

**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS
Y ALCANTARILLADOS**

LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS



Río Barranca

**USOS DE LA TIERRA Y CALIDAD SANITARIA DE LAS
AGUAS EN LA CUENCA DEL RIO BARRANCA 2003**

PREPARADO POR:

**M.Sc. Darner Mora Alvarado
Sr. Oscar Fonseca Calderón
Lic. Carlos Felipe Portuguez**

JUNIO, 2004

USOS DE LA TIERRA Y CALIDAD SANITARIA DE LAS AGUAS EN LA CUENCA DEL RIO BARRANCA 2003

RESUMEN

El presente trabajo es una investigación de tipo descriptivo, que pretende determinar los usos de la tierra y la calidad sanitaria del agua en diferentes puntos del cauce del Río Barranca durante el año 2003. El propósito es realizar inspecciones sanitarias, análisis físico-químicos (color, turbiedad, pH, conductividad y dureza total) y microbiológicos (Coliformes fecales/100 mL), para recomendar acciones inmediatas que permitan proteger y minimizar el impacto de sus aguas, los cuales se realizaron siguiendo las directrices de los Métodos Estándar. Para lograrlo fue necesario ubicar, a través de una inspección sanitaria previa, un total de 11 puntos de muestreo a lo largo de todo el cauce, de los cuales 7 ya habían sido evaluados en el período 1984-1986, lo que permitió realizar un análisis comparativo entre los dos períodos; los restantes 4 puntos permitieron evaluar el impacto provocado por otras fuentes de contaminación, identificadas por medio de inspecciones sanitarias y el estudio de bibliografía existente. Por otra parte, la determinación de los usos de la tierra, se hizo aprovechando los resultados del estudio "*Diagnóstico General de la Situación Ambiental Actual de la Cuenca del Río Barranca*". Por otra parte, los datos promedio anuales se enfrentaron con los criterios microbiológicos para evaluar la calidad del agua en sus diferentes usos (potabilización, recreación, acuicultura y cultivos agrícolas), generados en el Laboratorio Nacional de Aguas, para identificar el cumplimiento de los mismos en los diferentes sectores de la cuenca.

Los resultados indican que se presenta una amplia variedad de usos del agua a lo largo de la cuenca del río Barranca, entre los que podemos citar el abastecimiento para potabilización, la generación de energía eléctrica, proyectos de riego y concesiones para diversos usos; con respecto a los usos del suelo, destacan los bosques, matorrales y tacotales, pastos, cultivo de café, caña indica y hortalizas, además de la presencia de áreas protegidas. En cuanto a las fuentes de contaminación identificadas, se pudo verificar la presencia de beneficios de café, un ingenio de azúcar, el basurero municipal de San Ramón, explotaciones mineras de oro a cielo abierto, tajos y aprovechamiento de material aluvial, uso de agroquímicos y descargas de residuos líquidos domésticos; en este sentido, resalta el impacto provocado por el ingenio San Ramón y los Tajos Pocamar sobre el cauce y la toma de agua cruda para potabilización utilizada por AyA en la Planta El Roble, aumentando de manera importante los datos de turbiedad. Por otra parte, los datos evidencian un impacto significativo en la contaminación fecal de las aguas, principalmente con el aporte de la Quebrada del Ingenio San Ramón y de las aguas domésticas de las poblaciones ubicadas entre Barranca y al desembocadura. La comparación entre los datos del 2003 con los obtenidos en el período 1984-1986, evidencian un incremento persistente de la contaminación fecal en 5 de los siete puntos comunes, mientras que del total de puntos evaluados seis son de buena calidad para potabilización, 3 son aceptables para irrigación de silvicultura, pastos y otros cultivos, ninguna es apta para natación y solo dos se pueden utilizar en el cultivo de peces.

PALABRAS CLAVE: río, inspecciones sanitarias, contaminación fecal, usos del agua, aguas domésticas, incremento.

USOS DE LA TIERRA Y CALIDAD SANITARIA DE LAS AGUAS EN LA CUENCA DEL RIO BARRANCA 2003

Darner Mora Alvarado (1)
Oscar Fonseca Calderón (2)
Carlos Felipe Portuguez (3)

1. INTRODUCCIÓN

La República de Costa Rica tiene 34 cuencas hidrográficas dentro de sus 51.100km² de territorio, lo que la convierte en una zona hidrológica privilegiada a nivel mundial. Debido a la importancia del

recurso hídrico en cuanto a sus diferentes usos, el AyA, a través del Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), ha realizado estudios de la calidad sanitaria de varias cuencas y otros tipos de aguas superficiales durante las dos últimas décadas; en este contexto se han realizado estudios en:

- a) La Cuenca 24: Virilla – Tárcoles⁽¹⁾
- b) La Cuenca 9: Río Reventazón-Parismina ⁽²⁾
- c) Los Canales de Tortuguero⁽³⁾
- d) Cuenca 19: Río Tempisque⁽⁴⁾
- e) Cuenca 31: Río Grande Térraba⁽⁵⁾
- f) Cuenca 22: Río Barranca⁽⁶⁾

Un resumen de estos resultados fueron presentados por Mora, Darner en el documento “*Calidad Microbiológica de las Aguas Superficiales en Costa Rica, Período 1994-2003*”.⁽⁷⁾ En la misma línea, la presente investigación tiene como objetivo principal determinar la situación de los usos del agua, los suelos, la tierra, y la calidad sanitaria de las aguas de la Cuenca del Río Barranca, en el período 2003. Además, se pretende establecer una comparación de los resultados con el estudio realizado por Mata, Ana y colaboradores en el período 1984-1986.⁽⁸⁾ Dicha cuenca tiene un área de 418km² en el cauce principal; el río Barranca tiene una longitud de 61.7km, en donde estudios realizados por Ramírez, Gerardo han identificado los diferentes usos de la tierra y el agua,^(9 y 10) incluyéndose la toma o fuente para el abastecimiento de agua potable en El Roble de Puntarenas.

2. OBJETIVOS

2.1 General

Determinar los usos de la tierra y la calidad sanitaria del Río Barranca, mediante el estudio de bibliografía disponible y campañas de muestreo, en diferentes puntos ubicados en su cauce, con el propósito de realizar análisis físico-químicos y microbiológicos y recomendar acciones inmediatas para proteger y minimizar la contaminación de sus aguas.

(1) Licenciado en Microbiología y Master en Salud Pública

(2) Asistente de Laboratorio

(3) Licenciado en Gestión Ambiental

2.2 Específicos

§ Determinar los diferentes usos que se hacen del agua y los suelos en la cuenca del río Barranca.

§ Identificar las posibles fuentes de contaminación del río Barranca.

§ Evaluar la calidad físico-química y microbiológica del río Barranca con respecto a los diferentes usos del agua.

§ Comparar los resultados obtenidos en los estudios microbiológicos realizados en el período 1984-1986, con los datos obtenidos en el 2003.

