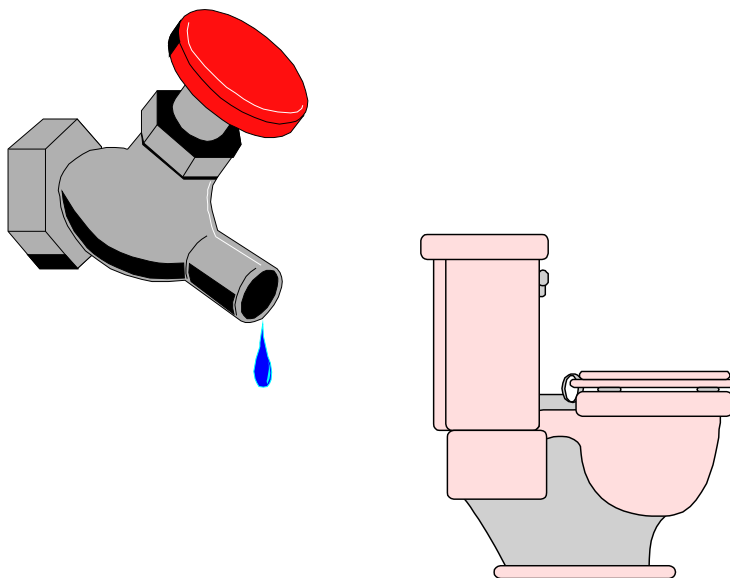


**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS**

LABORATORIO NACIONAL DE AGUA



**“SITUACION DE COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA PARA
CONSUMO HUMANO Y DISPOSICION DE EXCRETAS EN
COSTA RICA A FINALES
DEL AÑO 2001”**

**PREPARADO POR: M.Sc. Darner Mora Alvarado
Br. Carlos Felipe Portuguez B.**

FEBRERO, 2002

AGRADECIMIENTO

Es justo externar el más profundo agradecimiento al grupo de funcionarios del Laboratorio Nacional de Aguas, cuyo aporte hizo posible la elaboración del presente trabajo, en especial a las Dras. Ana Victoria Mata, Gabriela Catarinella y Johanna Méndez en el procesamiento de los datos, además del personal de la Sección de Química y del Área de Muestreo.

SITUACION DE COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DISPOSICION DE EXCRETAS EN COSTA RICA A FINALES DEL AÑO 2001

PREPARADO POR: M.Sc. Darner Mora Alvarado¹
Br. Carlos Felipe Portuguez B.²

1. INTRODUCCION

Fundamentados en los programas de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano (ACH), realizados por el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), se han publicado, en los últimos 11 años, diversos artículos que describen la evolución de la cobertura y calidad del ACH en Costa Rica ^(1, 2, 3 y 4). A principios del año 2000, el suscrito propuso un “Programa Nacional de Mejoramiento de la Calidad del Agua para Consumo Humano – período 2000-2002” ⁽⁵⁾, en donde se definieron los componentes básicos para alcanzar los objetivos de mejorar paulatinamente la cobertura, tratamiento y desinfección del ACH, para lograr con ello el mejoramiento de la calidad de agua. Los cuatro componentes del mencionado programa son: a) cobertura, tecnología, potabilización y desinfección; b) políticas, normas y legislación; c) vigilancia y control; d) educación, movilización social y autosostenibilidad. En este mismo año se publicó otro documento denominado “Situación de cobertura y Calidad del Agua para Consumo Humano en Costa Rica a Finales del año 2000” ⁽⁶⁾, el cual evaluó el leve progreso en los cuatro componentes indicados. Dicho informe contó con la ventaja de la previa realización del “CENSO 2000” ⁽⁷⁾, lo cual permitió depurar los datos del país.

El presente informe aborda tanto la cobertura y calidad del ACH como la situación de la disposición de excretas (DE), con el objetivo de replantear o establecer un “Programa de Mejoramiento de la Calidad del Agua para Consumo Humano para el Período 2002-2006” (ver documento aparte). Por otro lado, servirá de insumo a otro artículo denominado “Cobertura de Agua para Consumo Humano y Disposición de Excretas y Alfabetización y su Relación con la Salud Pública en el Continente Americano”.

¹ Licenciado en Microbiología y Química Clínica / Master en Salud Pública con Enfoque en Gerencia

² Bachiller en Gestión Ambiental

Telfs: 279-51-18 / 279-90-86 / 279-61-44

Telfax. 279-59-73 E. Mail: dmora@aya.go.cr y fportuguez@aya.go.cr

Como se observa, en este trabajo se analiza con mayor detalle la situación de cobertura, vigilancia y control de la calidad del ACH suministrada por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), Municipalidades, Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) y los Comités de Acueductos Rurales (CAAR's) y/o Asociaciones Administradoras de Acueductos (ASADAS). Además, se determina la situación de cobertura con DE a finales del año 2001.

2. OBJETIVOS

2.1 General

Analizar la situación de cobertura, vigilancia y control de la calidad del ACH y DE mediante el estudio de los datos e informes del LNA y otras publicaciones, con el afán de evaluar el avance logrado durante el año 2001 y establecer las bases para plantear en Costa Rica el “Programa Nacional de Mejoramiento de la Calidad del Agua para Consumo Humano - Período 2002-2006”.

