

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
SUBDIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA  
PROGRAMA DE POSGRADO

ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA DE LA CALIDAD DEL AGUA Y  
FORMULACIÓN DE RECOMENDACIONES PARA SU MANEJO EN  
LA CUENCA ALTA DEL RÍO CHIRIQUI VIEJO. PANAMA.

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

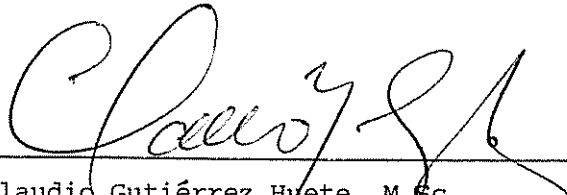
**AMILCAR BEITIA MENDOZA**

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza,  
Turrialba, Costa Rica  
1989

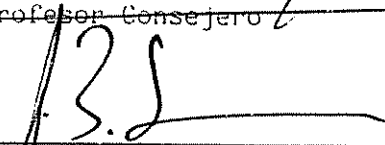
Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE, y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

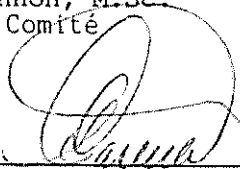
COMITE ASESOR:



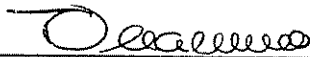
Claudio Gutiérrez Huete, M.Sc.  
Profesor Consejero



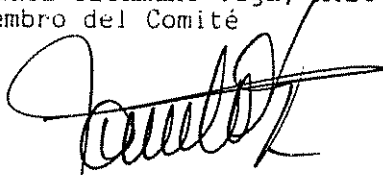
Phillip Shannon, M.Sc.  
Miembro del Comité



Sergio Castillo Martínez, Ph.D.  
Miembro del Comité



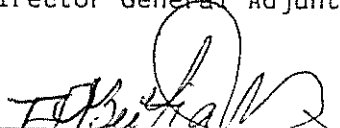
Rafael Oreamuno Vega, M.Sc.  
Miembro del Comité



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



Dr. José Luis Parisí  
Subdirector General Adjunto de Enseñanza



Amílcar Beitia Mendoza  
Candidato

## DEDICATORIA

### TESIS QUE DEDICO:

- A DIOS: Por haberme permitido alcanzar las metas propuestas.
- A MIS HIJOS: Erick Amilcar, Amilcar Abdiel y Luis Amilcar por su inspiración en mi superación personal.
- A MIS PADRES: Francisco Beitia y Alicia Mendoza.
- A MI ESPOSA: Sieth Diva por su comprensión y apoyo.
- A MIS COMPAÑEROS: De la promoción 87-89 por la hermandad y convivencia durante los estudios, especialmente: Carl Williams, Julio Zúñiga, Jaime Jonhson, Miguel Mendieta y Adolfo Lantigua.

## AGRADECIMIENTO

El autor expresa el más sincero agradecimiento por el apoyo, orientación y estímulo durante la realización de esta tesis:

A Claudio Gutiérrez M.Sc.: Profesor consejero por su amistad, orientación, dedicación e interés para la realización de este estudio.

A Phillip Shannon M.Sc.: Miembro del comité asesor por su valioso apoyo y sugerencias a la elaboración de esta tesis.

A Sergio Castillo Ph.D: Miembro del comité asesor por las observaciones y recomendaciones durante la elaboración de este trabajo de tesis y por la amistad demostrada durante mi estadia en el CATIE.

A Rafael Oreamuno M.Sc.: Miembro del comité asesor por sus recomendaciones y sugerencias

A: Ivanor Ruiz De León M.Sc. Coordinador Nacional de Manejo de Cuencas en Panamá, por su valiosa gestión para conseguir el apoyo institucional durante el trabajo de campo y por su orientación y amistad.

A La Ing. Claudia Candanedo, Lic Rommel Torrijos, Ing. Dalys Espinoza, y al Ing A. Ameglio. del departamento de hidrometeorología del IRHE por su valiosa colaboración.