§ Evaluar el impacto de la contaminación fecal de la desembocadura del río Barranca sobre diferentes puntos de playa de los alrededores.

§ Establecer recomendaciones para minimizar y proteger de la contaminación las aguas de la Cuenca 19.

3. METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos antes mencionados, se aplicaron los siguientes pasos:

3.1 Usos de la tierra

En la determinación de los usos de la tierra en los 418km² de la Cuenca del Río Barranca, se aprovecharon los datos publicados por el Geógrafo Gerardo Ramírez en su documento *“Diagnóstico General de la Situación Ambiental Actual de la Cuenca del Río Barranca”*.

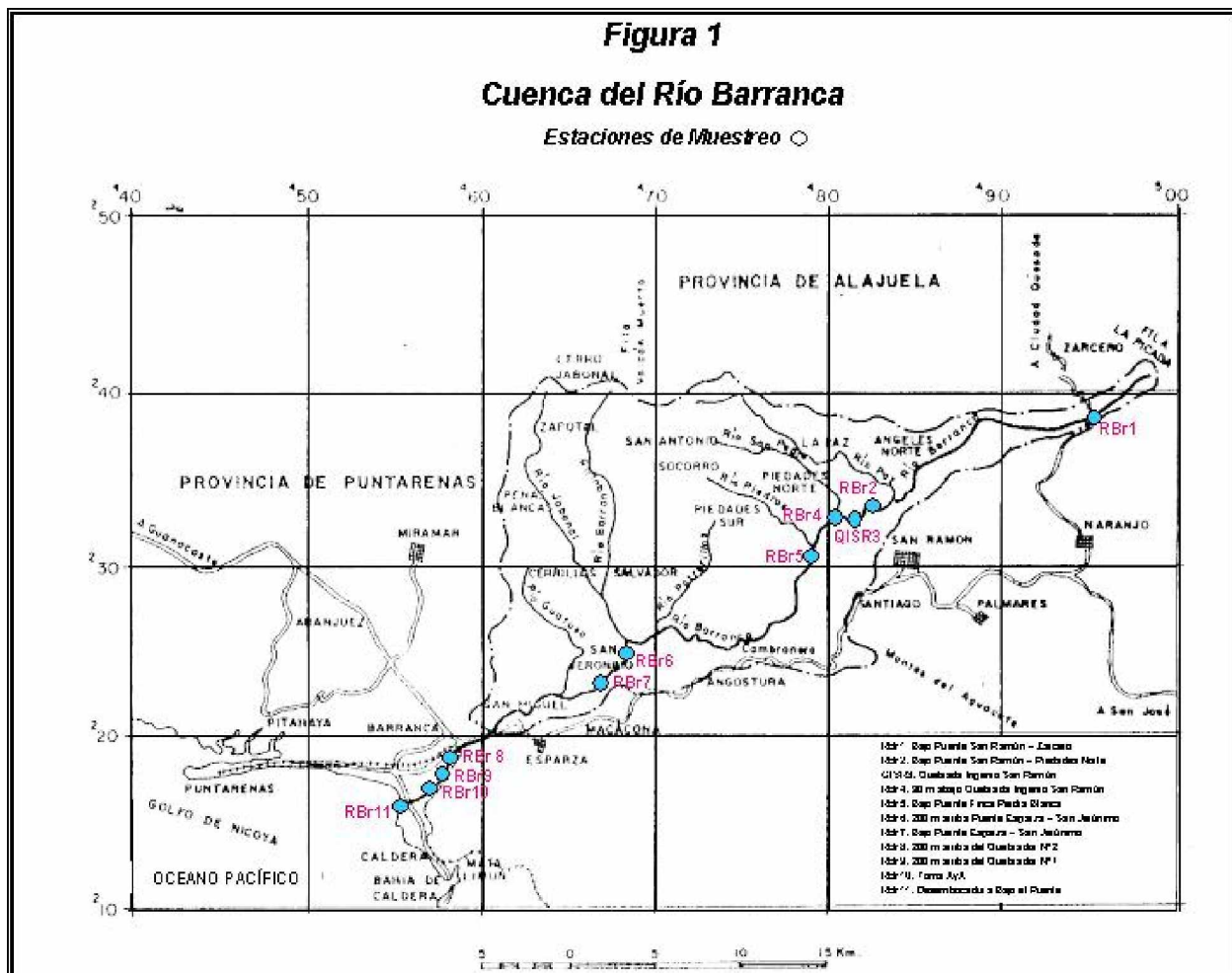
3.2 Fuentes de contaminación ubicadas cerca del cauce del Río Barranca

La identificación de las posibles fuentes de contaminación se realizó mediante el estudio de bibliografía existente, e inspecciones ejecutadas por el personal del LNA en el año 2003.

3.3 Calidad sanitaria de las aguas del Río Barranca

3.3.1 Campaña de muestreo: estaciones y frecuencia

Luego de la inspección sanitaria se establecieron 11 puntos o estaciones de muestreo, 7 de los cuales conservaron la misma ubicación del estudio elaborado en el período 1984-1986, con el objetivo de poder realizar una comparación en ambos períodos; los restantes fueron ubicados con el propósito de evaluar el impacto provocado por otras fuentes de contaminación. La frecuencia de los muestreos fue mensual durante las dos épocas del año. Las estaciones de monitoreo se ubicaron de acuerdo con la FIGURA 1.



3.3.2 Análisis de laboratorio y procesamiento de datos

Las determinaciones físico-químicas utilizadas fueron: color, turbiedad, pH, conductividad y dureza total, además de que se usaron los Coliformes fecales/100mL (CF/100mL) para medir la contaminación microbiológica. En el caso de los análisis físico-químicos, los datos se promediaron aritméticamente, y los datos del Número Más Probable de CF/100mL, se determinaron los mínimos, promedios geométricos y máximos anuales.

3.3.3 Técnicas de muestreo y análisis de laboratorio

Las campañas de muestreo y análisis físico-químicos y microbiológicos, se realizaron aplicando las directrices de los Métodos Estándar, edición No. 20.⁽¹¹⁾

3.3.4 Evaluación del impacto del río Barranca sobre las playas cercanas

Se utilizaron los resultados de CF/100 mL obtenidos durante el año 2003 en la Laboratorio Nacional de Aguas de AyA, en los puntos de muestreo ubicados en playa de Doña Ana, frente al hotel Fiesta y el hospital Monseñor Sanabria, para identificar el impacto de la contaminación fecal del río Barranca sobre sus aguas.

3.3.5 Criterios microbiológicos para evaluar la calidad del agua en sus diferentes usos

Los resultados de los promedios geométricos (Xg) anuales de CF/100mL se evaluaron utilizando los criterios microbiológicos para evaluar la calidad de las aguas en sus diferentes usos emitidos por el LNA.⁽¹²⁾, los cuales se pueden apreciar en las TABLAS 1, 2, 3, 4 y 5.