2.2 Específicos

- ↪ Determinar la cobertura, vigilancia y control de calidad del ACH.
- ↪ Inventariar los acueductos operados por el AyA, Municipalidades, ESPH, CAAR's (ASADAS).
- ↪ Determinar la población abastecida con agua de calidad potable en Costa Rica.
- ↪ Identificar y cuantificar, por provincia, el número de acueductos que suministran agua sometida a tratamiento y/o desinfección.
- ↪ Determinar e inventariar los diferentes tipos de fuentes de agua del país: nacientes, pozos, ríos o quebradas y mixtos.
- ↪ Estudiar la situación de cobertura de DE en el país al 31 de diciembre del año 2001.
- ↪ Evaluar el cumplimiento de las metas propuestas para el año 2001 en el “Programa Nacional de Mejoramiento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”.

3. MATERIALES Y METODOS

Antes de describir la metodología utilizada en esta investigación, es importante aclarar que la potabilidad del ACH se define como aquella agua que al ser ingerida no cause enfermedad al ser humano. Para determinar si el agua cumple con este calificativo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ^(8, 9 y 10) y el Reglamento para la Calidad del

Agua Potable de Costa Rica ⁽¹¹⁾ definen valores máximos permisibles en variables estéticas, de operación (sustancias que provocan quejas de los usuarios) y variables relacionadas con la salud; entre las primeras podemos citar aspectos físicos como color, temperatura, turbiedad, conductividad y pH. En el caso de los parámetros relacionados con la salud, se pueden citar los nitratos, metales pesados, sustancias orgánicas tóxicas (trihalometanos) y pesticidas. Desde el punto de vista microbiológico, el indicador tradicional utilizado son las bacterias del Grupo Coliforme fecal (CF/100 mL). La interpretación de los análisis físico-químicos y microbiológicos, para determinar si una ACH es potable o no, se debe fundamentar en la evaluación anual de los sistemas de abastecimiento de agua al relacionar las fuentes de agua, tanques de almacenamiento y red de distribución (la frecuencia y número de muestras depende de la población abastecida por el acueducto correspondiente). Dicha interpretación se debe fundamentar en la violación de los parámetros relacionados con la salud. En el caso de los parámetros químicos como los nitratos (mg/L) están asociados con enfermedades crónicas, mientras que la contaminación fecal del agua puede provocar enfermedades infecciosas agudas.

Por otro lado, con respecto a la disposición de excretas, el ser humano evacua las aguas domésticas por medio de los siguientes mecanismos: alcantarillados sanitario (colectores y tratamiento), alcantarillado (solamente colectores sin tratamiento), tanques sépticos (drenajes en el subsuelo) y letrinas o pozos negros.

3.1 Datos de población y resultados de laboratorio

La población al 31 de diciembre del año 2001 se estimó utilizando la población del “CENSO 2000” al mes de junio, aplicando la ecuación con una tasa de crecimiento de 2,8% anual. Los datos de análisis de aguas se obtienen de los siguientes informes:

- ↳ Informe de calidad del agua para consumo humano suministrada por el AyA en el año 2001 ⁽¹²⁾
- ↳ Informe de vigilancia de la calidad del agua suministrada por los acueductos municipales en el año 2001 ⁽¹³⁾
- ↳ Informe de calidad del agua suministrada por los acueductos rurales en Costa Rica en el período 2000-2001 ⁽¹⁴⁾

3.2 Procesamiento de datos para obtener la cobertura y calidad del ACH

3.2.1 Cobertura de ACH y agua potable

La cobertura con ACH (conexión intradomiciliar y fácil acceso) se obtiene del inventario realizado por el LNA y el CENSO 2000. La calidad del agua se obtiene de los informes mencionados en el punto 3.1.

3.2.2 Evaluación de ACH y agua potable

Como se indicó anteriormente, la evaluación de la calidad del agua se realiza a través de programas de vigilancia y control realizados en los acueductos operados por AyA, ESPH, municipios, ASADAS y/o CAAR's. La misma se fundamenta en análisis microbiológicos y la violación de los parámetros químicos relacionados con la salud. Los análisis de laboratorio se realizan siguiendo las directrices del "Standard Methods of Water and Waste Water", edición XIX. ⁽¹⁵⁾

3.3 Análisis del cumplimiento de las metas propuestas para el año 2001

Se analizaron los resultados obtenidos sobre la cobertura, desinfección, vigilancia y control de la calidad del agua del período 2001, los cuales fueron comparados con las metas propuestas para el mismo período en el "Programa Nacional de Mejoramiento de la Calidad del agua para Consumo Humano, Costa Rica período 2000-2002".

3.4 Cobertura de disposición de excretas

La definición de los diferentes tipos de sistemas de disposición de excretas, se realiza con base en los resultados del "CENSO 2000" y el Proyecto Estado de La Nación. ⁽¹⁶⁾

3.5 Presentación de resultados

Los resultados se presentan por medio de cuadros, tablas, gráficos y texto.

4. RESULTADOS

4.1 Cobertura, vigilancia y control de calidad del ACH

El cuadro 1 resume los datos de cobertura, vigilancia y control de calidad del ACH por ente operador, a finales del año 2001.

Posteriormente, los gráficos 1, 2 y 3 presentan, por separado, la cobertura de población con ACH, la cobertura de la población que recibe agua sometida a control de calidad y la población cubierta con agua de calidad potable, respectivamente.