Al Ing. Alfredo Jaén del INRENARE por su apoyo brindado.

A Francisco Mora Dr. Director del laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias por su amistad, estímulo y ayuda personal.

A Victor Jiménez M.Sc. Director del laboratorio del IDIAP en la Estación Experimental de Gualaca por su dedicación e incondicional apoyo con los análisis de laboratorio.

A Doris De León Lic. Encargada del laboratorio del IDAAN en David mi eterna gratitud por su incondicional apoyo durante el período de análisis e interés personal para la realización de este estudio.

A Juan R. Esquivel Ing.; Ricardo Ríos Lic; y especialmente a la Lic Nelly Serrano del Departamento de Acuicultura de Chiriquí por su colaboración con los análisis de laboratorio.

A Los Ings. Anel Canto y Javier Ortega por la colaboración brindada.

A Diomedes Concepción Ing. Director del Departamento de Manejo de Cuencas del IRHE por la ayuda brindada.

A Moisés Bonagas. mi eterna gratitud por su amistad esfuerzo personal y colaboración durante la etapa de campo.

Al Dr Donald Kaas Ph.D por sus enseñanzas, y amistad.

A Mis amigos Francisco Merino, Vicente López, Rene Ochoa, Juan Ramón Perdomo, Esteban Arosemena, Jean Milou Francois, Federico Selles, Elias de Melho, Julio Morrobél, y José Tavarez por los momentos gratos compartidos.

A Francisco Solano, Miguel Cerdas y Emilio Ortíz en la sección producción de medios por la ayuda brindada.

A Lic. José Ramirez, Jeanette Solano, Gerardo Martínez, y todo el personal de posgrado por su siempre amable colaboración.

A Mayela Alvarado por su incondicional ayuda en la mecanografía de esta tesis.

A todo el personal de la biblioteca Orton especialmente a Lisset Brenes y Rigoberto Aguilar por sus atenciones.

A Todo el personal Técnico y Administrativo del departamento de Manejo de Cuencas de quienes recibí ayuda en todo momento.

A Todo el personal del Club Internacional del CATIE por su amistad.

Al AID/ROCAP por darme el financiamiento para la realización de mis estudios en el CATIE.

## BIOGRAFIA

El autor nació en la provincia de Chiriquí, el 23 de mayo de 1958. Realizó sus estudios secundarios en la Escuela Secundaria de Volcán, obteniendo el Bachillerato en Ciencias en el año 1977.

En 1978 ingresó a la Facultad de Agronomía de la Universidad de Panamá donde en 1983 obtuvo el grado de Ingeniero Agrónomo.

De 1983 a 1987 se desempeñó como profesor asistente de investigación y docencia en los departamentos de Fitotecnia y Suelos y Aguas respectivamente en la Facultad de Ciencias Agropecuaria de Panamá.

En Septiembre de 1987, ingreso al Programa de Posgrado del CATIE, donde en noviembre de 1989 egresó con el grado de Magister Scientiae en Recursos Naturales, en la especialidad de Manejo de Cuencas.

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	xi
SUMMARY.....	xiii
LISTA DE CUADROS.....	xv
LISTA DE FIGURAS.....	xvii
LISTA DE CUADROS DEL ANEXO.....	xix
LISTA DE FIGURAS DEL ANEXO.....	xxiii
1. INTRODUCCION.....	1
1.1 Definición del problema.....	1
1.2 Antecedentes de la calidad del agua en Panamá.....	4
1.3 Justificación del estudio.....	8
1.4 Objetivos.....	13
1.4.1 Objetivo General.....	13
1.4.2 Objetivos Específicos.....	13
1.5 Alcances y limitaciones.....	14
2. REVISION DE LITERATURA.....	16
2.1 La cuenca hidrográfica como unidad de ordenamiento y planificación.....	16
2.2 Manejo de la calidad del agua en la cuenca hidrográfica.....	20
2.2.1 Calidad del agua conceptos y definiciones.....	20
2.2.2 Contaminación del Agua. Tipos de contaminación.....	22
2.3 Usos del recurso hídrico.....	33
2.4 Requerimientos de calidad de los dife- rentes usos del recurso hídrico.....	34
2.4.1 Abastecimiento de agua potable.....	34
2.4.2 Criterios para uso agrícola.....	40
2.4.3 Criterios de calidad para la vida acuática.....	43
2.4.4 Criterios de Calidad para usos recreacionales.....	45
2.5 Criterios y normas de calidad de agua.....	46