TABLA 1. CRITERIOS DE AGUAS CRUDAS PARA POTABILIZACION.

INDICADOR	UNIDAD	CALIDAD			
		Excelente	Buena	Regular	Mala
Coliformes fecales	NMP/100mL	<20	20-1500	1501-6000	>6000
		<20	20-150	151-200	>200
		<10	10-250	251-500	>500

Nota: Criterios Microbiológicos modificados por Mora, Darnier.

TABLA 2. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA AGUAS DULCES UTILIZADAS PARA RECREACION

INDICADOR	PROMEDIO GEOMETRICO		
	Contacto primario (natación)	Contacto Secundario (navegación)	Contacto Terciario (paisaje)
Coliformes fecales	500	5000	10000
E.coli	200	2000	5000
Staphylococcus aureus	100	---	---

Notas: Frecuencia de muestreo mensual.

Mínimo 12 datos.

Muestras recolectadas contra corriente a 30cm de profundidad.

TABLA 3. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA AGUAS USADAS EN ACUICULTURA

INDICADOR 100mL	PISCICULTURA	CULTIVO DE CAMARON	CULTIVO DE ALMEJA
Coliformes fecales	1000	100	4
Streptococcus fecales	100	80	23

TABLA 4. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA IRRIGACIÓN DE CULTIVOS AGRICOLAS

TIPO DE CULTIVO	PROMEDIO DE Coliformes Fecales/100mL
1. Riego de todo tipo de zonas verdes.	100
2. Silvicultura y aguas donde el acceso al público es prohibido.	<=1000
3. Aspersión cualquier cultivo	100
4. Riego de cultivos con tratamiento físico-químico antes de vender al consumidor (melones)	<=1000
5. Riego de pastos para ganado y semillas.	<=1000

TABLA 5. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA EVALUAR LAS AGUAS DE MAR EN COSTA RICA

CF/100 mL	CLASE	APTA PARA NATACIÓN
0 - <10	AA	Si
10 - 100	A	Si

100 - <=240	B	Si
>240	C	No

FUENTE: Mora, Darner.

4. RESULTADOS

4.1 Características de la cuenca

El Río Barranca posee sus nacientes en la elevación 2020 m.s.n.m. Su sistema de drenaje está compuesto por 18 subcuencas y una gran cantidad de microcuencas. Se encuentra dividida, desde el punto de vista de su jurisdicción, por áreas que pertenecen en su mayoría a la provincia de Alajuela y otras que se ubican en la provincia de Puntarenas, como se observa en el CUADRO 1.

CUADRO 1
DIVISIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA CUENCA DEL RIO BARRANCA

PROVINCIA	CANTON	DISTRITO	POBLADOS Y CASERIOS
PUNTARENAS	1. Puntarenas	8. Barranca	Barranca y San Miguel de Barranca
	2. Esparza	1. Espíritu Santo	Esparza, Macacona, Angostura, Guapinol y Marañonal.
		5. San Jerónimo	San Jerónimo, Cerrillos, Sabana Bonita, Mesetas Abajo y Peñas Blancas.
	4. Montes de Oro	1. Miramar	Zapotal y Jabonal.
		2. Santiago	Monserrat, Magallanes, Empalme, constancia, Río Jesús, Cambronero.
		3. San Juan	San Juan
		4. Piedades Norte	Piedades Norte, La Paz, La Esperanza, Bolívar.
ALAJUELA	2. San Ramón	5. Piedades Sur	Piedades Sur, Quebradillas, San Miguel, San Francisco, Salvador, Socorro, Chassoul.
		8. Angeles	Angeles Norte y Sur
		9. Alfaro	Alfaro
		10. Volio	Volio, Alto Villegas, Sifón
		12. Zapotal	San Antonio de Zapotal, Jabonalito, Jabonal, Carrera Buena.
	6. Naranjo	3. San José	Barranca, San Antonio de Barranca
		4. Cirrí Sur	Llano Bonito o Cirrí Norte, El Chayote, Palmita.

Fuente: Dirección General de Estadísticas y Censos.
División Política y Administrativa de Costa Rica.

4.2 Usos del agua y suelos e impactos ambientales en la cuenca del Río Barranca

4.2.1 Usos del agua

En la TABLA 5, a continuación se describen los principales usos del agua en la cuenca del Río Barranca.

TABLA 5. USOS DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RIO BARRANCA	
Abastecimiento de agua a poblaciones	Este uso se encuentra condicionado en su mayor parte al desarrollo y ejecución de proyectos por parte del Instituto Costarricense de Acueductos y

agua a poblaciones	Alcantarillados (AyA), por medio de su programa de construcción de acueductos a nivel urbano y rural y también a los gobiernos locales conformados por las municipalidades, lo mismo que por otras organizaciones de base, tales como las asociaciones de desarrollo y los comités de agua. El aprovechamiento del recurso hídrico que se realiza consiste en la utilización de los recursos hídricos superficiales (ríos y quebradas), subsuperficiales (fuentes o manantiales) y subterráneos (pozos). Actualmente las poblaciones que se están beneficiando son: Sector Este de Puntarenas (captación en el Río Barranca y en diversos campos de Pozos), Esparza, Peñas Blancas, Cerrillos y San Jerónimo (tomas en las Fuentes La Tiza y Targuazal), Marañonal de Esparza (pozos de Marañonal), Mojón y Mojoncito de Esparza (Fuentes Pinchante, Pastor y Pital), San Ramón y Palmares (Fuentes del Bajo Barrantes), además de otros poblados y caseríos como son: Salvador, Carrera Buena, Piedades Sur y Norte, Ángeles Sur y Norte, La Paz, Paraíso de Macacona, etc., que se abastecen de pequeñas fuentes. Se debe destacar que también se han definido algunos proyectos a mediano plazo para captar los ríos Jabonal y Barranquilla con la intención de brindar abastecimiento a Puntarenas y Esparza.
Producción de generación hidroeléctrica	Dentro de esta cuenca, solamente el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) hace uso del recurso hídrico para esta finalidad. Las características orográficas, hidrológicas y climáticas que presenta el área, determinan para que proyectos pequeños sean factibles de desarrollar. Es por esto que actualmente el ICE se encuentra operando el Proyecto Nagatac o Planta Alberto Echandi, localizada en la sección media de la cuenca, capaz de generar 4.9MW al año. También se han definido a nivel de anteproyecto otra serie de alternativas a largo plazo, como son los proyectos Magallanes, San Francisco, Barraca, Esparza, Guapinol, Esperanza, Esperanza II, Magallanes II, San Francisco II y Piedra de Fuego.
Concesiones de agua para diversos usos	Dentro del análisis de la información y hasta el mes de enero de 1990, se lograron cuantificar 138 solicitudes de concesión en las diversas subcuencas principales y microcuencas que conforman el sistemas de drenaje. El caudal solicitado y otorgado a esa fecha es de 903.97 L/s, aprovechado para uso doméstico, abastecimiento, agropecuario, consumo para animales (abrevaderos, lecherías y porquerizas), riego, industria, fuerza hidráulica y otro tipo de usos.
Proyecto de riego	Aunque dentro del área de estudio el Servicio Nacional de Riego y Avenamiento (SENARA) no ha contemplado ningún proyecto de este tipo, se debe resaltar que aguas abajo del puente sobre la Carretera Interamericana (Cuenca Inferior del Río Barranca), se tiene pensado desarrollar un proyecto de riego que utilizaría un caudal aproximado a los 3000 L/s, caudal mínimo con que cuenta dicho río durante la época de estiaje según los datos de aforo medidos por AyA. Este proyecto pretende irrigar una gran zona de aproximadamente 24278 Ha, que se localizan hacia el Oeste del cauce del Río Barranca.