CUADRO 1
AGUA PARA CONSUMO HUMANO: cobertura, vigilancia y control de calidad por entidades administradoras y población a finales del 2001

				<i>Vigilancia de calidad</i>		<i>Control de calidad</i>		<i>Agua calidad potable</i>	
Ente administrador	# sistemas	Cobertura	%	Población	%	Población	%	Población	%
AyA	171	1.717.161	48.9 43.2*	1.717.161	100	1.717.161	100	1.670.092	97.2
Municipios	252	637.668	18.2 16.1*	637.668	100	142.185	22.3	419.323	65.8
ESPH	6	185.726	5.3 4.7*	185.726	100	185.726	100	185.726	100
CAAR's ó ASADAS	1.629	963.376	27.6 24.4*	960.568	99.1	0	0	535.999	55.3
<i>SUBTOTAL (1)</i>	<i>2.058</i>	<i>3.509.931</i>	<i>100</i> <i>88.4*</i>	<i>3.501.123</i>	<i>99.7</i>	<i>2.045.072</i>	<i>58.3</i>	<i>2.811.140</i>	<i>80.1</i> <i>70.8*</i>
Acueductos privados + fácil acceso	ND	358.137	9.0*	ND	ND	ND	ND	198.050	55.3 (3)
Sin información	--	103.254	2.6*	--	--	--	--	--	--
<i>TOTAL</i>	<i>--</i>	<i>3.971.322 (2)</i>	<i>100</i>	<i>3.501.123</i>	<i>88.2*</i>	<i>2.045.072</i>	<i>51.5*</i>	<i>3.009.190</i>	<i>75.8*</i>

*Valores calculados con base en la población total del país.

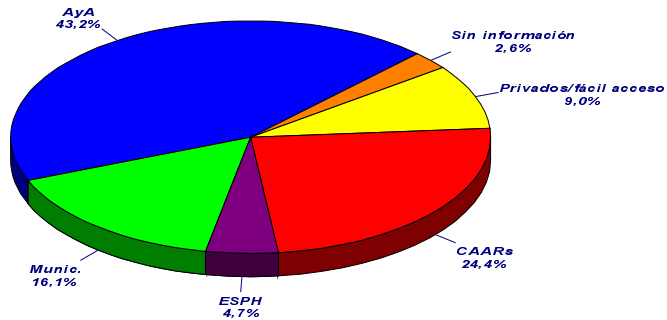
(1) Población cubierta por entidades administradoras de acueductos.

(2) Población total de Costa Rica al 31/12/2001, según CENSO 2000.

(3) SE aplica un porcentaje similar al de los CAAR's.

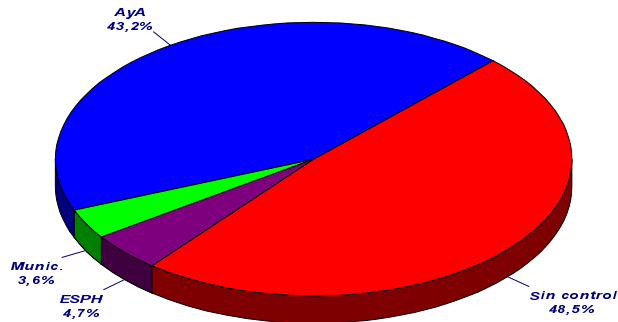
ND: no determinado.

GRAFICO 1
COBERTURA CON AGUA PARA CONSUMO HUMANO
EN COSTA RICA A FINALES DEL AÑO 2001



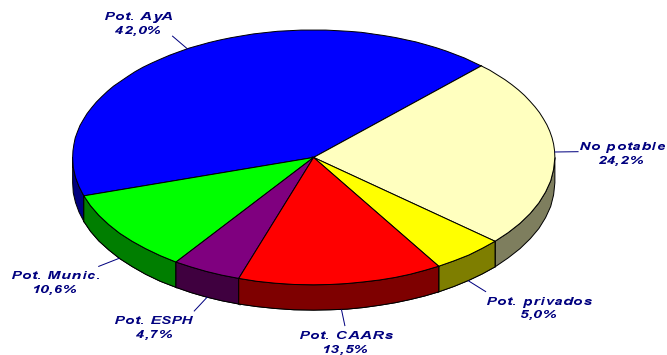
Población total de 3.971.322 habitantes al 31/12/2001, según el CENSO 2000.
 FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas de AyA.

GRAFICO 2
COBERTURA CON AGUA SOMETIDA A CONTROL
DE CALIDAD EN COSTA RICA
A FINALES DEL AÑO 2001



Población total de 3.971.322 habitantes al 31/12/2001, según CENSO 2000.
 FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas de AyA.

GRAFICO 3
COBERTURA CON AGUA POTABLE POR ENTE
ADMINISTRADOR EN COSTA RICA
A FINALES DEL AÑO 2001



Población total de 3.971.322 habitantes al 31/12/2001, según el CENSO 2000.
 FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas de AyA.

4.2 Distribución por provincias de acueductos por entidad operadora

En el cuadro 2 se resume la distribución provincial de los acueductos operados por AyA, ESPH, municipios, CAAR's y/o ASADAS, incluyendo los sistemas potables y no potables.

