

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

SUBDIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO Y CAPACITACIÓN

ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD Y LAS DEMANDAS DE
AGUA PARA LA PLANIFICACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS
EN LA CUENCA DEL RÍO BARRANCA, 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

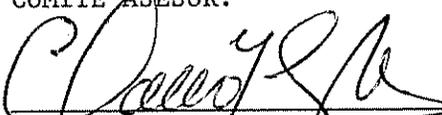
Eddy Antonio Pujols Castillo.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
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

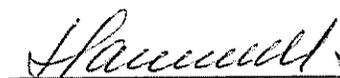
COMITE ASESOR:



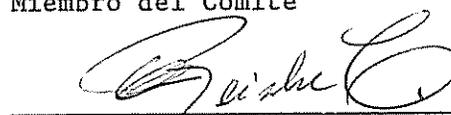
Claudio Gutiérrez Huete, M.S.
Profesor Consejero



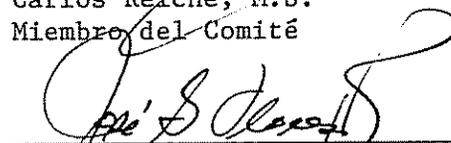
Enrique Blair, M.S.
Miembro del Comité



Jorge Faustino, M.S.
Miembro del Comité



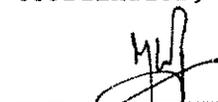
Carlos Reiche, M.S.
Miembro del Comité



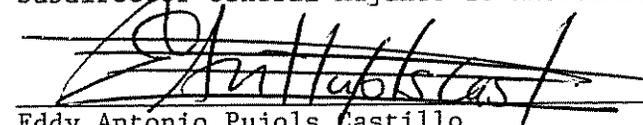
José G. Flores Rodas, Ph.D.
Miembro del Comité



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



Dr. José Luis Parisí
Subdirector General Adjunto de Enseñanza



Eddy Antonio Pujols Castillo
Candidato

DEDICATORIA

A mis padres, Persio Pujols y Josefina Castillo por el apoyo y estímulo que me han brindado en la búsqueda de mi formación profesional.

A mis hermanos: Persio Salvador, Meybel, Joaquin, Jazmín, Ivan y Landy, Pujols Castillo por su comprensión y ayuda en mis momentos difíciles.

Al Pueblo Dominicano por el cual lucho en la búsqueda de un mejor nivel de vida y de un futuro promisorio.

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su sincera gratitud:

Al M.Sc. Claudio Gutiérrez Huete, consejero principal por sus excelentes consejos y dedicación en la realización de este trabajo, igualmente por su inigualable enseñanza y amistad. MUCHAS GRACIAS, DON CLAUDIO.

A los miembros del Comité Asesor; M.S. Carlos Reiche, M.S. Jorge Faustino, Ph.D. José Flores Rodas y al M.S. Enrique Blair por sus revisiones y sugerencias para mejorar el trabajo.

Al proyecto SEA-MARENA, a la AID en Dominicana y al CATIE, por su apoyo financiero y por la oportunidad que me brindaron.

A Maritza Castellano, por el apoyo brindado en la realización de este trabajo.

A los compañeros de estudio Tebaldo Sibilia y al extinto Juan Ogando.

A los profesores del Programa de Manejo Integrado de Recursos Naturales del CATIE, especialmente al M.S. Hernán Contreras Manfredi y al Dr. Amaro Zavaleta por sus enseñanzas y consejos.

Al personal del Área de Cuencas del CATIE, especialmente al M.S. Charles Veiman, al Sr. Edgar Flores, a la secretaria Ligia Pérez, Roy García, Antonio Mata y a Rocio Jiménez.

Además se le reconoce a las siguientes personas e instituciones:

Al Ing. Luis Diego Castillo, Jefe Departamento de Riego del SENARA.

A la Unidad de Manejo de Cuencas del ICAA y en especial al Ing. Carlos Vargas y Gerardo Ramírez.

