

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO Y CAPACITACIÓN

ANTECEDENTES E IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS PARA EL MANEJO
INTEGRAL DE LA CUENCA DEL RÍO CHIQUITO, EMBALSE ARENAL,
COSTA RICA.

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico
Académico del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias
Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico
Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado
de

Magister Scientiae

por

GERMAN ARNOLDO MATAMOROS BLANCO

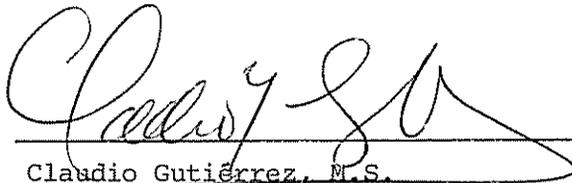
Turrialba, Costa Rica

1988

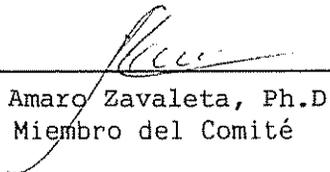
Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE, y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

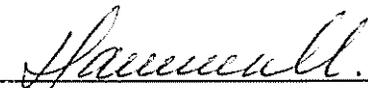
COMITE ASESOR:



Claudio Gutiérrez, M.S.
Profesor Consejero



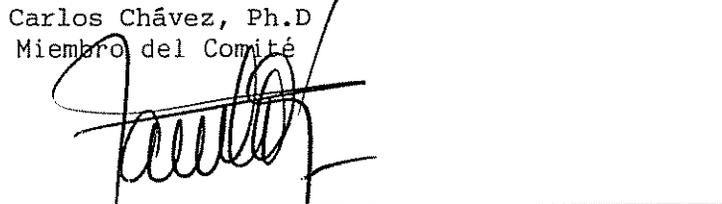
Amaro Zavaleta, Ph.D
Miembro del Comité



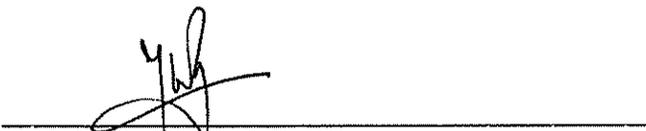
Jorge Faustino, M.S.
Miembro del Comité



Carlos Chávez, Ph.D
Miembro del Comité



Ramón Lastra Rodríguez, Ph.D.
Coordinador, Programa de Estudios de Posgrado



Dr. José Luis Parisí
Subdirector General Adjunto de Enseñanza



Germán Matamoros Blanco
Candidato

DEDICATORIA

A mi esposa e hija, Nydia María y Eva Melissa, por el gran apoyo, estímulo y comprensión de siempre durante esta etapa de mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

Hago constancia de sincero agradecimiento:

Al Creador, por haberme permitido la oportunidad de realizar los estudios de posgrado como parte de mi formación profesional e intelectual.

Al M.Sc. Claudio Gutiérrez H., profesor consejero, por su particular interés y dedicación, donde sus conocimientos y sugerencias fueron de mucho valor para la realización de este trabajo. GRACIAS POR SU AMISTAD.

A los miembros del Comité Asesor de Tesis: M.Sc. Jorge Faustino; Ph.D. Amaro Zavaleta; y Ph.D. Carlos Chaves, por sus revisiones, comentarios y sugerencias, durante el trabajo de tesis.

A CATIE y ROCAP, por el apoyo financiero y la oportunidad que me dieron para realizar los estudios de posgrado.

A los técnicos y asistentes del Proyecto Regional de Manejo de Cuencas (PRMC), especialmente al M.Sc. Hernán Contreras M.; al M.Sc. Eric Richter; al M.Sc. Charles Veiman; y al Ing. León J. Saborío, por la colaboración que me brindaron para la realización de este trabajo.

A todo el personal del PRMC: administrador, bibliotecaria, secretarias y dibujantes, quienes siempre me ofrecieron su valiosa cooperación.

A mis compañeros de estudio en el área de cuencas: Ramón Castillo, Tebaldo Sibilia, Eddy Pujols, Mario Escalier, Carlos Rosal y Juan Ogando, los que en todo momento me dieron estímulos y sugerencias.

Al Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento, por el gran apoyo logístico brindado.

Al Ing. Rafael Bolaños, del Centro Científico Tropical, por su valiosa ayuda y cooperación.

Al Sr. Mario Araya Leitón, de la Asociación Guanacasteca para la Conservación de Recursos Naturales, Tilarán.