4.2.2 Usos del Suelo

Por su parte, la TABLA 6 nos muestra los principales usos que se le dan al suelo en la cuenca del Río Barranca.

TABLA 6. USOS DEL SUELO EN LA CUENCA DEL RIO BARRANCA

AREA DE BOSQUE	
Bosque Muy Húmedo(P)	Este tipo de bosque se localiza en áreas que conforman la sección superior de la Cuenca del Río Barranca, entre los 1200 y 2200 m.s.n.m., abarcando un área total de 19.5 km ² (4.43%) y formando parte de la zona protectora El Chayote. Consiste de un bosque natural intervenido y en la actualidad se encuentra bajo la categoría de manejo citada anteriormente.
Bosque Húmedo Tropical Intervenido	Se encuentra en forma dispersa en la cuenca, formando pequeños núcleos en la sección media e inferior, entre las cotas de 100 y 500 m.s.n.m., distribuidos en su mayoría en ambas márgenes de los ríos y quebradas. Cubre un área total de 56 km ² (13.4%), constituyéndose en la categoría con mayor área de vegetación, compuesta por un bosque intervenido que en los últimos años ha estado sujeta a un proceso de regeneración natural.
Bosque Húmedo Tropical Premontano Denso	Se distribuye en grandes núcleos ubicados en los extremos noreste y suroeste de la cuenca media del Río Barranca, entre las cotas 500 msnm y 1000 msnm. Cubre un área de 18.3km ² (4.38%) distribuidos en la sección media de las subcuencas de los ríos Barranquilla y Jesús; consiste en un bosque intervenido, que se caracteriza por tener una cobertura arbórea abundante y diversa
Bosque Pluvial	Se ubica en la sección norte y noroeste del área de estudio, en las secciones superiores de los ríos Jabonal, Barranquilla, La Paz y San Pedro, entre las cotas de 1000 y 1400 m.s.n.m. Se caracteriza porque es uno de los bosques menos intervenidos y cubre un área de 38.8 km ² (9.28%). Constituye el área boscosa de mayor importancia dentro de la cuenca, debido a que es una zona de recarga de aguas superficiales, subsuperficiales y subterráneas.
Matorral y Tacotal (charral)	Abarca 11.5 km ² (2.75%) y se encuentra distribuida en forma de núcleos dispersos, referidos a pastizales abandonados en el sector de las microcuencas de las quebradas El Pastor y Pinchante.
Pastos	Esta categoría posee la mayor extensión en toda la cuenca, ya que cubre un área total de 188km ² (44,98%). Abundan en la sección central de la cuenca y en su mayoría son terrenos subutilizados, ya que soportan actividades de ganadería de engorde y leche incipiente.
Pastos mejorados	Poseen una cobertura de 21.5 km ² (5.14%). Se ubican entre las cotas de 800 y 1200 m.s.n.m., en terrenos con pendientes favorables y con un sistema de rotación por medio de aparatos; se dedican a la ganadería lechera.
CULTIVOS	
Café, caña india y hortalizas	Abarca un área de 51.7 km ² (12.36%). El cultivo del café se encuentra presente dentro de los límites de la cuenca media-superior del Río Barranca, distribuyéndose por las subcuencas de los ríos Barranquilla, La Paz, San Pedro, Sirón y Jesús. El cultivo de "Caña India" se encuentra formando parte de las mismas áreas cafetaleras en forma de pequeñas parcelas y como cercas vivas. Las hortalizas se siembran principalmente en la sección superior del Río Barranca en el sector de Volio, Alto Villegas y San Antonio de Barranca.
Áreas Silvestres Protegidas	Dentro del área de la Cuenca del Río Barranca se han definido tres categorías de manejo, denominadas: Zona Protectora El Chayote (sección superior de la Cuenca del Río Barranca), Refugio Nacional de Fauna Silvestre Peñas Blancas (sección media del Río Jabonal) y la Reserva Forestal de San Ramón (sección superior del Río Jabonal).

4.2.3 Impactos Ambientales

Las dos secciones que conforman la TABLA 7, nos describen los principales impactos ambientales que se detectaron a través de las inspecciones sanitarias en la cuenca del Río Barranca.

TABLA 7. IMPACTOS AMBIENTALES EN LA CUENCA DEL RIO BARRANCA	
Beneficio de café	Localizado en la subcuenca del Río Jabonal, específicamente en la microcuenca de la Quebrada El Beneficio. Afecta la calidad de las aguas del Río Jabonal principalmente durante la época seca, período en el cual, se presentan los caudales mínimos y por lo tanto se da un mayor problema de contaminación, referido a un incremento de Coliformes fecales. El desarrollo de esta actividad es a escala pequeña.
Ingenio de azúcar	Corresponde al Ingenio San Ramón, el cual se localiza en la sección media de la Cuenca del Río Barranca (en la localidad de Bolívar de San Ramón), específicamente en una microcuenca que es drenada por una quebrada sin nombre que afluye al cauce del río principal. El procesamiento para la obtención de la caña de azúcar provoca descargas de aguas residuales y sólidos que afluyen al cauce de dicha quebrada y posteriormente al del Río Barranca, cambiándole las condiciones de la calidad, principalmente en cuanto a modificaciones de tipo físico-químicas, bacteriológicas, biológicas y estéticas. (ver figura 2).
Basurero Municipal de San Ramón	Se localiza en la sección superior de la micro cuenca mencionada anteriormente. Consiste de un botadero de basura, donde parte de los residuos líquidos y sólidos son arrastrados por las aguas de escorrentía superficial hacia los cauces principales. Estos residuos provienen de la ciudad de San Ramón, manejándose un volumen diario de aproximadamente 30 y 35 m ³ . Esta actividad provoca contaminación de tipo atmosférica, hídrica, a la salud, visual o estética, etc.
Explotación y exploración de minería metálica por medio de túneles y a cielo abierto	Por su naturaleza geológica, la Cuenca del Río Barranca posee un gran potencial aurífero, que en algunas ocasiones se han explotado y se explota por medio de dos métodos: por túnel y a cielo abierto. El segundo método, si no se ejecuta y desarrolla con una planificación adecuada, puede causar grandes perjuicios desde el punto de vista de: eliminación de la cobertura forestal, destrucción de hábitat de animales, contaminación de recursos hídricos superficiales, subsuperficiales y subterráneos, problemas de erosión intensos, alteración de la calidad de las aguas al usar cianuro y mercurio, etc. Aproximadamente un 80% del área de la cuenca posee dicha riqueza mineral y aunque se encuentra totalmente concesionada, a la fecha solamente existen de dos a tres minas que están operando pero en pequeña escala.
Uso de agroquímicos	En las áreas de cultivos que se localizan e las subcuencas de los ríos Piedras, San Pedro, La Paz, Sifón, Estero-Cascajal y en la sección media-superior del Río Barranca, referidos a cultivos de café, caña de azúcar y hortalizas principalmente, se utilizan regularmente determinadas cantidades de agroquímicos para abonar y combatir plagas y malezas, los cuales podrían afectar en cualquier momento la calidad de las aguas de los ríos y quebradas, pero que hasta la fecha y según muestreos realizados en diversos puntos, no se ha detectado la presencia de alguno de ellos.
Descarga de residuos líquidos de origen doméstico	En la cuenca media y superior del Río Barranca, se asientan en forma lineal y cerca de los cauces una gran cantidad de caseríos, cuyas viviendas al no tener un sistema de evacuación de aguas servidas, optan por verterlas a los cauces con la consecuente contaminación hídrica por parte de detergentes y aguas negras.