CUADRO 2
DISTRIBUCION DE LOS ACUEDUCTOS OPERADOS POR AyA, CAAR's,
MUNICIPALIDADES Y ESPH POR CALIDAD - 2001

Provincia	AyA			CAAR's				Municipalidades			ESPH		
	Total	Calidad		Total	Calidad		SE	Total	Calidad		Total	Calidad	
		Pot	No pot		Pot	No pot			Pot	No pot		Pot	No pot
San José	58	38	20	340	107	218	15	31	8	23	0	--	--
Alajuela	24	19	5	387	200	157	30	72	32	40	0	--	--
Cartago	0	--	--	202	87	113	2	90	44	46	0	--	--
Heredia	2	2	0	29	14	13	2	44	26	18	6	6	0
Guanacaste	36	36	0	295	175	112	8	2	2	0	0	--	--
Puntarenas	31	25	6	250	86	141	23	13	2	11	0	--	--
Limón	20	13	7	126	44	75	7	0	--	--	0	--	--
Totales	171	133	38	1629	713	829	87	252	114	138	6	6	0

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas AyA

4.3 Sistemas con tratamiento convencional y/o desinfección por ente operador

En el cuadro 3 se presenta el total de acueductos estudiados, de acuerdo al ente operador y su condición de acueductos clorados y no clorados, además del número de sistemas con tratamiento convencional.

CUADRO 3
TRATAMIENTO, DESINFECCION Y CALIDAD DEL AGUA EN LOS ACUEDUCTOS
DE COSTA RICA SEGÚN ENTE OPERADOR – PERIODO 2000-2001

Ente operador	Acueductos							
	Total		Tratamiento		Desinfección		Potables	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
AyA	171	8.3	23	1.1	135	6.6	133	6.5
Municipalidades	252	12.2	4	0.2	60	2.9	114	5.5
ESPH	6	0.3	0	0.0	6	0.3	6	0.3
CAAR´s	1629	79.2	12	0.6	204	9.9	713	34.6
Totales	2058	100	39	1.9	405	19.7	966	46.9

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas AyA

4.4 Población abastecida por ente operador con y sin desinfección

En el cuadro 4 se presenta la población abastecida por ente operador, la calidad del agua y la población que recibe agua con desinfección.

CUADRO 4
POBLACION ABASTECIDA CON Y SIN DESINFECCION POR ENTE OPERADOR EN EL 2001

Ente operador	Total		Potable		No potable		Sin evaluar		Clorados		No clorados	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
AyA	1.717.161	48.9	1.670.092	47.6	47.069	1.3	0	0	1.678.110	47.8	39.051	1.1
Munic.	637.668	18.2	419.323	11.9	218.345	6.2	0	0	342.826	9.8	294.842	8.4
ESPH	185.726	5.3	185.726	5.3	0	0	0	0	185.726	5.3	0	0
CAAR´s	969.376	27.6	535.999	15.3	424.569	12.1	8.808	0.3	203.840	5.8	756.728	21.6
Total	3.509.931	100	2.811.140	80.1	689.983	19.7	8.808	0.3	2.410.502	68.7	1.090.621	31.1

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas AyA

4.5 Distribución por provincias de cobertura poblacional y calidad del agua suministrada por los entes operadores

En el cuadro 5.1 y 5.2 se presenta la distribución poblacional y de calidad del agua suministrada por AyA, municipios, ESPH y CAAR´s-ASADAS.

CUADRO 5,1													
COBERTURA POBLACIONAL Y CALIDAD DEL AGUA EN LOS ACUEDUCTOS OPERADOS POR AyA,													
MUNICIPALIDADES, CAAR's Y ESPH POR CALIDAD - PERIODO 2001													
Provincia	AyA			CAAR's			SE	Municipal			ESPH		
	Calidad			Calidad				Calidad			Calidad		
	Total	Pot.	No pot.	Total	Pot.	No pot.		Total	Pot.	No pot.	Total	Pot.	No pot.
San José	990.731	979.008	11.723	158.467	80.164	73.479	4.824	35.320	20.852	14.468	0	--	--
Alajuela	157.966	155.948	2.018	319.094	192.638	124.633	1.823	200.781	134.905	65.876	0	--	--
Cartago	0	--	--	137.390	85.421	50.903	1.066	243.702	163.832	79.870	0	--	--
Heredia	14.592	14.592	0	26.513	14.110	12.003	400	130.497	82.810	47.687	185.726	185.726	0
Guanacaste	168.912	168.912	0	113.667	76.436	37.231	0	3.523	3.523	0	0	--	--
Puntarenas	203.336	192.072	11.264	129.233	48.087	80.451	695	23.845	13.401	10.444	0	--	--
Limón	181.624	159.560	22.064	85.012	39.143	45.869	0	0	--	--	0	--	--
Totales	1.717.161	1.670.092	47.069	969.376	535.999	424.569	8.808	637.668	419.323	218.345	185.726	185.726	0

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas AyA

CUADRO 5.2
DISTRIBUCION POBLACIONAL Y CALIDAD DEL AGUA EN LOS ACUEDUCTOS OPERADOS
POR LOS PRINCIPALES ENTES OPERADORES –PERIODO 2001

