrollo.

a.3.2 Cursillos Para la Población Escolar:

Se organizarán cursillos sobre temas ambientales con el fin de que la niñez crezca con una conciencia ecológica, que le permita identificar su problemática y convertirse en agentes de cambio que procuren la conservación y manejo sostenido de la cuenca.

b. Manejo y Conservación de los Recursos Naturales:

b.1 Manejo y Conservación del Suelo:

b.1.1 objetivo:

Evitar la erosión de suelo hacia la Laguna.

b.1.2 Justificación:

El arrastre de sólidos hacia la Laguna provoca su asolvamiento provocando una disminución en el volumen del cuerpo de agua y proporcionando un sustrato propicio para el desarrollo de plantas de una etapa de sucesión ecológica superior.

b.1.3 Acciones:

b.1.3.1 Curvas a Nivel:

Este proyecto está encaminado a cultivos permanentes y semipermanentes que estén ubicados dentro de las unidades fisiográficas: montaña, pie de monte y cerros, es decir para el cultivo de café en clase agrológica VII y cultivos hortícolas en clase agrológica IV. La institución responsable de la ejecución de este proyecto será la unidad de la Dirección General de Servicios Agrícolas DIGESA presente dentro de la Cuenca de la laguna El Pino.

b.1.3.2 Manejo y Regulación de la Sombra de café:

En las áreas fisiográficas donde se cultiva café, y se necesita regular la sombra y renovar el cultivo, es conveniente evitar dejar áreas desprovistas de cubierta vegetal por períodos largos de tiempo para disminuir el impacto de la gotas de lluvia sobre el suelo y el incremento de la escorrentía superficial. Para la ejecución de este proyecto se coordinará a través de la Asociación de Caficultores de Oriente de

Guatemala ACOGUA la cual cuenta con un comité para la conservación de la Laguna.

b.2 Manejo y Conservación de la Laguna:

b.2.1 Objetivos:

- Evitar la pérdida del volumen del cuerpo de agua
- Contrarrestar la contaminación y eutroficación de la Laguna
- Disminuir el ritmo de avance de la sucesión ecológica acuática.

b.2.2 Justificación:

La reducción en volumen del cuerpo de agua por el suministro de agua para riego de viveros de café y cultivos hortícolas y el drenaje artificial construido para evitar la inundación de terrenos privados en la parte norte de la laguna, ha provocado el avance de las zonas limítrofes y por consiguiente se ha formado un sustrato adecuado para el desarrollo de plantas que están en un nivel superior dentro de las etapas de sucesión. La contaminación por lavaderos de ropa, el ingreso de desechos humanos por la falta de drenajes y letrinización, el uso de pesticidas y las aguas

provenientes del beneficiado de café propicia la degradación y eutroficación, aumentando notablemente la biomasa y sedimentación favorable para el establecimiento de las comunidades serales.

b.2.3 Acciones:

b.2.3.1 Aprovechamiento Racional del Agua para riego:

Es necesario conocer el caudal utilizado para el riego de los viveros y la eficiencia del mismo para evitar la sobreutilización del recurso, así también conocer el caudal utilizado por la población de la aldea Monterroso y de las viviendas que se encuentran en la periferia de la Lagun con el fin de minimizar el volumen de agua extraído de la Laguna. La ejecución de esta actividad estará coordinada por la Dirección General de Bosque y Vida silvestre DIGEBOS como entidad encargada de velar por la conservación de la Laguna y la Dirección de Riego y Avenamiento como entidad responsable de cuantificar los recursos hídricos.

b.2.3.2 Drenajes y Letrinización:

Es importante diseñar un sistema de drenajes y letrinización para evitar el transporte de

solidos y sustancias contaminantes, que alteran el ecosistema acuático. Esta actividad estará a cargo del Ministerio de Desarrollo Urbano y Rural.

b.2.3.3 Dragado de la Laguna:

La propuesta de realizar un dragado de las áreas afectadas por el azolvamiento y donde más se acentuado el proceso de sucesión ecológica, responde a la necesidad de elevar el volumen de agua y frenar el avance de las etapas serales de la sucesión, ya que se impide el crecimiento de la vegetación limitrofe acuaterrestre. Como se menciona anteriormente existe un drenaje superficial en la parte norte de la Laguna donde existe nacimientos subterráneos de agua los que han provocado inundaciones en propiedades privadas. Dicho drenaje tiene un caudal bastante significativo lo que provoca la pérdida de miles de metros cúbicos de agua de la Laguna en períodos de tiempo cortos. Esta problemática según nuestro criterio presenta la siguiente solución: Al dragarse la parte sur de la Laguna que es la que se encuentra más asolvada, se necesita aumentar

el volúmen de agua lo cuál se lograría captando el agua que se pierde en drenaje que se encuentra en la parte norte, con esto se estará compensando el desequilibrio existente en el manejo del volúmen de agua. Esta actividad estará a cargo del Ministerio de Desarrollo Urbano y Rural en coordinación con la Dirección General de Caminos y las Municipalidades de Barberena y Santa Cruz Naranjo.

b.2.3.4 Manejo de Pesticidas:

Se ha determinado que las concentraciones de fósforo en la Laguna supera el límite internacional permisible, lo que lo convierte en el principal factor de eutroficación ya que incrementa el volumen de biomasa. Por lo tanto es indispensable hacer un manejo adecuado de los fertilizantes que contengan dicho elemento, tratando de aplicar las concentraciones mínimas requeridas. También se debe evitar que algunos agricultores utilizen el agua de la Laguna directamante para el lavado de bombas aspersoras de mochila, ya que de esa forma ingresan toda clase de pesticidas que contaminan la Laguna.

b.3 Manejo del bosque:

b.3.1 objetivo

-Determinar las actividades silviculturales que propicien el establecimiento de las especies arboreas nativas del bosque.

b.3.2 Justificación:

En la actualidad las especies que componen el bosque son tres:

Pinus montezumae, *Casuarina cunninghamia* y *Cupresus lusitánica* de las cuales las últimas dos son introducidas, lo que determina la alteración de la comunidad vegetales original, la que presenta a la especie *Salix chilensis* como comunidad climax. Por lo anterior se hace necesario repoblar gradualmente con las especies nativas mencionadas.

b.3.3 Acciones:

b.3.3.1 Raleos graduales:

Estos se harán con la finalidad de clarear los rodales, para evitar la interferencia y competencia, debido a la alta densidad de siembra y que nunca se ha realizado esta práctica desde que se plantó el bosque.

b.3.3.2 Repoblación con Especies Nativas:

La repoblación de especies nativas se hará gradual y sistemáticamente conforme se realicen los raleos, con el fin de establecer en la totalidad del área un rodal de especies nativas que propicien las interacciones del ecosistema original. La ejecución de las acciones para el manejo del bosque estarán a cargo de la Dirección General de Bosque y Vida Silvestre.

b.4 Manejo de la Fauna:

b.4.1 Objetivo:

Propiciar la conservación y acrecentamiento de las especies de fauna nativas de la cuenca.

b.4.2 Justificación: Las especies piscícolas y el zambullidor *Podylimbus podiceps*, han presentado una disminución de la población debido a la introducción de las especies denominadas Lobina Negra y Guapote Tigre, que son de hábito carnívoro, lo que ha contribuido a la alteración de la cadena alimenticia provocando la disminución de especies herbívoras que mantienen un control natural sobre el crecimiento de las plantas acuáticas.

b.4.3 Acciones:**b.4.3.1 Pesca selectiva:**

Esta práctica persigue incrementar la población de especies piscícolas hervíboras nativas mediante la veda en Época de desove y la promoción de la pesca de especies introducidas en todo tiempo.