TABLA 3. IMPACTOS AMBIENTALES EN LA CUENCA DEL RIO BARRANCA	
(Continuación)	
Quemas	Esta cuenca posee actualmente un área representativa en cuanto a charrales y pastos, los cuales durante la época seca suelen presentar problemas en cuanto a la presencia de quemas, lo cual no solo produce la eliminación de la vegetación regenerada, sino también produce problemas de erosión severos y pérdida de los diversos hábitat animales.
Explotación de tajos	Muy cerca de la toma de agua utilizada por AyA para abastecer el sector de Barranca y Puntarenas, a través de las aguas que son tratadas en la planta de Tratamiento “El Roble”, se presentan problemas de contaminación debido a la explotación de los tajos “Pocamar”, los cuales utilizan gran cantidad de maquinaria pesada para la explotación del material del río. La FIGURA 3 muestra algunas la situación del río Barranca, en el punto ubicado 200 metros aguas arriba del tajo y en el punto exacto donde se extrae material. Nótese el fuerte impacto y el deterioro en la calidad del agua del río causado por esta actividad.



Quebrada del Ingenio San Ramón antes de descargar al río Barranca

Desembocadura de la Quebrada del Ingenio San Ramón al río Barranca.



FIGURA 2. IMPACTO CAUSADO POR LA QUEBRADA UTILIZADA POR EL INGENIO SAN RAMÓN SOBRE EL RÍO BARRANCA

FIGURA 3. SITUACIÓN DE LA CUENCA DEL RIO BARRANCA ANTES Y DESPUÉS DE LA EXPLOTACIÓN DEL TAJO “POCAMAR”



Río Barranca 200 metros aguas arriba de tajos “POCAMAR”.



Condiciones del agua del río Barranca posterior a la explotación de los tajos “POCAMAR”.

4.3 Evaluación de la Calidad Físico-Química y Microbiológica de la Cuenca del Río Barranca

En el CUADRO 2 se resumen los promedios aritméticos y geométricos de las variables físico-químicas y microbiológicas, en los 11 puntos de muestreos respectivamente.

CUADRO 2. CUENCA DEL RIO BARRANCA: promedios de color, turbiedad, pH, conductividad y dureza total en los puntos de muestreo - Período 2003

Punto de Muestreo	Código	Color UP/C o	Turbiedad U.N.T.	pH	Conductividad. usm	Dureza Total mg/L	CF/100m L Xg
Abajo Puente San Ramón Zarcero	RBr1	32	19	7.7	85	40	1120
Bajo Puente S. Ramón Piedades Norte	RBr2	31	17	7.5	58	27	1350
Quebrada Ingenio San Ramón	QISR3	158	49	6.9	100	43	15130
30m abajo Quebrada Ingenio San Ramón	RBr4	39	23	7.4	60	28	7050
Bajo Puente Finca Piedra Blanca	RBr5	44	25	7.8	106	44	1640
200m arriba Puente Esparza-San Jerónimo	RBr6	31	25	7.8	129	51	810
Bajo Puente Esparza San Jerónimo	RBr7	28	19	7.9	148	52	1200
200m arriba del Quebrador No. 2	RBr8	31	25	7.8	132	52	1610
200m arriba del Quebrador No. 1	RBr9	38	35	7.7	135	52	680
Toma AyA	RBr10	36	35	7.8	129	54	860
Desembocadura Bajo el Puente	RBr11	46	37	7.7	4055	269	3420

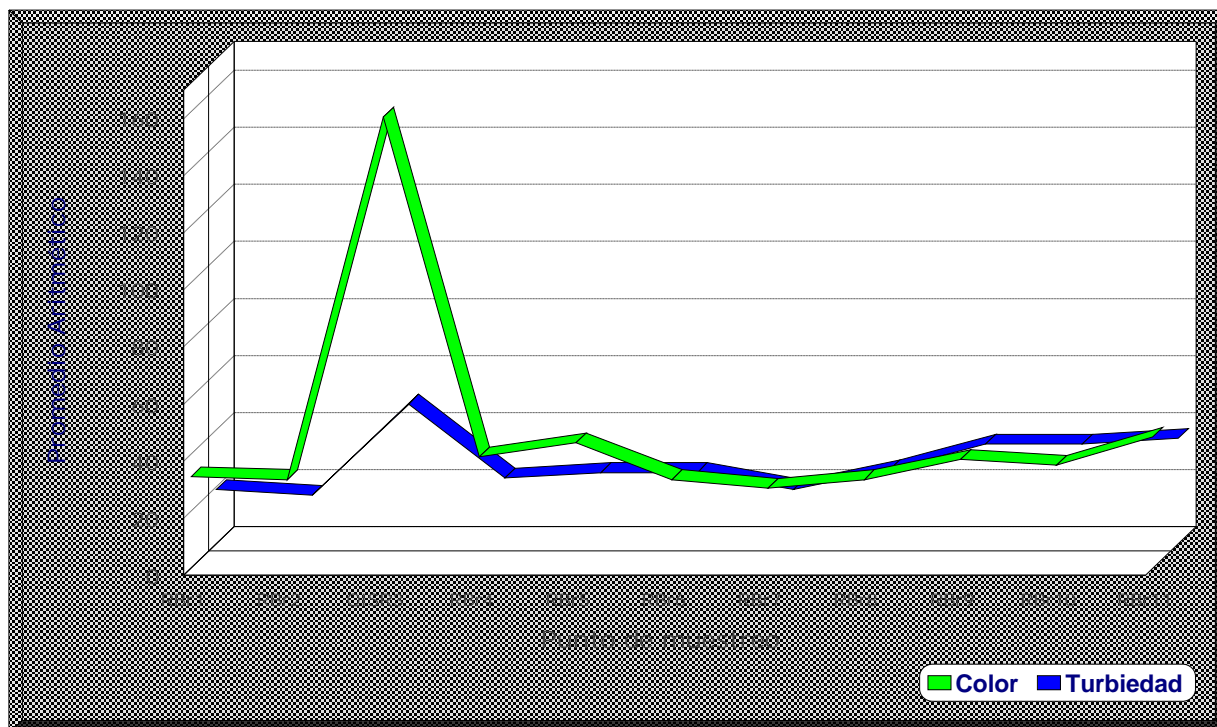
En el CUADRO 3, se presentan los mínimos, promedios y máximos de color y turbiedad en cada punto de muestreo; además, en el GRÁFICO 1 se visualizan los mismos promedios para cada variable indicada.