	Página
3. MATERIALES Y METODOS .....	49
3.1 Materiales y equipos .....	49
3.1.1 Selección del área de estudio .....	49
3.1.2 Localización del área de estudio.....	50
3.1.3 Información relevante sobre los aspectos de calidad de agua en el área de estudio.....	51
3.1.4 Otros materiales.....	51
3.1.4.1 Materiales y equipos de laboratorio.....	51
3.1.4.2 Materiales para la reco- lección de las muestras y datos de campo.....	54
3.2 Esquema de la metodología.....	54
3.2.1 Caracterización biofísica y socioeconómica básica para el estudio.....	55
3.2.2 Identificación de los usos actua- les y potenciales del recurso hídrico.....	55
3.2.3 Caracterización de las causas de contaminación del agua en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo....	56
3.2.4 Monitoreo de la calidad de agua.....	56
3.2.4.1 Selección de los sitios de muestreo.....	56
3.2.4.2 Selección de los paráme- tros a evaluar.....	59
3.2.4.3 Frecuencia de muestreo.....	63
3.2.4.4 Selección de la metodolo- gía de análisis.....	63
3.2.4.5 Recolección de las muestras..	63
3.2.4.6 Interpretación de los resultados.....	65
3.2.5 Formulación de recomendaciones para el manejo de la calidad del agua, en la cuenca del río Chiriquí Viejo.....	65



	Página
4. RESULTADOS Y DISCUSION .....	66
4.1 Descripción general de la cuenca del Río Chiriquí Viejo .....	66
4.1.1 Ubicación y delimitación del área de estudio Cuenca alta del Río Chiriquí Viejo .....	66
4.1.2 Morfometría .....	66
4.1.2.1 Area y perímetro de la cuenca .....	69
4.1.2.2 Elevación media y mediana de la cuenca .....	69
4.1.2.3 Red de drenaje .....	73
4.1.3 Aspectos hidrológicos .....	79
4.1.3.1 Precipitación .....	79
4.1.3.2 Escorrentia .....	80
4.1.4 Uso de la tierra .....	84
4.1.5 Población .....	91
4.2 Usos actuales y potenciales del recurso hídrico .....	96
4.2.1 Abastecimiento de agua potable .....	96
4.2.2 Uso Agrícola .....	101
4.2.3 Uso Agroindustrial .....	105
4.2.4 Uso recreacional .....	106
4.2.5 Vida acuática	
4.2.6 Uso hidroenergético .....	107
4.3 Caracterización de la calidad del agua .....	110
4.3.1 Caracterización físico-química .....	110
4.3.2 Calidad bacteriológica .....	140
4.3.3 Sedimento en suspensión .....	142
4.3.4 Residuos de plaguicidas .....	143
4.4 Identificación de las principales causas del deterioro de la calidad del agua .....	144
4.4.1 Naturales .....	144
4.4.2 Antropogénicas .....	145

	Página
4.4.2.1	Centros poblados..... 146
4.4.2.2	Actividad agrícola..... 150
4.4.2.3	Desechos agroindustriales... 155
4.4.2.4	Desechos de la ganadería.... 155
4.5	Análisis de las consecuencias o efectos de los agentes contaminantes en los usos actuales y potenciales del recurso hídrico..... 156
4.5.1	En la Cuenca Alta..... 156
4.5.1.1	Efectos para el agua potable..... 157
4.5.1.2	Uso agrícola..... 157
4.5.1.3	Uso agroindustrial..... 158
4.5.1.4	Vida Acuática..... 158
4.5.1.5	Recreación de contacto primario..... 159
4.5.2	En la Cuenca Baja..... 159
4.6	Requerimientos de calidad de dos seg- mentos del río Chiriquí Viejo en función de los diferentes usos..... 161
4.6.1	Segmento número uno..... 162
4.6.2	Segmento número dos..... 163
4.6.3	Río Candela y Río Sereno..... 163
4.6.4	Efectos en la Cuenca Baja..... 164
5.	CONCLUSIONES..... 165
6.	RECOMENDACIONES..... 171
7.	LITERATURA CITADA..... 180
8.	ANEXOS..... 186