Al personal de archivo de planos del Catastro Nacional.

BIOGRAFIA

El autor nació en San José, Costa Rica, el 7 de abril de 1956. Realizó estudios secundarios en el Liceo de San José.

En 1979 obtuvo el título de Bachiller en Ingeniería Agrícola, dado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica.

Durante 1979 y 1980 realizó estudios de actualización en hidrología y planificación de recursos hídricos en el Instituto Politécnico de Milán, Italia.

En 1982 trabajó en la Sección de Estudios Básicos del Departamento de Riego y Avenamiento del Servicio Nacional de Electricidad. De 1983 hasta la fecha se ha desempeñado como jefe del Departamento de Hidrología del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) de Costa Rica.

En setiembre de 1986, ingresó al Programa de Estudios de Posgrado y Capacitación del CATIE, y en 1988 obtuvo el grado de Magister Scientiae en Recursos Naturales Renovables, con especialidad en Manejo de Cuencas Hidrográficas.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	x
SUMMARY	xii
LISTA DE CUADROS EN EL TEXTO	xiv
LISTA DE CUADROS EN EL APENDICE	xv
LISTA DE FIGURAS	xvii
LISTA DE ABREVIATURAS E INSTITUCIONES CITADAS	ixx
1 INTRODUCCION	1
1.1 Definición del problema	1
1.2 Antecedentes	2
1.2.1 De la cuenca del Embalse Arenal	2
1.2.2 De la subcuenca del río Chiquito	7
1.3 Importancia y justificación del estudio	9
1.4 Objetivos del trabajo	11
1.4.1 Objetivo general	11
1.4.2 Objetivos específicos	11
1.5 Hipótesis del trabajo	12
1.6 Alcances y limitaciones	12
2 REVISION DE LITERATURA	15
2.1 La cuenca hidrográfica	15
2.2 La cuenca hidrográfica como unidad de planificación	16
2.3 Planificación de cuencas hidrográficas y su evolución	19
2.4 Aspectos sobre manejo de cuencas	22
2.5 Algunas metodologías utilizadas en la planificación del manejo de cuencas hidrográficas	24
2.6 Objetivos nacionales para el desarrollo ...	31

	Página	
2.7	Objetivos y metas nacionales para la conservación de los recursos naturales	32
2.8	Legislación y políticas institucionales para el aprovechamiento y conservación de aguas, y el manejo de cuencas hidrográficas	34
2.9	Situación del manejo de cuencas hidrográficas en Costa Rica	35
3	MATERIALES Y METODOS	41
3.1	Materiales	41
3.1.1	Selección del área de estudio	41
3.1.2	Ubicación del área	41
3.1.3	Estudios realizados en la cuenca del río Chiquito	42
3.1.4	Tipo, cantidad y calidad de la información sobre la cuenca del río Chiquito	43
3.1.5	Encuesta socioeconómica	44
3.1.6	Otros materiales	45
3.2	Metodología	46
3.2.1	Selección de la metodología de planificación	46
3.2.2	Descripción de la metodología	47
3.2.3	Descripción de los pasos del procedimiento de trabajo	49
3.2.4	Metodología para la determinación de la capacidad de uso de la tierra	52
4	RESULTADOS Y DISCUSION	56
4.1	Estructura para el plan de manejo	56
4.2	Marco conceptual del proceso de planificación y su relación con el estudio de caso	56
4.3	Diagnóstico	58

	Página	
4.3.1	Caracterización y análisis de la cuenca	58
4.3.1.1	Características biofísicas	58
4.3.1.2	Características socioeconómicas	120
4.3.1.3	Aspectos institucionales ..	142
4.3.1.4	Proyectos y áreas importan- tes en la cuenca	146
4.3.1.5	Identificación de problemas y conflictos ambientales ..	149
4.3.1.6	Áreas críticas	156
4.3.1.7	Perspectiva de la cuenca bajo las condiciones actuales	159
4.3.2	Conclusiones del diagnóstico	164
4.4	Objetivos para el plan de manejo	172
4.4.1	Objetivos generales	172
4.4.2	Objetivos específicos	172
4.5	Estrategias para el manejo de la cuenca ...	174
4.5.1	Estrategia institucional	174
4.5.2	Estrategias con relación al ordena - miento del uso de la tierra y la conservación de los recursos natura- les	175
4.5.3	Estrategias sobre servicios de apoyo	178
4.6	Programas para el plan de manejo	179
4.6.1	Programa de manejo integrado de recursos naturales	180
4.6.1.1	Proyecto para el manejo del recurso forestal	180