Al personal de la Oficina de Planificación Eléctrica del ICE.

A María Andrade, Coordinadora del Plan de Manejo para la cuenca del Río Barranca por MIDEPLAN.

Al Dr. Agustín Millar, a los M.S. Luis Briceño y Wilfredo Machuca por la recomendación de mi candidatura para optar al grado de M.S. en el CATIE.

CONTENIDO.

	Página
REUMEN	xi
SUMMARY.....	xiii
LISTA DE CUADROS	xv
LISTA DE FIGURAS	xx
1. INTRODUCCION.....	1
1.1 Importancia de la planificación del recurso hídrico.....	1
1.2 Justificación e Importancia del estudio.....	4
1.3 Alcances y limitaciones.....	6
1.4 Objetivos.....	8
1.5 Horizonte de planificación.....	8
2. REVISION DE LITERATURA.....	9
2.1 La cuenca como unidad de planificación.....	9
2.2 La planificación de los recursos hídricos.....	12
2.2.1 Aspectos generales.....	12
2.2.2 Los Recursos hídricos en América Latina.....	14
2.2.3 Planificación de los recursos hídricos en Costa Rica.....	16
2.3 Aprovechamiento de los recursos hídricos.....	20
2.3.1 Demanda de agua para uso agrícola.....	21
2.3.2 Demanda de agua para uso poblacional.....	22
2.3.3 Demanda de agua para uso industrial.....	23
2.3.4 Aprovechamiento de agua para uso no consuntivo.....	25
2.3.4.1 Concepto general.....	25
2.3.4.2 Agua para uso hidroeléctrico.....	25
3. MATERIALES Y METODOS.....	27
3.1 Identificación y definición del área de estudio.....	27
3.2 Descripción general de la cuenca en estudio.....	27
3.2.1 Ubicación y delimitación.....	28
3.2.2 Geología y geomorfología.....	28
3.2.3 Recurso hídrico.....	28
3.2.4 Uso actual de la tierra.....	29

	Página
3.3 Identificación a nivel institucional de los planes y proyectos de recursos hídricos en la cuenca.....	29
3.4 Descripción general de los proyectos identificados.....	29
3.5 Demanda de agua.....	29
3.5.1 Demanda para uso poblacional.....	30
3.5.2 Demanda de agua para uso agrícola.....	31
3.5.3 Demanda de agua para uso industrial.....	34
3.5.4 Aprovechamiento de agua para uso hidroeléctrico.....	34
3.6 Disponibilidad de agua.....	34
3.6.1 Determinación y estimación de caudales.....	35
3.6.2 Estimación de caudales bajo el puente de la carretera Interamericana... ..	35
3.6.3 Análisis del escurrimiento mínimo.....	37
3.6.3.1 Selección de caudales.....	37
3.6.3.2 Determinación de la posición gráfica.....	37
3.6.3.3 Determinación de los parámetros estadísticos.....	38
3.6.3.4 Determinación de la distribución teórica..	39
3.6.3.4.1 Trazado de las gráficas de las distribuciones.....	40
3.6.3.4.2 Ajuste de la distribución.....	40
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	41
4.1 Descripción general de la cuenca del Río Barranca.....	41
4.1.1 Ubicación y delimitación.....	41
4.1.2 Geología y geomorfología.....	43
4.1.3 Tipo de relieve presente en la cuenca.....	44
4.1.4 Recursos hídricos.....	46
4.1.4.1 Precipitación.....	46
4.1.4.2 Caudal.....	48
4.1.4.3 Agua subterránea.....	55