BEITIA M., A. 1989. Análisis de la problemática de la calidad del agua y formulación de recomendaciones en la Cuenca Alta del río Chiriquí Viejo. Panamá. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica. CATIE. 242 p.

Palabras claves: Cuenca hidrográfica, Calidad de agua, Contaminación, Recurso hídrico

## RESUMEN

El presente estudio fue realizado en la cuenca Alta del río Chiriquí Viejo en la región occidental de la república de Panamá. El objetivo de este estudio fue hacer una caracterización de la calidad del agua en la Cuenca Alta del río Chiriquí Viejo, identificando las causas antropogénicas y no antropogénicas que afectan la calidad de este recurso; analizar las consecuencias que ésta tiene en los usos actuales y futuros del recurso agua y formular recomendaciones necesarias para corregir esta problemática.

Para caracterizar la calidad del agua se estableció un sistema de monitoreo que consistió en el establecimiento de nueve estaciones de muestreo donde se recolectaron muestras por un período de seis meses, con una frecuencia de dos muestras mensuales.

En cada muestra se analizó la calidad física, química, bacteriológica, sedimento en suspensión, y residuos de plaguicidas. Los parámetros evaluados fueron: la temperatura, Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno, turbidez, alcalinidad, conductividad, cloruros, nitratos, nitritos, fósforo total, calcio, magnesio, sodio, potasio, manganeso, boro, zinc, sedimento en suspensión y residuos de plaguicidas organoclorados.

La caracterización de la calidad del agua se realizó comparando los resultados obtenidos de cada parámetro con los criterios de calidad de aguas crudas superficiales de la Federal Water Pollution Control Administration, las normas de calidad de agua potable de la Organización Mundial de la Salud, y las Normas de Calidad de Aguas propuestas para Panamá.

Los resultados indican que no existe contaminación natural del agua. La calidad química natural del agua es apta para todos los usos actuales y potenciales identificados en la cuenca que fueron: abastecimiento de

agua potable, riego, uso agroindustrial, recreación de contacto primario, vida acuática y uso hidroenergético.

La calidad bacteriológica del agua indicó que esta no es apta para consumo humano sin tratamiento previo, pero no objetable para los otros usos. Los residuos de plaguicidas demuestran que hay concentraciones en el agua, sin embargo, se encuentran dentro de los límites permisibles que establecen las normas.

Las principales causas actuales y potenciales de contaminación son de tipo antropogénico, entre las cuales se destacan 1. vertido de los desechos orgánicos de los centros poblados, agroindustrias e instalaciones pecuarias; 2. sedimentos y residuos de plaguicidas de las áreas agrícolas.

Las recomendaciones para el manejo de la calidad del agua incluyen: 1. El establecimiento de un marco legal adecuado sobre el uso de plaguicidas; capacitación de técnicos agropecuarios y agricultores sobre el uso y manejo de agroquímicos y contaminación del ambiente. 2. Acciones a nivel de programas de letrinización en las viviendas que carecen de ellas y control de las descargas de desechos de ganadería y agroindustrias a través de la construcción de lagunas de oxidación u otros métodos más adecuados y 3. Establecimiento de programas de conservación de suelos en las áreas críticas.

Para la evaluación de la calidad del agua se recomienda el establecimiento de un programa de monitoreo sobre dos sitios específicos en la cuenca en los cuales se deben hacer análisis periódicos de: Oxígeno disuelto, nitratos, coliformes totales y fecales, residuos de plaguicidas y sedimento en suspensión.