	Página
4.6.1.2 Proyecto de rehabilitación y conservación de suelos	190
4.6.1.3 Proyecto para la prevención de riesgos por la actividad minera	195
4.6.1.4 Proyecto para el control de la erosión en caminos	197
4.6.1.5 Proyecto para la producción ganadera	201
4.6.1.6 Proyecto para el desarrollo de la producción agrícola .	202
4.6.2 Programa de desarrollo socioeconómico rural	204
4.6.2.1 Proyecto sobre infraestructura y servicios básicos ..	204
4.6.2.2 Proyecto para la promoción social	205
4.6.2.3 Proyecto para la educación ambiental	206
4.6.3 Programa de estudios básicos	207
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	210
5.1 Conclusiones	210
5.2 Recomendaciones	213
6 BIBLIOGRAFIA	215
7 APENDICES	223

MATAMOROS B., G.A. 1988. Antecedentes e identificación de proyectos para el manejo integral de la cuenca del río Chiquito, Embalse Arenal, Costa Rica. Tesis Mag.Sc. CATIE, Turrialba, C.R. 265 p.

RESUMEN

Este estudio se realizó en la cuenca del río Chiquito, la que forma parte del área tributaria del embalse Arenal, en Guanacaste, siendo esta última una de las más importantes del país por suministrar el recurso hídrico a proyectos hidroeléctricos y de riego con inversiones que, una vez completados el Proyecto Hidroeléctrico Sandillal y el Proyecto de Riego Arenal-Tempisque, ascenderán a los U.S.\$764 millones.

La cuenca tiene una superficie de 90,15 km², y aporta el 18 por ciento del volumen total anual de agua que entra al embalse. Es actualmente la más deteriorada del área tributaria al embalse.

El objetivo principal del trabajo fue la identificación de proyectos para el manejo de la cuenca, a través de los cuales se busque armonizar el aprovechamiento de los recursos naturales con el uso sostenido de los mismos, procurando el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de sus habitantes.

Para el diagnóstico integral de la cuenca se hizo un análisis de los factores biofísicos, socioeconómicos e institucionales de la cuenca, lo que permitió identificar los problemas y conflictos ambientales así como las áreas críticas. Además, se realizó una proyección a futuro de la situación de la cuenca, bajo las condiciones ambientales actuales.

Los resultados del diagnóstico, la coyuntura actual sobre el manejo integrado de cuencas hidrográficas en Costa Rica, la definición de objetivos y la formulación de estrategias, permitieron la identificación a nivel de reconocimiento de un paquete de proyectos y acciones cuya implementación permitiría el manejo integral de la cuenca del río Chiquito. Se identificaron proyectos de manejo de recursos naturales, de desarrollo socioeconómico y algunos estudios adicionales necesarios para la implementación de los proyectos.

Por las restricciones mismas de un trabajo de tesis los proyectos han quedado identificados a un nivel de reconocimiento, aunque en algunos se han establecido las metas, en términos cuantificables.

De acuerdo con la estrategia institucional propuesta, la elaboración de los proyectos identificados a los niveles subsiguientes de prefactibilidad y factibilidad, corresponderá a las instituciones nacionales citadas en el estudio, bajo la coordinación y seguimiento de la Secretaría Técnica del GEC. La formulación de los proyectos a nivel de factibilidad permitiría determinar la rentabilidad económica-financiera del plan en su conjunto.

Como conclusión importante se tiene que es necesario aprovechar la iniciativa de varias instituciones nacionales por concertar esfuerzos técnicos, humanos y financieros para favorecer el manejo de las cuencas hidrográficas del país, lo que ayudaría a la implementación de un plan de manejo para la cuenca del río Chiquito. La gestión de llevar a cabo un plan de manejo integral en tal cuenca significaría un paso importante para llegar a manejar los recursos naturales de la cuenca del embalse de cuyo suministro hídrico depende el éxito de costosos proyectos.

Palabras claves: cuenca, manejo, planificación, recursos naturales, río Chiquito.

MATAMOROS BLANCO, G.A. 1988. Antecedents and identification of projects for the integrated management of the Chiquito river watershed, Arenal reservoir, Costa Rica. Thesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, C.R. 265 p.

SUMMARY

The present study was undertaken in the Chiquito river watershed, which is part of the tributary area of the Arenal reservoir in Guanacaste. This watershed is one of the more important of the country because it supplies water for hydroelectric and irrigation projects. Once completed the Sandillal Hydroelectric Project and the Arenal-Tempisque Irrigation Project, these investments will rise to U.S.\$764 million.