	Página
4.1.4.4 Uso actual del recurso hídrico.....	56
4.1.5 Calidad del agua.....	57
4.1.5.1 Calidad físico-química.....	59
4.1.5.2 Calidad bacteriológica.....	59
4.1.6 Zonas de vida.....	62
4.1.7 Núcleos ambientales críticos.....	64
4.1.8 Tipos de suelos.....	67
4.1.9 Minerales.....	68
4.1.10 Caracterización socioeconómica.....	70
4.1.10.1 Uso actual de la tierra.....	70
4.1.10.2 Aspectos demográficos.....	73
4.1.10.3 Principales instituciones con actividades en la cuenca.....	75
4.2 Principales proyectos de aprovechamiento del recurso hídrico.....	79
4.2.1 Proyectos de abastecimiento de agua potable ..	79
4.2.1.1 Proyecto de abastecimiento de agua para Puntarenas.....	80
4.2.1.1.1 Abastecimiento actual.....	80
4.2.1.1.2 Proyecto de abastecimiento de agua del Gran Puntarenas.....	81
4.2.1.1.3 Alternativas de captación y conducción..	82
4.2.1.2 Abastecimiento de agua para las ciudades de San Ramón, Palmares y Zaragoza.....	85
4.2.1.3 Proyecto de abastecimiento poblacional para la ciudad de Esparza.....	86
4.2.1.4 Proyectos del Programa de Ayuda Comunal (PAC).....	87
4.2.2 Proyecto de riego.....	88
4.2.3 Proyectos hidroeléctricos.....	93
4.2.3.1 Proyecto hidroeléctrico Naqatac.....	94
4.2.3.2 Proyecto hidroeléctrico Magallanes.....	96
4.2.3.3 Proyecto hidroeléctrico Guapinol.....	99
4.2.3.4 Proyecto hidroeléctrico Barranca.....	101

4.2.3.5	Perspectivas de implementación de los proyectos hidroeléctricos en el horizonte del planificación.....	104
4.3.	Alternativas de planificación del recurso hídrico.....	108
4.3.1	Alternativas de planificación sin embalses de regulación.....	109
4.3.2	Alternativas de planificación con embalses...	113
4.3.3	Selección de la alternativa de planificación.	118
4.4	Cálculo de las demandas de agua.....	119
4.4.1	Uso poblacional.....	120
4.4.1.1	Uso poblacional para ciudad de Puntarenas.	121
4.4.1.2	Demanda comercial, preferencial y gubernamental para la ciudad de Puntarenas.....	122
4.4.1.3	Uso poblacional total para el Sistema San Ramón.....	123
4.4.1.4	Demanda de agua potable para la ciudad de Esparza.....	124
4.4.1.5	Demanda de agua potable para las poblaciones rurales.....	125
4.4.1.6	Demanda total para uso poblacional.....	129
4.4.2	Demanda para uso industrial.....	130
4.4.3	Demanda de agua para uso agrícola.....	131
4.4.3.1	Áreas adecuadas para riego en la cuenca...	132
4.4.3.2	Cálculo de los requerimientos de riego de los cultivos.....	133
4.4.3.3	Cálculo de la demanda total del proyecto de riego SENARA.....	136
4.4.4	Demanda total mensual de la cuenca.....	139
4.5	Disponibilidad del recurso hídrico.....	145
4.5.1	Determinación de caudales de escorrentía.....	145
4.5.2	Análisis del escurrimiento mínimo.....	152
4.5.2.1	Parámetros estadísticos.....	152
4.5.2.2	Determinación de la distribución	

	Página
de frecuencia de los caudales mínimos.....	153
4.6 Comparación disponibilidad-demanda.....	159
4.6.1 Relación disponibilidad-demanda.....	159
4.6.1.1 Relación bajo condiciones de escurrimiento mínimo.....	160
4.6.1.2 Relación en términos de caudales mensuales y anuales.....	162
4.6.2 Asignación del recurso agua entre las demandas.....	162
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	163
5.1 Conclusiones.....	163
5.2 Recomendaciones.....	166
6. BIBLIOGRAFIA.....	168
7. APENDICES.....	175

PUJOLS CASTILLO, E. A. 1988. Análisis de la disponibilidad y las demandas de agua para la planificación de los recursos hídricos en la cuenca del río Barranca, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, C. R. 193p.