CUADRO 3. CUENCA DEL RIO BARRANCA: valores Mínimos, promedios y máximos de color y turbiedad en cada punto de muestreo - Período 2003

Punto de Muestreo	Código	Color UP/Co			Turbiedad UNT		
		Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo
Bajo Puente San Ramón Zarcero	RBr1	5	32	146	3	19	58
Bajo Puente S. Ramón Piedades Norte	RBr2	5	31	136	3	17	44
Quebrada Ingenio San Ramón	QISR3	10	158	1096	7	49	150
30m abajo Quebrada Ingenio San Ramón	RBr4	5	39	133	3	23	70
Bajo Puente Finca Piedra Blanca	RBr5	5	44	163	4	25	74
200m arriba Puente Esparza-San Jerónimo	RBr6	0	31	105	2	25	100
Bajo Puente Esparza San	RBr7	5	28	90	2	19	59

Jerónimo							
200m arriba del Quebrador No. 2	RBr8	0	31	113	2	26	100
200m arriba del Quebrador No. 1	RBr9	0	38	128	6	35	102
Toma Aya	RBr10	0	36	116	5	35	100
Desembocadura Bajo el Puente	RBr11	5	46	234	3	37	95

Gráfico 1. Promedio de Color y Turbiedad por Punto de Muestreo en la Cuenca del Río Barranca 2003



En el CUADRO 4, se resumen los mínimos, promedios y máximos de las densidades de Coliformes fecales/100mL en los 11 puntos estudiados en el año 2003. En el GRÁFICO 2, se observan los promedios de CF/100mL, en estos mismos puntos.

CUADRO 4. CUENCA DEL RIO BARRANCA: mínimos, promedios y máximos de Coliformes fecales/100mL en los puntos de muestreo - Período 2003

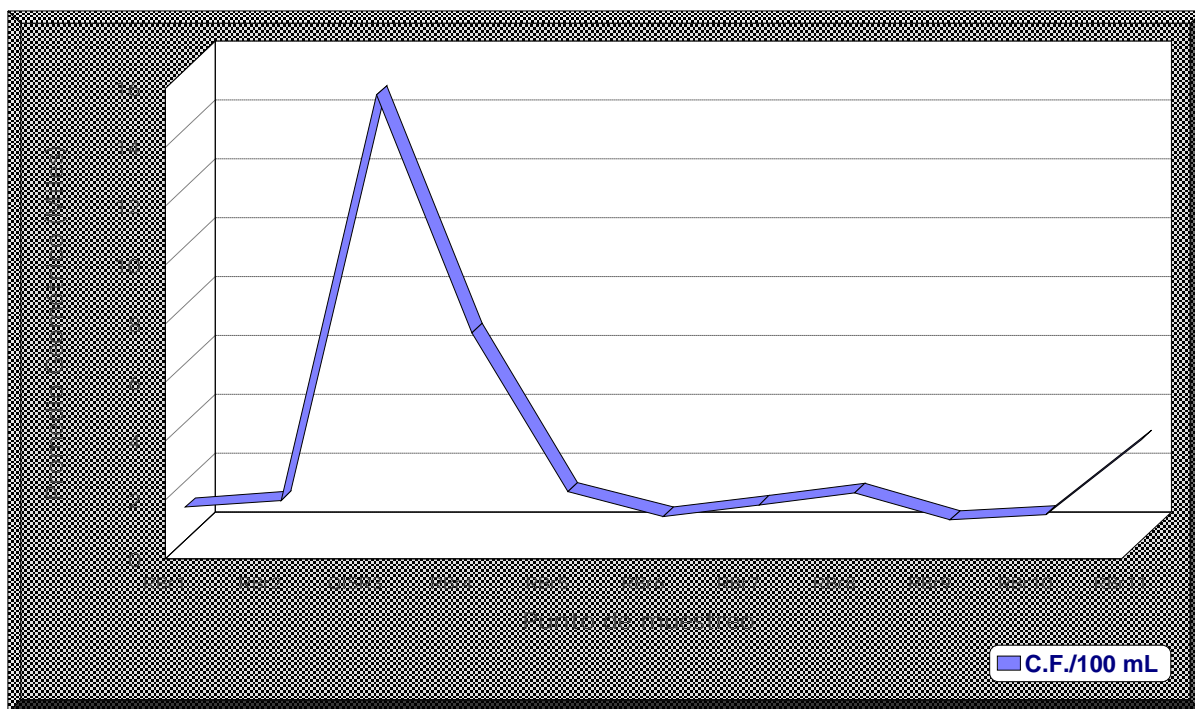
Punto de Muestreo	Código	Coliformes Fecales/100mL ⁽¹⁾			
		Mínimos	Xg ⁽²⁾	Máximos	
Bajo Puente San Ramón Zarcero	RBr1	210	1120	11000	Junio
Bajo Puente S. Ramón Piedades Norte	RBr2	36	1350	9300	Abril
Quebrada Ingenio San Ramón	QISR3	430	15130	1500000	Marzo
30m abajo Quebrada Ingenio San Ramón	RBr4	930	7050	430000	Febrero-Marzo-Abril-Junio

Bajo Puente Finca Piedra Blanca	RBr5	93	1640	24000	M
200m arriba Puente Esparza-San Jerónimo	RBr6	36	810	24000	M
Bajo Puente Esparza San Jerónimo	RBr7	93	1200	24000	Enero
200m arriba Quebrador # 2	RBr8	150	1610	9300	Setiembre
200m arriba Quebrador # 1	RBr9	43	680	11000	M
Toma AyA	RBr10	93	860	24000	Enero
Desc. Bajo el Puente	RBr11	210	3420	460000	Mayo