BEITIA M., A. 1989. Analysis of the water quality situation and formulation of recommendations for the upper watershed of the Chiriqui Viejo River. Panamá. Mag. Sc. Thesis, Turrialba, Costa Rica. CATIE. 242 p.

**Keywords:** Watershed, water quality, contamination, hydric resources.

### SUMMARY

This study was carried out in the upper watershed of the Chiriqui Viejo River located in the Chiriqui Province in the west region of Panamá. The purpose of this investigation was to make a water quality characterization, identifying anthropogenic and non-anthropogenic causes which affect its quality; also to analyze the consequences of actual and future uses on water quality and to formulate recommendations to solve this problematic situation.

In order to characterize the water quality, a monitoring system was established consisting of nine sampling stations to collect samples during a period of six months with a frequency of two samples per month.

Each sample was analyzed for physical, chemical and bacteriological quality, suspended sediment, and pesticide residue. The evaluated parameters were: temperature, dissolved oxygen, biochemical demand of oxygen, turbidity, alkalinity, conductivity, chlorates, nitrates, nitrites, total phosphorous, calcium, manganese, sodium, potassium, manganese, boron, zinc, sediment in suspension, and chlorinated pesticide residues.

The water quality characterization was achieved comparing the results of each parameter with the Superficial Raw Water Quality criteria of the Federal Water Pollution Control Administration; the Drinking Water Quality Standards of the World Health Organization and the Water Quality Regulations proposed for Panama.

The results showed that there is no natural contamination of water. The natural chemical water quality is suitable for all actual and potential uses identified in the watershed, as follows: drinking water supply, irrigation, agroindustrial uses, primary contact recreation, aquatic life and hydroenergetic uses.

The bacteriological water quality showed that without a previous treatment, it is not good for human consumption, but not objectionable for other uses. There are some concentrations of pesticide residues in the water but these are still within the established permissible limits.

Main actual and potential sources of contamination are of the anthropogenic type, such as organic wastes from nearby communities, agroindustries and cattle installations, and sediment and pesticide residues from agricultural areas.

Some water quality management recommendations generated in this study are: 1. Establishment of a legal framework to regulate the use of pesticides; training of agricultural technicians, farmers and labourers on the use and management of agrochemicals and environmental contamination; 2. Program of latrinization for those houses without such facility and control of cattle and agroindustrial waste disposals through the construction of oxidation ponds or other more adequate methods; and 3. To establish soil conservation programs for critical areas.

For water quality evaluation, it is recommended the establishment of a monitoring program in two specific areas of the watershed in order to make periodical analysis of: dissolved oxygen, nitrates, total and faecal coliforms, pesticide residues and suspension sediment.

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.	Tipos de contaminación.....	29
Cuadro 2.	Criterio bacteriológico de las fuentes para abastecimiento de agua potable.....	37
Cuadro 3.	Límite permisible de fluor en el agua.....	39
Cuadro 4.	Límites permisibles de pesticidas y herbicidas en el agua.....	41
Cuadro 5.	Concentración permisibles para algunos plaguicidas contaminates del agua.....	44
Cuadro 6.	Estaciones de muestreos y su localización geográfica. Cuenca alta del río Chiriquí Viejo. Panamá 1989.....	60
Cuadro 7.	Parámetros y métodos de análisis.....	64
Cuadro 8.	Curva hipométrica de la cuenca del Río Chiriquí Viejo hasta Caisán.....	71
Cuadro 9.	Parámetros morfométricos de la Cuenca Alta del Río Chiriquí Viejo.....	73
Cuadro 10.	Longitud de los cursos principales en la Cuenca alta del Río Chiriquí Viejo.....	75
Cuadro 11.	Perfil del río Chiriquí Viejo hasta Caisán.....	76
Cuadro 12.	Número de orden del río principal y sus afluentes.....	78
Cuadro 13.	Red climatológica en la Cuenca Alta del río Chiriquí Viejo.....	81
Cuadro 14.	Ubicación geográfica de las estaciones limnimétricas del (IRHE), en la Cuenca del Río Chiriquí Viejo.....	81
Cuadro 15.	Uso de la tierra.....	86
Cuadro 16.	División política de la Cuenca Alta del río Chiriquí Viejo.....	92