RESUMEN

Este estudio se realizó en la cuenca del río Barranca, de la vertiente del Pacífico de Costa Rica, la cual tiene una superficie de 478,88 km². Su principal objetivo consistió en determinar la relación entre las disponibilidades y las demandas de agua de tipo consuntivo que se presentaran en la cuenca dentro de un horizonte de planificación propuesto de 20 años (1988-2008).

En la cuenca se identificaron importantes proyectos de aprovechamiento del recurso hídrico: a) el de abastecimiento poblacional e industrial para Puntarenas; b) el abastecimiento de agua potable para el Sistema San Ramón, Palmares y Zaragoza; c) el suministro de agua para uso poblacional de Esparza; d) el proyecto de riego del SENARA; y e) cuatro proyectos hidroeléctricos identificados por el ICE. Además, parte de la población rural de los cantones de Puntarenas, Barranca, San Ramón, Esparza y Naranjo utilizan fuentes de la cuenca para satisfacer sus necesidades de agua potable.

Se consideró un esquema de planificación tomando en cuenta dos alternativas: una sin considerar embalses de regulación y otra considerando embalses. Tanto en uno como en otro se proponen esquemas generales de optimización y para la asignación del recurso entre las diferentes demandas.

La demanda total de agua para usos consuntivos en función a los usos poblacional, industrial y agrícola pasará de 0,51 m³/s en 1988 a un valor máximo de 3,54 m³/s en el mes de marzo del año 2008. La disponibilidad de agua promedio anual en la cuenca determinado en base a un periodo de registro de 31 años, es de 15,98 m³/s y en condiciones extremas según los análisis de escurrimiento mínimo se espera un caudal promedio mensual de 3,68 m³/s para un periodo de retorno de 20 años.

La relación disponibilidad-demanda bajo condiciones de escurrimiento mínimo permiten concluir que dentro del periodo de planificación seleccionado, la disponibilidad de agua en la cuenca puede satisfacer las demandas de tipo consuntivo bajo condiciones naturales del escurrimiento del río, sin necesidad de construir embalses de regulación.

En caso de construirse embalses la cuenca podría satisfacer ampliamente las demandas mas allá del periodo de planificación y además se obtendrían otros beneficios que son propios de los embalses. Se dispondría de un mayor caudal regulado aguas abajo y se tendría la capacidad de exportar agua a otras cuencas o zonas vecinas que requieran de este recurso.

Una de las principales conclusiones del estudio es que es necesario analizar los proyectos hidroeléctricos identificados considerando los usos múltiples de los embalses a fin de incluir en los análisis económico y financiero los beneficios adicionales que se obtendrían de éstos y no solamente los beneficios del sector energía.

Por otra parte, se detectó un problema típico de falta de políticas nacionales de planificación de recursos hídricos, en donde las instituciones nacionales han identificado proyectos para el aprovechamiento de este recurso sin considerar las inter-relaciones de sus proyectos con los de las otras instituciones, ni la inter-relación del recurso agua con los demás recursos naturales de la cuenca.

Palabras claves: cuenca, recurso hídrico, disponibilidad, demanda, usos consuntivos, planificación, manejo.

PUJOLS CASTILLO, E. A. 1988. Analysis of the availability and demand for water in planning water resources in the Barranca river watershed, Costa Rica. Thesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 193p.

SUMMARY

The present study was undertaken in the Barranca river watershed on the Pacific slope in Costa Rica, an area containing 478.88 km². Main objective was to determine the relationship between availability of water and demand for water for consumption within the watershed over a proposed planning horizon of 20 years (1988-2008).