(1) Número más probable

(2) Promedio Geométrico

Gráfico 2. Promedio Geométrico de C.F./100 mL por Punto de Muestreo en la Cuenca del Río Barranca Período 2003



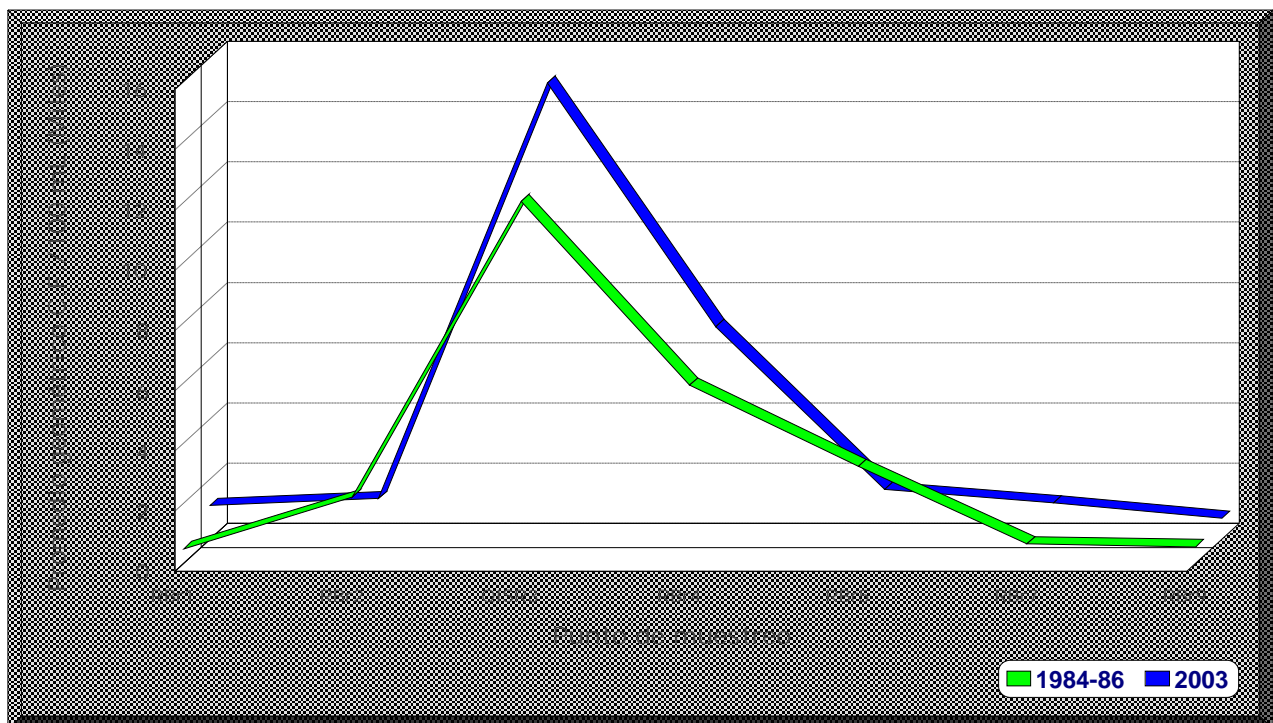
En el CUADRO 5 y GRAFICO 3 se presenta la comparación del promedio de Coliformes fecales/100mL en 7 puntos evaluados en el período 1984-1986, con respecto a los mismos puntos estudiados en el año 2003.

CUADRO 5. COMPARACIÓN DEL PROMEDIO GEOMÉTRICO DE Coliformes fecales/100mL 1984-1986

Punto de Muestreo	Código	Promedio Geométrico	
		1984-1986	2003
Bajo puente San Ramón Zarcero	RBr1	480	1120

Bajo puente San Ramón y Piedades Norte	RBr2	2200	1350
Quebrada Ingenio San Ramón	OISR3	12000	15130
30 m bajo Quebrada Ingenio San Ramón	RBr4	5900	7050
Bajo el puente Finca Piedra Blanca	RBr5	3200	1640
Bajo el Puente de Esparza y San Jerónimo	RBr7	640	1200
200 m arriba del Quebrada No. 1	RBr9	540	680

Gráfico 3. Comparación del promedio geométrico de C.F./100 mL de los períodos 1984-1986 y el 2003 en la cuenca del río Barranca



En el CUADRO 6, se observa la evaluación bacteriológica de cada uno de los 11 puntos de muestreo estudiados en la Cuenca del Río Barranca, utilizando los criterios microbiológicos para evaluar las aguas en sus diferentes usos.

CUADRO 6. EVALUACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO UTILIZANDO LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA LOS DIFERENTES USOS DEL AGUA EN EL RÍO BARRANCA – 2003

Punto de Muestreo	Xg CF 100 mL	Clasificación por Potabilización	Irrigación para Silvicultura, cultivos, pastos.	Notación	Piscicultura
RBr1	1120	Buena	No	No	No
RBr2	1350	Buena	No	No	No
RBr3	15130	Mala	No	No	No
RBr4	7050	Mala	No	No	No

RBr5	1640	Regular	No	No	No
RBr6	810	Buena	Si	No	Si
RBr7	1200	Buena	No	No	No
RBr8	1610	Regular	No	No	No
RBr9	680	Buena	Si	No	Si
RBr10	860	Buena	Si	No	Si
RBr11	3420	Regular	No	No	No

Por último, el CUADRO 7 nos muestra los mínimos, promedios y máximos de CF/100 mL en la playa de Doña Ana y los puntos de muestreo localizados frente al hotel Fiesta y el hospital Monseñor Sanabria.

CUADRO 7. CONTAMINACIÓN FECAL DE LAS PLAYAS CERCANAS A LA DESEMBOCADURA DEL RÍON BARRANCA 2003				
PUNTO DE MUESTREO	CF/100 mL			EVALUACIÓN SANITARIA
	MIN.	PROM.	MAX.	CLASE
Frente hotel Fiesta	Neg	172	4.600	B
Frente hospital Monseñor Sanabria	Neg	36	1.500	A
Playa de Doña Ana	Neg	390	2.400	C

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para efectos prácticos y no ser reiterativos, el análisis de resultados se concretizan en las siguientes conclusiones y recomendaciones:

5.1 Conclusiones

- ü Las inspecciones sanitarias y los trabajos o estudios realizados por Ramírez Gerardo, identifican una gran variedad de los usos del agua y el suelo en la Cuenca del Río Barranca, los cuales se resumen de la siguiente forma:

Usos del Agua

Abastecimiento de agua para potabilización.
Producción de generación eléctrica.
Proyectos de Riego
Concesión para diversos usos.

Usos del Suelo

Bosques
Matorral y tecotal
Pastos
Cultivos de café, caña india y hortalizas
Áreas silvestres protegidas.