Provincia	Total	Potable		No potable		Sin evaluar	
		Nº hab.	%	Nº hab.	%	Nº hab.	%
San José	1.184.518	1.080.024	30.8	99.670	2.8	4.824	0.1
Alajuela	677.841	483.491	13.8	192.527	5.5	1.823	0.1
Cartago	381.092	249.253	7.1	130.773	3.7	1.066	0.0
Heredia	357.328	297.238	8.5	59.690	1.7	400	0.0
Guanacaste	286.102	248.871	7.1	37.231	1.1	0	0.0
Puntarenas	356.414	253.560	7.2	102.159	2.9	695	0.0
Limón	266.636	198.703	5.7	67.933	1.9	0	0.0
Totales	3.509.931	2.811.140	80.1	689.983	19.7	8.808	0.3

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas AyA

4.6 Resumen de la calidad físico-química del ACH

En los 2058 acueductos estudiados en todo el país, se han realizado análisis físico-químicos con una frecuencia menor que los análisis microbiológicos. De acuerdo con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable, los parámetros físico-químicos se dividen en estéticos u organolépticos, parámetros físico-químicos de sustancias no deseadas y parámetros de sustancias orgánicas e inorgánicas de significado para la salud.

A nivel general el país cuenta con fuentes de agua con pocos problemas físico-químicos. En cuanto a los aspectos estéticos u organolépticos, existen fuentes superficiales (ríos o quebradas) con turbiedades oscilantes, debido a la deforestación aguas arriba; el ejemplo más preocupante es el río Virilla, en la zona de Guadalupe y el río Bananito en Limón. En el caso de las aguas subterráneas existen zonas con altos contenidos de hierro y manganeso, como Sixaola, Guácimo y Matina. Además, hay zonas costeras con aguas duras que, aunque no sobrepasan las normas, son incrustantes (Nicoya, Nandayure, Santa Cruz, Ciudad Neilly, Limón y Puntarenas Centro). Por el contrario, en algunos acueductos de la Meseta Central existen acueductos con aguas blandas (corrosivas), como el embalse El Llano. Sin embargo, los problemas más importantes en las fuentes de agua es la falta de

protección, lo que conlleva riesgos de contaminación con pesticidas por la presencia de monocultivos como el banano, caña de azúcar, café y helechos.

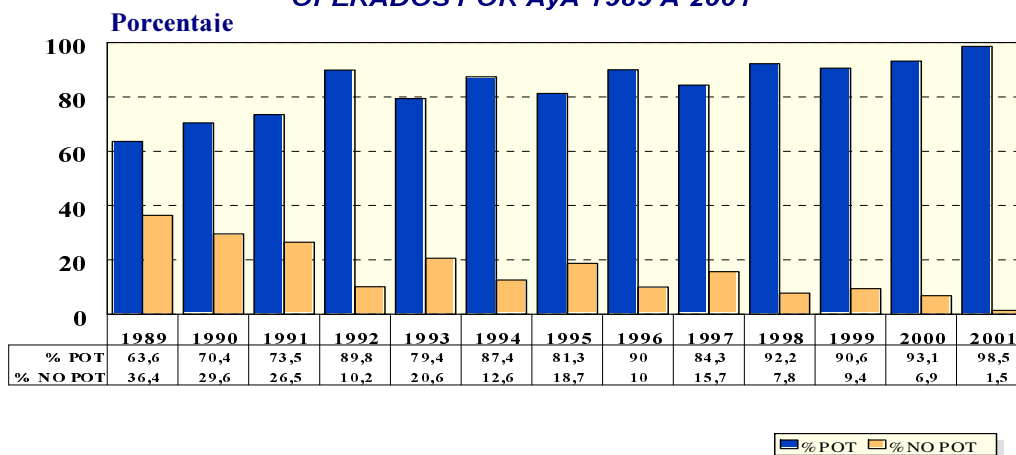
Otro problema en las aguas subterráneas es la tendencia de varios acuíferos a sobrepasar el valor máximo de 50 mg/L de nitratos. Entre estos acuíferos se encuentran, en el Area Metropolitana, el Colima superior, varios acuíferos usados por entidades privadas los cuales incluso ya pasaron el valor límite. Este problema se extiende a fuentes de acueductos ubicados en Paraíso, Alajuela (San Isidro de Atenas y otros) y en Nicoya (Bolsón y Ortega). La contaminación con nitratos es causada por el uso de fertilizantes nitrogenados y la influencia de aguas residuales domésticas. Los nitratos pueden producir metahemoglobinemia, enfermedad que afecta la captación de oxígeno por parte del glóbulo rojo sanguíneo, sobre todo en niños menores de un año.

4.7 Evolución de la calidad del agua suministrada por el AyA, municipios y CAAR's (ASADAS)

4.7.1 Agua suministrada por AyA

GRAFICO 4

VALORES PORCENTUALES DE HABITANTES ABASTECIDOS CON AGUA POTABLE Y NO POTABLE EN LOS ACUEDUCTOS OPERADOS POR AyA 1989 A 2001



FUENTE: Informes Anuales de Calidad del Agua- Lab. Nal. Aguas.

4.7.2 Agua suministrada por municipios

En el cuadro 6 se presenta la evolución del agua suministrada por los acueductos municipales.