	Página
Cuadro 17. Población y Densidad en la Cuenca Alta del Río Chiriquí Viejo, Censo de 1980. ....	92
Cuadro 18. Relación entre la población urbana y rural en la Cuenca Alta del Río Chiriquí Viejo Censo de 1980. ....	93
Cuadro 19. Crecimiento de la población en la Cuenca del Alta del Río Chiriquí Viejo. ....	94
Cuadro 20. Proyección de la población en la Cuenca Alta del Río Chiriquí Viejo. ....	95
Cuadro 21. Disponibilidad de agua potable en las diferentes comunidades bajo la responsabilidad del Ministerio de Salud en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo. ....	99
Cuadro 22. Concesiones del uso del agua otorgadas por INRENARE dentro de la cuenca alta del río Chiriquí Viejo. ....	101
Cuadro 23. Evapotranspiración Potencial en (mm/día). ....	103
Cuadro 24. Volúmenes totales de agua mensual para riego en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo. (En miles de m <sup>3</sup> ). ....	104
Cuadro 25. Disposición sanitaria de excretas de las viviendas en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo. ....	148
Cuadro 26. Insecticidas de mayor uso hortícola en las tierras altas. ....	152



## LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Localización regional regional de la Cuenca del río Chiriquí Viejo.....	67
Figura 2.	Ubicación del área de estudio en la cuenca del río Chiriquí Viejo.....	68
Figura 3.	Curva hipsométrica de la cuenca del río Chiriquí Viejo hasta Caisán.....	72
Figura 4.	Red de drenaje de la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	74
Figura 5.	Perfil del río Chiriquí Viejo desde su nacimiento hasta Caisán. Panamá 1989.....	77
Figura 6.	Caudales promedios mensuales período 1957-1987. Estación Volcán. Cuenca del Río Chiriquí Viejo.....	83
Figura 7.	Mapa de uso de la tierra. Cuenca Alta del río Chiriquí Viejo.....	85
Figura 8.	Mapa de pendiente de la Cuenca Alta del Río Chiriquí Viejo.....	97
Figura 9.	Localización de sitios con potencial hidroenergético en la Cuenca Alta del río Chiriquí Viejo.....	109
Figura 10.	Sitios de muestreo de calidad de agua Cuenca Alta del Río Chiriquí Viejo.....	112
Figura 11.	Valores promedio de temperatura en la Cuenca Alta del Río Chiriquí Viejo.....	113
Figura 12.	Valor promedio de Oxígeno Disuelto. Cuenca Alta del Río Chiriquí Viejo. Panamá 1989.....	116
Figura 13.	Comparación de OD de saturación y el contenido actual de OD en el Río Chiriquí Viejo. Panama 1989.....	118

	Página
Figura 14. Ubicación de las estaciones de muestreo. Perfil del río Chiriquí Viejo. Panamá 1989.....	119
Figura 15. Valores promedio de la DBO. Cuenca Alta del Río Chiriquí Viejo. Panamá 1989.....	121
Figura 16. Valores promedios de pH. Cuenca Alta del Río Chiriquí Viejo. Panamá 1989.....	123
Figura 17. Valores promedios de concentración de cloruros. Cuenca Alta del Río Chiriquí Viejo. Panamá 1989.....	124
Figura 18. Valores promedios de turbidez. Cuenca Alta del Río Chiriquí Viejo. Panamá 1989.....	127
Figura 19. Valores promedios de conductividad. Cuenca Alta del Río Chiriquí Viejo. Panamá 1989.....	130
Figura 20. Valores promedios de alcalinidad. Cuenca Alta del Río Chiriquí Viejo. Panamá 1989.....	131
Figura 21. Valores promedios de nitratos. Cuenca Alta del Río Chiriquí Viejo. Panamá 1989.....	133
Figura 22. Valores promedios de concentraciones de calcio. Cuenca Alta del Río Chiriquí Viejo. Panamá 1989.....	135
Figura 23. Valores promedios de concentraciones de magnesio. Cuenca Alta del Río Chiriquí Viejo. Panamá 1989.....	137
Figura 24. Valores promedio de concentraciones de sodio. Cuenca Alta del Río Chiriquí Viejo.....	139