Important projects for utilization of water resources were identified: a) supplying the needs of residents and industries in Puntarenas; b) supplying potable water for the San Ramón, Zaragoza and Palmares systems; c) providing water for Esparza residents; d) the SENARA irrigation project; and e) four hydroelectric projects earmarked by ICE. In addition, part of the rural population of the cantons of Puntarenas, Barranca, San Ramón, Esparza and Naranjo use source of water in the watershed for supplying their needs for potable water.

A planning scheme that takes into account two alternatives were considered: one with dams and the other one without dams. In both schemes, guidelines for optimization and allotment of watershed resources among the various sources of demand are proposed.

Total demands for water consumption as a function of personal, industrial and agricultural uses will increase from 0.51 m³/s in 1988 to a maximum of 3.54 m³/s in the month of March, 2008. Average annual availability of water in the watershed, as determined over a period of 31 years, is 15.98 m³/s. Under extreme conditions according to the analysis of minimum flow, an average monthly flow of 3.68 m³/s for a cyclic period of 20 years is expected.

The relationship between availability and demand under conditions of minimum flow permit the conclusion that the availability of water in the watershed can meet the needs for consumer use under natural conditions of river flow without the need to construct regulation dams.

In the event that dams are constructed, the watershed would be able to supply needs beyond the planning period. Additional benefits would be obtained due to dams. A greater regulated flow of water would be available downstream, and water could even be exported to other watersheds or nearby regions that require this resource.

One of the principle conclusions of this study is the necessity for analyzing planned hydroelectric projects that include multiple use dams so that additional benefits from multiple use as well as benefits to the energy sector are included in the fiscal and economic analysis.

Likewise, a failing typical of national planning policies for water resources was uncovered: national agencies had earmarked projects for utilization of water resources without considering the inter-relatedness of their projects with those of other agencies and without considering the inter-relatedness of water resources with other natural resources in the watershed.

Key words: Watershed, water resources, availability, demand, consumer use, planning, management.

LISTA DE CUADROS

En el texto

Cuadro N ^o		Página
1	Distribución de superficie por categoría de pendiente.....	44
2	Distribución de las estaciones meteorológicas ubicadas en el área de influencia de la cuenca...	47
3	Caudales promedio mensuales en m ³ /s en la cuenca del Río Barranca, las estaciones Nagatac y Guapinol	52
4	Caudales mínimos promedio mensual en la cuenca del Río Barranca, estación Nagatac (+Guapinol)	53
5	Caudales mínimo promedio diario en la cuenca del Río Barranca, estación Nagatac (+Guapinol)	53
6	Caudal de agua total otorgado por el SNE a través de concesiones de agua a los usuarios de la cuenca	56
7	Resultados de algunos elementos contaminantes en el análisis físico-químico	59
8	Calidad del agua del Río Barranca según criterio de Aguas Crudas para potabilización	61
9	Distribución de la superficie por zonas de vida en la cuenca del Río Barranca	64
10	Asociación de subgrupos de suelos presente en la cuenca	68
11	Categorías de uso actual de la tierra en la cuenca del Río Barranca (en base a la año 1988)...	71
12	Distribución de la población y PEA en la cuenca del Río Barranca	74
13	Proyección de la población de diseño para el acueducto de Puntarenas	82
14	Población total actual y futura abastecida por el sistema San Ramón	86
15	Proyección de la población de Esparza	87
16	Superficie por cultivo para la situación con proyecto	89