CUADRO 6. COMPORTAMIENTO DE COBERTURA DE CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA POR MUNICIPIOS 1996-2001		
AÑO	% COBERTURA CON AGUA PARA CONSUMO HUMANO	
	Potable	No potable
1996	37	63
1997	42	58
1998	ND	ND
1999	73	27
2000	64.2	35.8
2001	65.8	34.2

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas AyA

4.7.3 Agua suministrada por Comités de Acueductos Rurales (CAAR's o ASADAS)

CUADRO 7. AGUA SUMINISTRADA POR CAAR's ó ASADAS 1999-2001		
AÑO	% COBERTURA CON AGUA PARA CONSUMO HUMANO	
	Potable	No potable
1999	51	49
2000	51	49
2001	55.3	44.7

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas AyA

4.8 Comparación de cobertura y calidad del agua de los años 2000 y 2001

4.8.1 Comparación para todo el país

En el cuadro 8 se presenta la comparación de la cobertura poblacional y el suministro de agua potable en los años 2000 y 2001.

CUADRO 8
**AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN COSTA RICA: comparación de cobertura
y calidad del agua suministrada por las entidades operadoras, fácil acceso
y privadas en los años 2000 y 2001**

Operador	Cobertura de población				Cobertura con agua de calidad potable				
	2000	%	2001	%	2000	%	2001	%	% incremento
<i>AyA</i>	1.659.781	43.4	1.717.161	43.2	1.545.754	40.4	1.670.092	42.0	1.6
<i>Municipalidades</i>	653.713	17.1	637.668	16.1	419.684	11.0	419.323	10.6	-0.4
<i>ESPH</i>	180.000	4.7	185.726	4.7	180.000	4.7	185.726	4.7	0.0
<i>CAAR's/ ASADAS</i>	1.098.496	28.7	963.376	24.4	560.000	14.6	535.999	13.5	-0.5
<i>Privados + fácil acceso</i>	136.013	3.5	358.137	9.0	69.367	1.81	198.050	5.0	3.2
<i>Sin información</i>	96.590	2.6	103.254	2.6	----	----	----	----	----
TOTALES	3.824.593	100	3.971.322	100	3.009.190	72.5	3.971.322	75.8	4.4

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas AyA

4.8.2 Comparación por ente operador

CUADRO 9
AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN COSTA RICA: cobertura de población y
calidad del agua suministrada por el AyA, Municipalidades, ESPH y
CAAR's (ASADAS) en los años 2000 y 2001

Ente operador	Cobertura de población				Calidad del agua				
	2000	%	2001	%	2000	%	2001	%	% incremento
AyA	1.659.781	46.2	1.717.161	49	1.545.754	43.8	1.670.092	47.7	3.9
Municipalidades	653.713	18.2	637.668	18.2	419.684	11.7	419.323	12.0	0.3
ESPH	180.000	5.0	185.726	5.3	180.000	5.0	185.726	5.3	0.3
CAAR's/ ASADAS	1.098.496	30.6	963.376*	27.5	560.000	15.6	535.999	15.3	-0.3
TOTALES	3.591.990	100	3.501.123	100	2.705.438	76.1	2.811.140	80.3	4.2

NOTA: un total de 93.459 habitantes que se incluyeron en CAAR's o ASADAS en el año 2000, fueron trasladados a acueductos de fácil acceso y/o privados.

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas AyA

4.9 Inventario de fuentes de agua

CUADRO 10
FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE LOS ACUEDUCTOS OPERADOS POR AyA, COMITES DE
ACUEDUCTOS RURALES, MUNICIPALIDADES Y ESPH -PERIODO ABRIL 2001

Ente operador	Fuentes de abastecimiento				Subtotales
	Pozos	Nacientes	Plantas	Superficial	
AyA	164	144	29	11	348
Comités rurales	422	1.106	1	147	1.676
Municipalidades, ESPH	40	230	3	46	319
Totales	626	1.480	33	204	2.343

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas AyA

4.10 Cumplimiento de metas del “Plan Nacional de Mejoramiento de la Calidad del Agua para Consumo Humano – 2001-2002”

En los cuadros 10.A, 10.B, 10.C y 10.D se resumen las metas propuestas en el “Plan Nacional de Mejoramiento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” y el cumplimiento o incumplimiento de las mismas para el año 2001.

4.10.1 Cobertura y tecnología de potabilización y desinfección

CUADRO 10.1 COBERTURA Y TECNOLOGIA DE POTABILIZACION Y DESINFECCION

Componentes del plan	Metas Año 2001	Logro Año 2001	AyA Año 2001	MUNICIP. Año 2001	CAAR's Año 2001	E.S.P.H Año 2001	Cumplido
-Desinfección del agua en acueductos con poblaciones de:							
>50.000 habitantes							
Entre 20.000 y 50.000	95% desinf.	100% desinf.	100% desinf.	100% desinf.	--% desinfec.	100% desinf.	Si
Entre 2.500 y 20.000	90%	85%	100%	66.6%	--%	100%	Si
Entre 500 y 2.500	75%	56%	93%	52%	30%	100%	No
<500	60%	25%	85%	20%	18%	100%	No
	50%	10%	55%	13%	8%	--%	No
-Potabilización del agua en acueductos con poblaciones de: *							
>50.000 habitantes	75% tratam.	71% tratam.	80% tratam.	100% tratam.	--% tratam..	**% tratam..	No
Entre 20.000 y 50.000	60%	11% (89%**)	20%	**%	--%	**%	No
Entre 2.500 y 20.000	50%	12.5% (56%**)	1.4% (25%**)	**%	6% (30%**)	**%	No
Entre 500 y 2.500	35%	1.4% (25%**)	6.6% (93%**)	(20%**)	1% (20%**)	**%	No
<500	25%	0.3 % (10%**)	1.9% (55%**)	(13%**)	0.5% (7.9%**)	**%	No
*Cuando el tratamiento sea necesario. **Cuando la potabilización NO es necesaria							