## LISTA DE CUADROS DEL ANEXO

	Página
ANEXO A.....	187
Cuadro 1A. Sitios, fecha y hora de muestreo. Cuenca del río Chiriquí Viejo. Panamá. 1989.....	188
Cuadro 2A. Temperatura del agua superficial del río Chiriquí Viejo y sus afluentes. Panamá. 1989.....	189
Cuadro 3A. Valores corregidos de saturación de Oxígeno por efecto de la presión atmosférica. Cuenca Alta del río Chiriquí Viejo. Panamá. 1989.....	190
Cuadro 4A. Oxígeno Disuelto en ocho estaciones de muestreo del río Chiriquí Viejo y sus afluentes. Panamá. 1989.....	191
Cuadro 5A. Déficit de Oxígeno Disuelto en los sitios de muestreo. Cuenca Alta del río Chiriquí Viejo. Panamá. 1989.....	192
Cuadro 6A. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en el río Chiriquí Viejo y sus afluentes. Cuenca Alta del río Chiriquí Viejo. Panamá. 1989.....	193
Cuadro 7A. pH del agua superficial del Río Chiriquí Viejo y sus afluentes y en un pozo de agua subterránea. Panamá. 1989.....	194
Cuadro 8A. Cloruros en el agua superficial del Río Chiriquí Viejo, sus afluentes y en un pozo de agua subterránea. Panamá. 1989.....	195
Cuadro 9A. Turbidez del agua superficial del río Chiriquí Viejo, sus afluentes y un pozo de agua subterránea. Panamá. 1989.....	196

Cuadro 10A.	Conductividad en el agua superficial del río Chiriquí Viejo, sus afluentes y un pozo de agua subterránea. Panamá. 1989.....	197
Cuadro 11A.	Alcalinidad total en el agua superficial del río Chiriquí Viejo, sus afluentes y un pozo de agua subterránea. Panamá. 1989.....	198
Cuadro 12A.	Nitratos en el agua superficial del río Chiriquí Viejo, sus afluentes y un pozo de agua subterránea. Panamá. 1989.....	199
Cuadro 13A.	Nitritos en el agua superficial del río Chiriquí Viejo, sus afluentes y un pozo de agua subterránea. Panamá. 1989.....	200
Cuadro 14A.	Calcio en el agua superficial del río Chiriquí Viejo, sus afluentes y en un pozo de agua subterránea. Panamá 1989.....	201
Cuadro 15A.	Magnesio en el agua superficial del río Chiriquí Viejo, sus afluentes y un pozo de agua subterránea. Panamá. 1989.....	202
Cuadro 16A.	Sodio en el agua superficial del río Chiriquí Viejo, sus afluentes y un pozo de agua subterránea. Panamá. 1989.....	203
Cuadro 17A.	Potasio en el agua superficial del río Chiriquí Viejo, sus afluentes y en un pozo de agua subterránea. Panamá. 1989.....	204
Cuadro 18A.	Fósforo total en el agua superficial del río Chiriquí Viejo, sus afluentes y un pozo de agua subterránea. Panamá. 1989.....	205
Cuadro 19A.	Análisis bacteriológico en tubos de fermentación. Estación Guadalupe.....	206
Cuadro 20A.	Análisis bacteriológico en tubos de fermentación. Estación Bambito.....	207