	Página
17	Cultivos existentes en el área del proyecto de riego 89
18	Producción actual en el área del proyecto de riego bajo condiciones de secano 90
19	Valor e ingreso de la producción bajo la situación actual en miles de colones 90
20	Producción total por cultivo en la situación con proyecto 91
21	Ingreso neto total anual por cultivo bajo riego (en colones) 92
22	Costos totales estimados para la construcción de la planta hidroeléctrica de Nagatac 96
23	Características del proyecto hidroeléctrico Magallanes 98
24	Generación estimada del proyecto hidroeléctrico Magallanes 99
25	Características del proyecto hidroeléctrico Guapinol 100
26	Generación estimada del proyecto hidroeléctrico Guapinol 101
27	Características del proyecto hidroeléctrico Barranca 102
28	Generación estimada del proyecto hidroeléctrico Barranca 103
29	Programa de desarrollo de la capacidad generadora del Sistema Nacional Interconectado 106
30	Proyección de la demanda de agua para usos doméstico para la ciudad de Puntarenas 122
31	Demanda total de agua potable para uso poblacional proyectada para el proyecto Puntarenas ... 123
32	Demanda de agua potable para uso doméstico para las poblaciones del sistema San Ramón 124
33	Proyección de la demanda de agua potable de la ciudad de Esparza 125
34	Demanda total de agua potable (uso doméstico) de la población rural de la cuenca del Río Barranca 127

	Página
35	Demanda de agua potable para los poblados y caseríos rurales en la cuenca beneficiados con el programa P.A.C. del ICAA 128
36	Demanda de agua para uso doméstico de los poblados rurales en la cuenca del Río Barranca ... 129
37	Resumen de las demandas de agua totales para uso poblacional en la cuenca del Río Barranca 130
38	Demanda de agua para uso industrial (1985-2008) ...131
39	Valores de la ET_0 de referencia para la zona en base al método de Penman, en milímetros 133
40	Valores de coeficientes de los cultivos (k_c) 134
41	Evapotranspiración máxima (ET_m) para los cultivos en mm/mes 134
42	Precipitación media y efectiva en la zona del proyecto en milímetros 135
43	Requerimiento de riego de los cultivos en mm/mes.. 136
44	Requerimiento neto de agua para riego en l/s/ha 133
45	Requerimiento neto de agua para riego en l/s/ha (en base a 25 días) 137
46	Demanda unitaria bruta de agua para riego en l/s/ha 138
47	Demanda total mensual de agua para riego en l/s (en base a 25 días) 139
48	Demanda total de agua en la cuenca del Río Barranca para el año 1988 (caudal promedio mensual en m^3/s) 140
49	Demanda total de agua en la cuenca del Río Barranca para el año 1990 (caudal promedio mensual, en m^3/s) 141
50	Demanda total de agua en la cuenca del Río Barranca para el año 1995 (caudal promedio mensual en m^3/s) 141
51	Demanda total de agua en la cuenca del Río Barranca para el año 2000 (caudal promedio mensual, en m^3/s) 141

52	Demanda total de agua en la cuenca del Río Barranca para el año 2005 (caudal promedio mensual en m ³ /s	142
53	Demanda total de agua en la cuenca del Río Barranca para el año 2008 (promedio mensual en m ³ /s	142
54	Resumen de la demanda total de agua para usos consuntivos en la cuenca del Río Barranca (caudal promedio mensual en m ³ /s)	143
55	Registro general de aforos de caudales simultáneos en la estación de Nagatac-Guapinol y bajo el puente de la carretera Interamericana en la cuenca del Río Barranca	146
56	Caudales mensuales (en m ³ /s) calculado en la cuenca del Río Barranca bajo el puente de la carretera Interamericana	150
57	Caudales mínimos promedio mensual calculado en el Río Baranca, bajo el puente sobre la carretera Interamericana	151
58	Caudales mínimos promedio diario calculado en la cuenca del Río Barranca bajo el puente sobre la carretera Interamericana	151
59	Parámetros estadísticos de la serie de los registros de caudales mínimos promedio mensuales y mínimo promedio diario	153
60	Resumen de los resultados de la prueba de bondad de ajuste para cada distribución (nivel de confianza $\alpha = 5\%$)	154

En el Apéndice

Cuadro No.