-Desarrollo de una política de formación de recursos humanos en el sector.							No
-Contar con diagnóstico de tecnologías e información sobre sistemas de suministros y tratamiento de agua potable.							Si
-Adopción de un programa nacional de desinfección de aguas.							No
-Contar con programas de certificación de operadores de plantas de tratamiento y aguas residuales.							No
-Contar con un sistema de información para agua potable, alcantarillado y saneamiento.							Si
-Formulación de proyectos de investigación							Si

-- : no tienen acueductos con el número de habitantes del intervalo.

Nota: No contabiliza la puesta en marcha de la planta de tratamiento de Gutiérrez Brown (en diciembre del 2000), la cual abastece a 10.000 habitantes (CAAR's).

4.10.2 Políticas, normas y legislación

Cuadro 10.2
Políticas, Normas y Legislación

Metas a Corto Plazo (2001)	Cumplimiento
- Incorporar calidad de agua y saneamiento en políticas sectoriales.	En transición
- Contar con programas sectoriales para el agua y la salud.	SI
- Contar con normas de calidad de agua potable *	SI
- Contar con normas para vertido y reuso de efluentes. *	SI

**Deben revizarse y actualizarse las Normas de Calidad, tanto para agua potable como para vertido de efluentes.*

4.10.3 Vigilancia y control de la calidad del agua

Cuadro 10.3
Vigilancia y Control de la Calidad del Agua

Metas (Año 2001)	Logro (Año 2001)	AyA (Año 2001)	MUNICIP. (Año 2001)	CAAR's (Año 2001)	E.S.P.H (Año 2001)	Cumplido
- Desarrollo de programas de vigilancia y control de calidad del agua, según cobertura poblacional por acueducto. (Porcentajes: indican cobertura mínima de programas).						
Vigilancia						
Más de 50.000: 75%	100%	100%	100%	--%	100%	Si
Entre 10.000 y 50.000: 50%	100%	100%	100%	100%	100%	Si
Menos de 10.000: 30%	98%	100%	100%	95%	100%	Si
Control						
Más de 50.000 90%	100%	100%	100%	--%	100%	Si
Entre 10.000 y 50.000: 75%	60%	100%	8%	0%	100%	No
Menos de 10.000: 30%	17%	100%	10%	0%	100%	No
- Contar con procedimientos para acreditación de laboratorios.						Si

<ul style="list-style-type: none"> - Contar con métodos de muestreo y análisis de campo y de laboratorio, e inspecciones sanitarias. 						Si
<ul style="list-style-type: none"> - Contar con procedimientos para vigilancia y control de la calidad del agua potable. 						SI
<ul style="list-style-type: none"> - Contar con metodología para pruebas de evaluación de desempeño e intercalibración de laboratorios. 						SI
<ul style="list-style-type: none"> - Diseño de una estructura y de un sistema de información para vigilancia y el control de la calidad el agua potable. 						SI

--: No tiene acueductos con poblaciones ubicadas en este intervalo.

4.10.4 Educación, movilización social y financiamiento

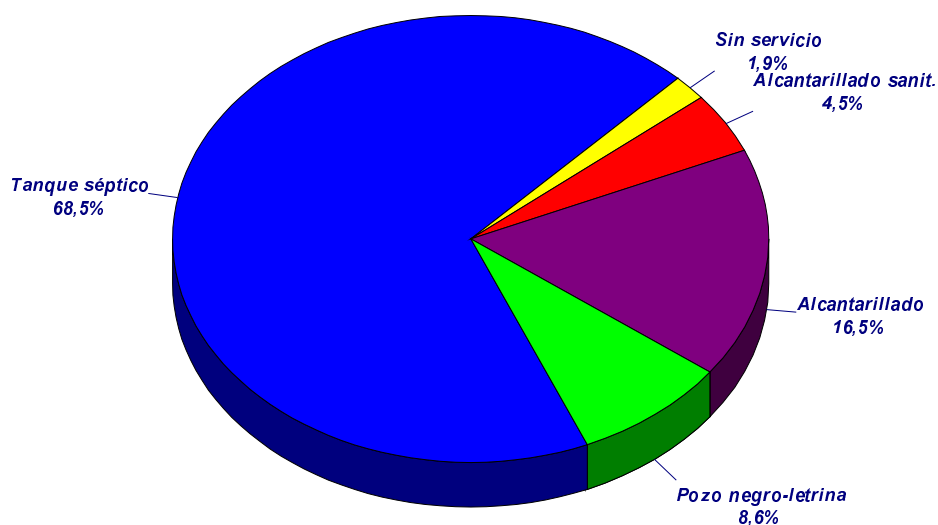
Cuadro 10.4
Educación, movilización social y financiamiento

Metas a Corto Plazo (2001)	Cumplimiento
- Incorporar en planes sectoriales y de educación la cultura del agua.	En proceso
- Crear programas de divulgación sobre la calidad del agua.	No
- Contar con un plan educativo y de entrenamiento para mejorar hábitos de higiene y saneamiento básico.	NO

4.11 Disposición de aguas domésticas en Costa Rica

En el gráfico 5 se presenta la cobertura y tipo de servicios de aguas domésticas en Costa Rica a finales del año 2001.