Cuadro 21A.	Análisis bacteriológico en tubos de fermentación. Estación Paso Ancho.....	208
Cuadro 22A.	Análisis bacteriológico en tubos de fermentación. Estación Tisingal.....	209
Cuadro 23A.	Análisis bacteriológico en tubos de fermentación. Estación Cotito.....	210
Cuadro 24A.	Análisis bacteriológico en tubos de fermentación. Estación Caisán (Río Chiriquí Viejo).....	211
Cuadro 25A.	Análisis bacteriológico en tubos de fermentación. Estación Río Candela.....	212
Cuadro 26A.	Análisis bacteriológico en tubos de fermentación. Estación Pozo profundo Río Serene.....	213
Cuadro 27A.	Sitios de muestreos y resultados de sedimento en suspensión.....	214
Cuadro 28A.	Concentraciones de residuos de plaguicidas organoclorados en el agua del río Chiriquí Viejo.....	215
Cuadro 29A.	Requerimientos de calidad de agua en función de los usos. Cuenca del río Chiriquí Viejo. Panamá.....	216
Cuadro 30A.	Índice RAS (Relación de Absorción de Sodio) en el agua del río Chiriquí Viejo, sus afluentes y un pozo de agua subterráneo.....	217
<b>ANEXO B.</b>	.....	<b>220</b>
Cuadro 1B.	Raw, Surface Water criteria for Public Water Supplies.....	221
Cuadro 2B.	Normas de la Organización Mundial de la Salud sobre el agua potable.....	223
Cuadro 3B.	Estándar de calidad de aguas superficiales para usos benéficos.....	224

Cuadro 4B.	Maximum contaminat levels for public water supplies.....	225
Cuadro 5B.	Clasificación de aguas crudas para potabilización.....	226
Cuadro 6B.	Internacional Standars for Drinking Water.....	227
Cuadro 7B.	Saturation values of dissolved oxygen in water exposed to water-saturated air containing 20.90 % oxygen under a pressure of 760 mm of mercury.....	229
<b>ANEXO C.</b>	.....	<b>230</b>
Cuadro 1C.	Precipitación promedio anual (mm) Cuenca Alta del río Chiriquí Viejo. Panamá.....	231
Cuadro 2C.	Caudales promedios mensuales (m <sup>3</sup> /s). Río Chiriquí Viejo, Volcán (102-01-01)...	232
Cuadro 3C.	Caudales promedios mensuales (m <sup>3</sup> /s). Río Sereno (102-02-01).....	233
<b>ANEXO D</b>	.....	<b>234</b>
Cuadro 1D.	Perfil hidroenergético río Caisán.....	235
Cuadro 2D.	Perfil hidroenergético río Chiriquí Viejo.....	237
Cuadro 3D.	Perfil hidroenergético río Candela.....	239
Cuadro 4D.	Perfil hidroenergético río Colorado.....	241

## LISTA DE FIGURAS DEL ANEXO

ANEXO A	Página
Figura 1A. Valores promedio de concentraciones de fósforo total. Cuenca Alta del río Chiriquí Viejo. ....	218
Figura 2A. Valores promedios de concentraciones de potasio. Cuenca Alta del río Chiriquí Viejo. Panamá. 1989. ....	219
<b>ANEXO D</b>	
Figura 1D. Perfil hidroenergético del río Caisán. ....	236
Figura 2D. Perfil hidroenergético del río Chiriquí Viejo. ....	238
Figura 3D. Perfil hidroenergético del río Candela. ...	240
Figura 4D. Perfil hidroenergético del río Colorado. ..	242

## SIGLAS UTILIZADAS EN EL TEXTO

MIDA=	Ministerio de Desarrollo Agropecuario
FAUP=	Facultad de Ciencias Agropecuarias de Panamá
IDIAP=	Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá
IRHE=	Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación
IDAAN=	Instituto de Acueductos Alcantarillados Nacionales
INRENARE=	Instituto de Recurso Naturales Renovables
SIS=	Sistema Integrado de Salud
FWPCA=	Federal Water Pollution Control Administration
OMS=	Organización Mundial de la Salud
US EPA=	United States, Environmental Protection Agency
CATIE=	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
PRMC=	Proyecto Regional de Manejo de Cuencas