Esta acción estará a cargo de la Dirección General de Servicios Pecuarios DIGESEPE , el Consejo Nacional de Áreas Protegidas CONAP , El Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala CECON Y el Centro de Estudios Marítimos de la Universidad de San Carlos de Guatemala CEMA.

c. Programa de administración:**c.1 Administración del área protegida:****c.1.1 Objetivo:**

Lograr el uso óptimo de los recursos del área protegida.

c.1.2 Justificación:

Actualmente se tiene una administración deficiente del área protegida, debido a la falta de recursos y apoyo institucional lo que incide en que no exista un manejo controlado del área.

c.1.3 Acciones:

c.1.4 Captación de fondos:

Es importante que el área protegida capte fondos para su funcionamiento y manejo eficiente a través de:

- a. El cobro por el ingreso al área. Dicho cobro debe ser administrado directamente por el personal a cargo de las instalaciones, y no ir a un fondo común.
- b. Que el fondo gubernamental asignado a esta área se mantenga y sea incrementado según las necesidades.
- c. Que se hagan convenios de cooperación con organizaciones no gubernamentales para captar fondos de ayuda internacional.

c.1.3.2 Remodelación y acondicionamiento de instalaciones:

Algunas instalaciones del área se encuentran deterioradas a las cuales es importante remodelarlas y darles un mantenimiento, así como también es necesario implementar otro tipo de instalaciones como guardianías, garitas de control, salón de usos múltiples, etc.

c.1.3.3 Capacitación de personal:

El manejo de áreas protegidas requiere de personal capacitado y calificado, por lo que se hace necesario implementar acciones tendientes a elevar el nivel de conocimientos de manejo, conservación y administración del personal técnico.

La institución responsable de la ejecución de este programa estará a cargo de la Unidad de la Dirección de Bosques y Vida Silvestre DIGEBOS, presente dentro del área.

VII. CONCLUSIONES:

1. El 68% del área de la Cuenca esta ocupada por cultivos permanentes, lo que indica que el uso actual del suelo coincide con la capacidad de uso del mismo, o sea clase agrológica VII (cultivos permanentes) siendo esta área representada por los elementos del paisaje montaña y cerros.
2. El uso actual de los elementos del paisaje pie de monte, pie de cerros y planicie no coincide con la capacidad de uso determinada, lo que incide directamente en el deterioro del cuerpo de agua.
3. Las unidades productoras mercantiles simples representan el área de mayor presión sobre los recursos de la cuenca.
4. Las unidades productoras capitalistas presentan el más bajo nivel de impacto ambiental dentro de la Cuenca, tomando en cuenta que las prácticas de beneficiado de café en húmedo quedaron eliminadas.
5. La tenencia de la tierra influye directamente en el deterioro de la Laguna, debido a que el 95% de la población de la Cuenca posee el 6.4% del área de la Cuenca.

6. La contaminación de la Laguna se debe principalmente al ingreso de pesticidas provenientes de las prácticas culturales realizadas en viveros y cultivo de café, transporte de desechos humanos por la falta de drenajes y letrización y la presencia de lavaderos de ropa a orillas de la Laguna. Además el pastoreo intensivo de ganado bovino a orillas de la Laguna suministra directamente excretas al cuerpo de agua.
7. El drenaje que se encuentra al norte de la cuenca en elemento del paisaje planicie, es el que produce mayor pérdida de volúmen del cuerpo de agua.
8. El área de la Laguna se ha reducido en 29.9 ha en los últimos 39 años (0.76 has/año). De continuar esta tendencia la Laguna tiene una vida aproximada de 54 años.
9. Se determinó que las áreas críticas de mayor influencia en el deterioro de la Laguna se encuentran en los elementos del paisaje pie de monte y planicie.
10. El área Protegida de la cuenca "Laguna El Pino" se ubicó dentro de la categoría de manejo:
" Area Nacional de Recreo "