The watershed has an area of 90.15 square kilometers, which supplies 18 per cent of the total annual volume of water that goes into the reservoir. At the present, it is the most deteriorated watershed of the tributary area of the reservoir.

The main objective of this study was the identification of projects for watershed management, through which it is intended to harmonize the current use of natural resources with their sustainable use, in an attempt to produce an improvement in the social and economic conditions of its inhabitants.

A diagnosis of the biophysical, socioeconomic and institutional factors of the watershed allowed the identification of problems and environmental conflicts as well the identification of critical areas. Furthermore, it projected the future situation of the watershed, in light of current environmental conditions.

The outcomes of the diagnosis, the current state of integrated watershed management in Costa Rica, and the definition of objectives and the formulation of strategies allowed the identification at a preliminary level of a group of projects and actions whose implementation would be directed to the integrated management of the Chiquito river watershed. There were identified natural resources management and socioeconomic development projects and some additional studies necessary for the implementation of the projects.

Due to restrictions inherent in thesis work, the projects have been identified only at preliminary identification level, although in some the goals have been established in quantifiable terms.

In accordance with the proposed institutional strategy, the elaboration of identified projects at subsequent levels of pre-feasibility and feasibility will be the concern of national institutions referred to in this study, under the coordination and supervision of the Technical Secretary of the Watershed Executive Group. The formulation of projects at the feasibility level would permit the determination of the economic and financial profitability of the overall plan.

An important conclusion is that several national institutions must take the initiative in directing technical, human and financial efforts toward watershed management of the country, which would help the implementation of a management plan in the Chiquito river watershed. The effort to carry out an integrated management plan of that watershed would be an important step toward managing the natural resources of the reservoir basin, which supplies the water upon which the success of expensive projects depend.

Key words: Watershed, management, planning, natural resources, Chiquito river.

LISTA DE CUADROS EN EL TEXTO

No.	Titulo	Página
1	Inversiones que dependen del embalse Arenal, en millones de dólares	6
2	Distribución del área de la cuenca por cantón y distrito	61
3	Parámetros morfométricos de la cuenca del río Chiquito	62
4	Orden y longitud de los cauces de la red de drenaje de la cuenca del río Chiquito	63
5	Distribución altimétrica del área de la cuenca del río Chiquito	66
6	Rangos de pendientes de la cuenca del río Chiquito	71
7	Precipitación total anual, en milímetros, en las estaciones pluviométricas de la cuenca del río Chiquito	78
8	Características bioclimáticas de la cuenca del río Chiquito	80
9	Distribución mensual de temperatura	81
10	Datos climáticos de la estación Nueva Tronadora	82
11	Zonas de vida en la cuenca del río Chiquito	91
12	Grados de erosión sufrida en la cuenca del río Chiquito	96
13	Distribución del área de la cuenca del río Chiquito por categoría de uso de la tierra, 1988	100
14	Distribución del área de la cuenca del río Chiquito por categoría de capacidad de uso de la tierra	104
15	Matriz de uso actual versus capacidad de uso de la tierra para la cuenca del río Chiquito	115
16	Superficie de la cuenca con terrenos en sobreuso en hectáreas	116

No.	Título	Página
17	Superficie de la cuenca con terrenos subutilizados en hectáreas	119
18	Distribución de la población por grupos de edad y sexo en la cuenca del río Chiquito	120
19	Densidad de población y número de viviendas en la cuenca del río Chiquito	121
20	Población por sexo para la cuenca del río Chiquito	122
21	Antigüedad de la población de la cuenca del río Chiquito	123
22	Nivel de ingresos de la población de la cuenca del río Chiquito al año 1988, en colones	126
23	Distribución de la tenencia de la tierra en la cuenca del río Chiquito	135
24	Periodo de adquisición de los terrenos por categoría de tamaño en la cuenca del río Chiquito	135
25	Entidades importantes para el desarrollo de la cuenca del río Chiquito	144
26	Proyectos identificados para el plan de manejo e institución responsable de su ejecución	181

LISTA DE CUADROS EN EL APENDICE

No.	Título	Página
1A	Registros de precipitación total mensual en la Estación San Gerardo	234
2A	Registros de precipitación total mensual en la Estación Guayabos	235
3A	Registros de precipitación total mensual en la Estación Sevilla	236
4A	Registros de precipitación total mensual en la Estación San Bosco	237