- ü Se identificaron varias fuentes de contaminación sobre la cuenca:
 - § Beneficios de café.
 - § Ingenio de azúcar.
 - § El basurero municipal de San Ramón.
 - § Explotaciones mineras de oro a cielo abierto.
 - § Tajos y aprovechamientos de material aluvial.
 - § Uso de agroquímicos.
 - § Descargas de residuos líquidos domésticos.

En este sentido, es importante anotar el impacto que causan el Ingenio San Ramón y los Tajos Pocamar sobre el cause principal y la toma de agua cruda para potabilización de la Planta de El Roble. Por ejemplo, el aporte del Ingenio en CF/100mL y turbiedad fue de 15.130 CF/100mL y 158 unt de

turbiedad. Los trabajos del Tajo Pocamar incrementan los promedios de turbiedad en 10 unt, entre el punto RBr8 y RBr10.

- Ü Con respecto a la contaminación fecal de la cuenca se observa, como se indicó anteriormente, el impacto de la Quebrada del Ingenio San Ramón (cuerpo receptor) sobre el cauce principal, pasando de 1.350 CF/100mL, en el punto RBr2 a 7.050 CF/100mL, en el punto RBr4. Por otro lado, es importante señalar el incremento en la contaminación fecal que existe aguas abajo de la toma de AyA (RBr10) y el punto de la desembocadura (RBr11), pasando de 860 a 3.420 CF/100mL, lo cual sugiere las descargas de aguas domésticas de las poblaciones ubicadas entre las zonas que van desde Barranca hasta la desembocadura.
- Ü La comparación de las densidades promedios de CF/100mL entre el estudio realizado en el período 1984-1986, con respecto a esta investigación realizada en el año 2003, nos indica un leve incremento en los puntos RBr1, QISR3, RBr4, Rbr7 y Rbr9. Es decir, de 7 puntos contrastados en ambos períodos, un total de 5 han experimentados un aumento persistente de la contaminación fecal.
- Ü La evaluación realizada en los 11 puntos de muestreo con respecto a los criterios microbiológicos para cada uso del agua, indican:
 - a) Seis de los puntos son de buena calidad para potabilización: RBr1, RBr2, RBr6, RBr7, RBr9 y RBr10 (toma del AyA).
 - b) Solamente 3 puntos son aceptables para irrigación de silvicultura y pastos y otros cultivos: RBr10, RBr9, RBr6.
 - c) Ningún punto de muestreo es apto para la natación.
 - d) Solamente los puntos RBr10 y RBr9 son aptos para el cultivo de peces.
- Ü Los valores promedio generados con los resultados de CF/100 mL obtenidos durante las evaluaciones realizadas durante todo el año 2003, en los puntos de playa ubicados en Doña Ana y frente al hotel Fiesta y el Hospital Monseñor Sanabria, nos permiten evaluar estos puntos de muestreo como de clase C, B y A respectivamente. En ese sentido, la carga de CF presentes en la playa de Doña Ana manifiesta el considerable impacto de la desembocadura del río Barranca, haciendo que sus aguas sean catalogadas como no aptas para la natación.

5.2 Recomendaciones

El análisis de los resultados nos permiten hacer las siguientes recomendaciones:

- Ü Los resultados de los diferentes estudios realizados en esta cuenca, demuestran lo importante que es utilizar las cuencas hidrográficas como base para el ordenamiento y organización del uso eficiente del recurso ⁽¹³⁾.
- Ü El Ministerio de Salud y el Ministerio del Ambiente, le deben exigir al Ingenio de San Ramón y otras industrias, el cumplimiento del Decreto Ejecutivo No. 26042-S-MINAE sobre "Reglamento de Vertidos y Reuso de Aguas Residuales" ⁽¹⁴⁾, en las descargas de sus aguas industriales sobre el cuerpo receptor.
- Ü Por otro lado, es esencial que el AyA coordine esfuerzos con los propietarios del Tajo Pocamar, para evitar la sobreexplotación del tajo y del material aluvial, con el objetivo de no afectar la calidad del agua para potabilización en Barranca.
- Ü Por último, es fundamental hacer un inventario de las descargas de aguas domésticas ubicadas entre las comunidades de Barranca y la desembocadura del río del mismo nombre.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Sequeira, Marco. Rodríguez, Arturo. Informe de Monitoreo y Aforos en los Ríos de la Cuenca 24. Año 2002. San José. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Agosto 2002.
2. Mora, Darner. Contaminación Fecal del Río Reventazón. Período 1994-1995. Revista Costarricense de Salud Pública, 1997. Año 5. N°10 : 9-16.
3. Mora, Darner. Calidad Sanitaria de los Canales del Tortuguero y su Efecto sobre los diferentes Usos del Agua. Revista Costarricense de Salud Pública, 1997. Año 6, N°10 : 1-8.
4. Mora, Darner; Portuquez, Felipe; Brenes, Gustavo. Evaluación de la contaminación fecal de la cuenca del río Tempisque 1997-2000. revista Costarricense de Salud Pública. Año 2001.
5. Mora, Darner; Portuquez, Felipe; Brenes, Gustavo. Evaluación de la calidad microbiológica del río Grande de Térraba 2002. Revista Costarricense de Salud Pública 2003. Año 12. N°23 : 11 a 22.
6. Mora, Darner; Fonseca, Oscar; Quirós, José. Informe preliminar de la calidad orgánica del río Barranca 2003. Tres ríos, La Unión. Laboratorio Nacional de Aguas. 2003.
7. Mora, Darner. Calidad Microbiológica de las aguas superficiales en Costa Rica 1994-2003. Revista costarricense de Salud Pública 2004. Año 13, N° 24 : .
8. Mata, Ana; Rojas, Juan Carlos; González , Edgar; Pérez, Flora. Calidad bacteriológica de las aguas del río Barranca durante el período 1984-1986. II congreso Nacional de Ingeniería de los Recursos Hídricos. 29-30-31 de octubre 1987. San José, Costa Rica.
9. Ramírez, Gerardo. Diagnóstico general de la situación ambiental actual de la cuenca del río Barranca. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 1998.
10. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Cuenca del río Barranca: localización y ubicación de puntos de muestreo y algunos factores de disturbio. Estudios Básicos. San José, Costa Rica, 1984.
11. APHA, AWWA, WPCF. Standard Methods. Examination of water and wastewater. Edition 20. Washington D.C.. USA, 1998.
12. Mora, Darner. Actualización de criterios microbiológicos para evaluar las aguas en sus diferentes usos, 1998. Revista Costarricense de Salud Pública, 1998. Año 7, N°15 : 15-24.
13. Dengo, Jorge Manuel. Perspectivas y problemas en el uso del agua. San José, Costa Rica. Foro Ambiental, 2000.
14. Ministerio de Salud y Ministerio del Ambiente y Energía. Decreto Ejecutivo N°26042-S-MINAE. Reglamento de Vertidos y Reuso de Aguas Residuales. LA GACETA N°117 del 19 de junio de 1997. San José, Costa Rica.