VIII. RECOMENDACIONES:

1. Promover el cambio de actividades económicas y de conducta en los pobladores de la aldea Monterroso en la utilización de los recursos naturales.
2. Mejorar la administración del área protegida tomando en cuenta la propuesta planteada en el presente estudio.
3. Coordinar actividades interinstitucionales a nivel regional, que permitan conservar la Laguna, ya que, representa un recurso natural de incalculable valor escénico, ecológico y recreativo para la región.
4. Realizar una remediación del área protegida, reconociendo los linderos y colindancias reales, ya que en la actualidad se tienen viviendas, cultivos y viveros en zonas que pertenecen al área.
5. Ejecutar a la mayor brevedad posible las acciones propuestas en el presente documento, con la finalidad de obtener resultados concretos, que contribuyan a frenar el proceso de eutroficación y de sucesión ecológica de la Laguna.

IX. BIBLIOGRAFIA:

1. CATIE (C.R). 1986. Seminario-taller, manejo integrado de cuencas hidrográficas. San José, Costa Rica. 85 p.
2. CCT (C.R). 1985. Manual para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica. San José, Costa Rica. 66
3. FAUSTINO, J. 1988. Guía para elaborar el perfil de un plan de manejo de cuencas. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Programa Regional de Manejo de Cuencas. 46 p.
4. FERREIRO, D.E. 1984. Metodología para la planificación del manejo de cuencas hidrográficas y su aplicación en la cuenca río Tuis. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 489 p.
5. GUATEMALA. CONSEJO NACIONAL DE AREAS PROTEGIDAS. 1989. Ley de áreas protegidas; Decreto 4-89. Guatemala. 68 p.

6. _____. s.f. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. Mapa de regiones fisiográficas. Esc. 1:1,000,000. Color. Atlas de la República de Guatemala.
7. _____. 1982. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. Mapa topográfico de la República de Guatemala. Esc. 1:500,000. Color. Hoja cartográfica no. 2158 III. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
8. _____. 1991. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. Fotografías aéreas de la República de Guatemala. Esc. 1:60,000. Línea de vuelo 8-1B, rollo-3, fotografías aéreas 537-538. Esc. 1:10,000.
9. _____. 1983. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. Mapa de clasificación de zonas de vida; a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Geográfico Militar. Esc. 1:600,000.
10. _____. 1978. SECRETARIA GENERAL DEL CONSEJO DE PLANIFICACION ECONOMICA. Diagnóstico del sector agrícola. 1950 - 1977. Guatemala. 185 p.

11. _____. 1990. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. Marco conceptual y metodológico de la investigación en cuencas hidrográficas. Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de Agronomía. 15 p.

12. _____. 1989. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. Deterioro y desaparición de lagos y lagunas en Guatemala. Centro de Estudios Urbanos y Regionales. CEUR. 12 p.

13. MONTUFAR, E. 1990. Priorización de sub-cuencas de la cuenca del lago de Atitlan. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 87 p.

14. ODUM, E.P. 1980. Ecología. Athens, Georgia EE.UU. Tercera Edición. 639 p.

15. RIVERA, C.O. 1984. Estudio preliminar de la eutroficación y su influencia en la sucesión ecológica acuática de la Laguna El Pino, Barberena, Santa Rosa. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 119 p.

16. THELEN, K.D. y DALFELT, A. 1979. Políticas para el manejo de áreas silvestres. San José, Costa Rica. 107 p.

17. UICN / PNUMA (S.). 1990. Manejo de áreas protegidas en los trópicos. Gland, Suiza. 314 p.

18. VALENZUELA, R.A. 1982. Caracterización ecológica de la cuenca Laguna El Pino. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 72 p.