No.	Título	Página
5A	Registros de precipitación total mensual en la Estación Pueblo Nuevo	238
6A	Registros de precipitación total mensual en la Estación Silencio	239
7A	Registros de precipitación total mensual en la Estación Rincón de la Leona	240
8A	Registros de precipitación total mensual en la Estación Azul	241
9A	Registros de precipitación total mensual en la Estación Las Nubes	242
10A	Caudales medios, máximos instantáneos y mínimos promedios mensuales, en la estación 691413 Río Chiquito	243
11A	Caudales medios mensuales, escurrimiento medio anual y volumen de escorrentía media anual en la cuenca del río Chiquito	244
12A	Calidad físico-química del agua del río Chiquito	245
13A	Sedimentos en suspensión en el río Chiquito, en toneladas	246
14A	Características químicas de los suelos en la cuenca del río Chiquito	247
15A	Algunas especies de árboles, por zonas de vida, que se encuentran en los bosques naturales de la cuenca del río Chiquito	248
16A	Descripción de las clases de capacidad de uso, según el sistema para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica .	252
17A	Ocupantes propietarios en la cuenca del río Chiquito	260

LISTA DE FIGURAS

No.	Titulo	Página
1	Esquema metodológico de planificación utilizado por la Organización de Estados Americanos	25
2	Esquema de la metodología de planificación de la cuenca del río Parrita, Costa Rica	30
3	Esquema para la concentración de esfuerzos institucionales para la elaboración y ejecución de planes reguladores de manejo integral de cuencas hidrográficas prioritarias	38
4	Esquema de la metodología de planificación para el manejo de la cuenca del río Chiquito	48
5	Ubicación de la cuenca del embalse Arenal, Costa Rica	59
6	Ubicación de la subcuenca del río Chiquito dentro de la cuenca del embalse Arenal	60
7	Rectángulo equivalente de la cuenca del río Chiquito	64
8	Curvas hipsométricas de la cuenca del río Chiquito	67
9	Polígono de frecuencias de altitudes de la cuenca del río Chiquito	68
10	Mapa de pendientes	69
11	Mapa de topografía	70
12	Mapa de geología	73
13	Mapa de isoyetas de precipitación media anual ..	77
14	Mapa de la red de drenaje	85
15	Perfil longitudinal y pendiente media del cauce del río Chiquito	86
16	Mapa de zonas de vida	90
17	Mapa de grados de erosión sufrida	95

No.	Título	Página
18	Mapa de uso actual de la tierra	101
19	Mapa de capacidad de uso de la tierra	105
20	Mapa del estado de uso de la tierra	114
21	Mapa de la división administrativa, poblados y vías de acceso	130
22	Mapa de infraestructura y servicios básicos	131
23	Mapa de tenencia de la tierra	134
24	Mapa de ubicación de áreas y proyectos importantes en la cuenca	147
25	Mapa de áreas críticas	157
26	Mapa de ubicación de los proyectos identificados	184

LISTA DE ABREVIATURAS E INSTITUCIONES CITADAS

ICAA	:	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
AID	:	Agencia Internacional para el Desarrollo
BID	:	Banco Interamericano de Desarrollo
CAN	:	Comité Asesor Nacional del Proyecto Regional del Manejo de Cuencas
CATIE	:	Centro Agrónómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CCSS	:	Caja Costarricense del Seguro Social
CCT	:	Centro Científico Tropical
CENADA	:	Centro Nacional de Abastecimiento y Distribución de Alimentos
DGF	:	Dirección General Forestal
DINADECO	:	Dirección Nacional de Desarrollo de la Comunidad
FAO	:	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FODEA	:	Fomento al Desarrollo Agropecuario
GEC	:	Grupo Ejecutivo de Cuencas
ICE	:	Instituto Costarricense de Electricidad
IDA	:	Instituto de Desarrollo Agrario
IGN	:	Instituto Geográfico Nacional
IMAS	:	Instituto Mixto de Ayuda Social
IMM	:	Instituto Meteorológico Nacional
ITCO	:	Instituto de Tierras y Colonización (hoy IDA)
MAG	:	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MIDEPLAN	:	Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica
MIRENEM	:	Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas
MOPT	:	Ministerio de Obras Públicas y Transportes
OEA	:	Organización de Estados Americanos
PRMC	:	Proyecto Regional de Manejo de Cuencas del CATIE
SENARA	:	Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
SIG	:	Sistema de Información Geográfica
SNE	:	Servicio Nacional de Electricidad
SPN	:	Servicio de Parques Nacionales