1A	Resumen de la precipitación promedio en mm en las estaciones de influencia de la cuenca del Río Barranca.....	176
2A	Resumen de datos climatológicos de la estación de Puntarenas (años 1973 a 1983).....	177
3A	Normas de calidad de agua potable de la cuenca del Río Barranca.....	178

	Página	
4A	Valor de la concentración de coliformes totales fecales y estreptococos fecales por 100 ML en el Río Baranca durante el período 1984-1986.....	179
5A	Distribución de frecuencia de los caudales promedio del mes mínimo en base a la distribución Log-Normal.....	180
6A	Distribución de frecuencia de los caudales promedio mínimo en base a la distribución Log-Pearson.....	181
7A	Distribución de frecuencia de los caudales promedios del mes mínimo en base a la distribución Gumbel.....	182
8A	Distribución de frecuencia de los caudales mínimos promedio diario en base a la distribución Log-Normal.....	183
9A	Distribución de frecuencia de los caudales mínimos promedio diario en base a la distribución Log-Pearson.....	184
10A	Distribución de frecuencia de los caudales mínimos promedio diarios en base a la distribución Gumbel.....	185
11A	Prueba de bondad de ajuste (Chi-cuadrado) para distribución Log-Normal de los caudales mínimos promedio mensual.....	186
12A	Prueba de bondad de ajuste (Chi-cuadrado) para distribución Log-Normal de los caudales mínimos promedio diario.....	186
13A	Prueba de bondad de ajuste (Chi-cuadrado) para distribución Log-Pearson de los caudales mínimos promedio mensual.....	187
14A	Prueba de bondad de ajuste (Chi-cuadrado) para distribución Log-Pearson de los caudales mínimos promedio diario.....	187
15A	Prueba de bondad de ajuste (Chi-cuadrado) para distribución Gumbel de los caudales mínimos promedio mensual.....	188
16A	Prueba de bondad de ajuste (Chi-cuadrado) para distribución Gumbel de los caudales mínimos promedio diario.....	188

Lista de Figuras

Figura No.		Página
1	Ubicación de la cuenca del Río Barranca, Costa Rica.....	42
2	Mapa de categorías de pendientes de la cuenca del Río Barranca.....	45
3	Mapa hidrológico de la cuenca del Río Barranca.....	49
4	Distribución de la precipitación media mensual en la parte baja de la cuenca del Río Barranca.....	50
5	Distribución de la precipitación media mensual de la parte media de la cuenca del Río Barranca.....	50
6	Distribución de la precipitación media mensual en la parte alta de la cuenca del Río Barranca.....	50
7	Mapa de zonas de vida de la cuenca del Río Barranca.....	63
8	Mapa de subgrupos de suelos de la cuenca del Río Barranca.....	69
9	Mapa de Uso actual de la tierra de la cuenca del Río Barranca.....	72
10	Mapa de localización de los principales proyectos de aprovechamiento de los recursos hídricos en la cuenca del Río Barranca.....	107
11	Ubicación geográfica de las demandas en la cuenca del Río Barranca. Alternativa: Toma del proyecto Puntarenas en confluencia Río Jabonal-Barranquilla.....	110
12	Esquema simplificado de la ubicación geográfica de las demandas en la cuenca del Río Barranca. Alternativa: Toma del proyecto Puntarenas cerca puente Carretera Interamericana.....	110
13	Esquema simplificado de la ubicación de las demandas y de los proyectos hidroeléctricos identificados.....	115

		Página
14	Proyección de la demanda de agua total en la cuenca del Río Barranca.....	144
15	Recta de regresión de los datos del caudal medidos en el Río Barranca bajo el puente sobre la carretera Interamericana y los medidos en la estación Nagatac-Guapinol....	149
16	Ajuste de distribución Log Normal de los caudales mínimos promedio mensual y mínimo promedio diario, Río Barranca.....	155
17	Ajuste de distribución Log-Pearson III, de caudales mínimo promedio mensual y mínimo promedio diario, Río Barranca.....	156
18	Ajuste de distribución Gumbel de los caudales mínimos promedio mensual y mínimo promedio diario, Río Barranca.....	157