X. ANEXO

ANEXO A CLAVES PARA CADA ZONA DE VIDA

DIAGRAMA PARA LA CLASIFICACION DE ZONAS DE VIDA O FORMACIONES VEGETALES DEL MUNDO

POR: L. R. HOLDRIDGE

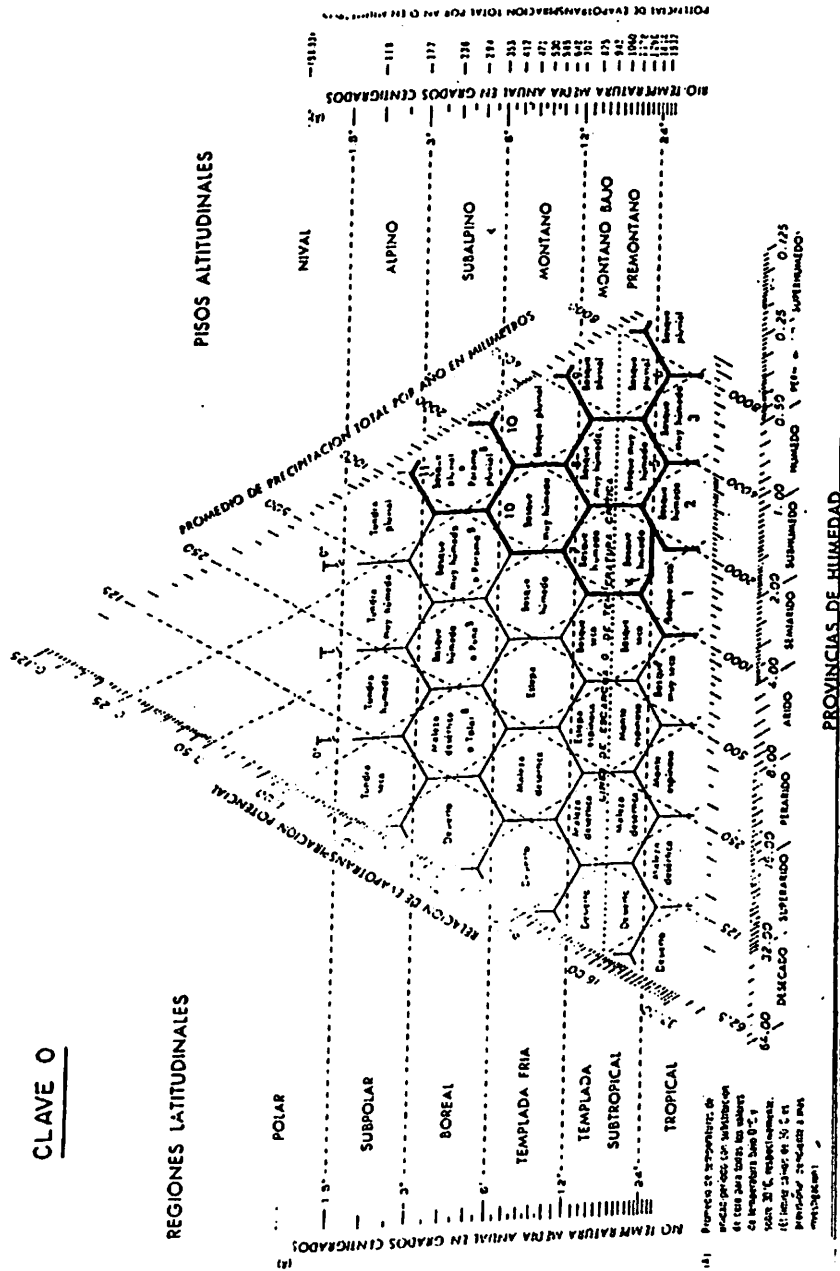
CLAVE 0

REGIONES LATITUDINALES

POLAR
SUBPOLAR
BOREAL
TEMPERADA FRIA
TEMPERADA
SUBTROPICAL
TROPICAL

PISOS ALTITUDINALES

NIVAL
ALPINO
SUBALPINO
MONTANO
MONTANO BAJO
PREMONTANO



Clave: 4

Zona de vida: bosque húmedo Premontano (bh-P)

Sistema de manejo: tradicional

CAPACIDAD DE USO	PENDIENTE MÁXIMA PERMISIBLE	TEXTURA	PROFUNDIDAD HIRNIA (cm)	pH	DRENAJE (categoría)	PEDRE- GOSIDAD (categoría)	RIESGO DE INUNDACION (categoría)	EROSION SUFRIDA (categoría)	MICRO- RELIEVE (categoría)	MESES SECOS (categoría)	VIENTO (categoría)	NEBLINA (categoría)	CONDICIONES ESPECIALES
I	4 %	F ^o , F, FL	+120	6.0-7.0	3	1	0	0,1	1	2	1	1	
II	8 %	F ^o , F, FL, L, FA, FAL	+90	+5.7	2,3	1,2	0,1	0,1	1,2	NC	1	1,2	
III	15 %	FA ^o , FAL, FA	+90	+5.7	2,3,4	1,2,3	0,1	0,1	1,2	NC	1	1,2	
	10 %	Todas excepto a, af, A ^o	60-90	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
IV	25 %	Todas excepto a, af, A ^o	+90	+5.3	2,3,4	1,2,3	0,1	0,1	1,2	NC	1	1,2	Cada 100 hectáreas 10 30% de pendientes
	18 %	*	60-90	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
V			No se encuentra en este sistema de manejo										
VI	32 %	Todas excepto a, af, A ^o , A ^o	+90	+5.0	1,2,3,4,5	1,2,3,4,5	0,1,2	0,1	1,2,3	NC	1,2	1,2	
	25 %	*	60-90	*	*	*	*	*	*	*	NC	*	
	15 %	A ^o y A ^o	+90	*	*	*	*	*	*	*	1,2	*	
	12 %	*	60-90	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
VII	30 %	Todas excepto a, af, A ^o , A ^o	+40	*	*	4,5	*	*	*	*	*	*	
	18 %	*	*	*	*	1,2,3	*	*	*	*	*	*	
VIII	40 %	Todas excepto c, af	+100	+5.0	2,3,4	1,2,3,4	0,1	0,1,2	1,2,3	NC	1	1,2	
	30 %	*	80-100	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
IX			No se encuentra en este biotipo										
	70 %	NC	+100	NC	1,2,3, 4,5,6	1,2,3,4,5	0,1,2,3	0,1,2,3	NC	NC	1,2	NC	
	50 %	*	60-100	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	40 %	*	40-60	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
X	40 %	Todas excepto a, af	+90	*	*	*	*	*	*	*	*	3	
			Todos las tierras no incluidas en las clases anteriores										

NC = No se considera



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

Ref. Sem.043-93

LA TESIS TITULADA: "PROPUESTA DE MANEJO DE LAS AREAS CRITICAS DE LA CUENCA LAGUNA EL PINO BARBERENA, SANTA ROSA".

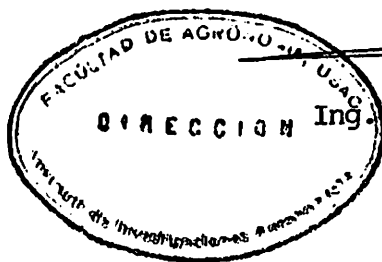
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MARCO ANTONIO HIDALGO AGUILAR

CARNET No: 79-10166

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. César Castañeda
 Ing. Agr. Ariel Ortíz

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

Ing. Agr. Luis Ortíz Castillo
 ASESOR



Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
 DIRECTOR DEL IIA

I M P R I M A S E

Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
 DECANO



c.c.Control Académico

Archivo

/prr.

APARTADO POSTAL 1545 - 01901 GUATEMALA, C. A.
 TELEFONO 769794 - FAX (5022) 769770