GRAFICO 4
COBERTURA Y TIPO DE SERVICIO DE AGUAS
DOMESTICAS EN COSTA RICA A FINALES
DEL AÑO 2001



FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas de AyA.

5. ANALISIS DE RESULTADOS

5.1 Cobertura, vigilancia y control de calidad

El análisis de los resultados indican que la población total de Costa Rica, al 31 de diciembre del 2001, era de 3.971.322 habitantes; de esta el 97.4% recibe ACH y el 75.8% es abastecida con agua de calidad potable. No obstante, el 80.1% de la población recibe agua intradomiciliar suministrada por los CAAR's, ESPH, AyA y municipalidades.

Por otra parte, el 99.7 del ACH suministrada por los mencionados entes operadores es sometida a un programa de vigilancia de su calidad, realizado por el LNA. Sin embargo, solamente el 58.3% de la población es suplida con agua sometida a un riguroso sistema de control de calidad. Estos acueductos son los 171 operados por AyA y los que se encuentran

bajo la administración de las municipalidades de Cartago (sector central), Belén y La Unión, además de los acueductos administrados por la ESPH.

Como se observa en el cuadro 1, varios acueductos rurales que no tienen comité o ASADA legalizado, fueron considerados para efectos de este estudio como “Acueductos privados más fácil acceso”, en donde también se incluye la población abastecida con sistemas privados y miniacueductos (358.137 personas). Además, existen 103.254 habitantes de los que no se tienen información acerca de la forma como se abastecen de ACH.

5.2 Distribución por provincias

Con el objetivo de establecer prioridades se distribuye el total de los acueductos por provincia, entidad operadora y por la calidad del agua suministrada. Los resultados de los 2058 acueductos estudiados (cuadro 2) indican que AyA opera un total de 171 acueductos, de los cuales 133 son potables y 38 no potables. En el caso de los CAAR's/ASADAS se inventariaron 1629 acueductos; de estos 713 son potables y 829 no potables. Con respecto a los 252 sistemas operados por los municipios, 144 son potables y 138 no potables. Por último, la ESPH administra 6 acueductos, todos de calidad potable. A manera de resumen general de todo el país, 966 acueductos (46.9%) suministran agua de calidad potable y 1005 (48.8%) agua no potable. Además en el año 2001 un total de 87 acueductos(4.2%) no fueron evaluados. Dichosamente, aunque solamente el 46.9% de los sistemas suplen agua potable, los mismos cubren la mayor cantidad de población, lo que permite que el 80.2% sea abastecida con agua potable.

5.3 Sistemas con tratamiento y/o desinfección

Los principales acueductos que se abastecen con aguas de origen superficial (ríos, quebradas y embalses) tiene plantas potabilizadoras, los cuales suman un total de 39. Además, 405 (19.7%) de los acueductos tienen operando equipos de desinfección en forma permanente, es decir, más del 80% de los acueductos del país no cuentan con sistemas de desinfección.

5.4 Población abastecida con y sin desinfección

Del total de la población abastecida a través de los cuatro principales entes operadores de acueductos (3.509.931 personas), el 68.7% (2.410.502) reciben agua

sometida a desinfección constante. Esto implica que el 31.1% de la población recibe agua sin desinfección, lo cual representa un alto riesgo para la salud de los usuarios.

5.5 Distribución de la cobertura poblacional por provincias, ente operador y calidad del agua

Como se observa en los cuadros 5.1 y 5.2, las provincias con mayor cobertura porcentual con ACH son Heredia y Guanacaste con 100% y Puntarenas con 99.3%. En contraste, Limón es la provincia que presenta menor cobertura con 78.3%, seguido en orden creciente por San José y Alajuela con un 88% y 88.1%, respectivamente. Estas coberturas coinciden con asentamientos periurbanos (precarios), los cuales en muchos casos no cuentan con agua intradomiciliar pero que se abastecen de pozos y fuentes públicas.

En cuanto a la potabilidad, las provincias con menor cobertura con agua de calidad potable son Cartago (65.4%), Puntarenas (71%) y Alajuela (71.3%). Por el contrario, las que presentan mayor cobertura son San José (91.2%), Guanacaste (87%) y Heredia (83.2%).

5.6 Calidad físico-química del ACH

El análisis físico-químico de las aguas de los 2058 acueductos evaluados, demuestra características concordantes con la geología de la zona en donde están ubicadas las respectivas fuentes de agua; por ejemplo, los acueductos costeros tienen aguas duras (altos contenidos de calcio y magnesio), lo que produce incrustaciones afectando la vida media de las tuberías. Caso contrario ocurre en los sistemas ubicados en la Meseta Central, cuyas aguas son generalmente blandas y presentan características corrosivas. Por otro lado, las zonas del Sixaola, Matina, Guácimo, entre otros, existen acuíferos con contenidos elevados de hierro y manganeso, los cuales podrían producir problemas estéticos en el agua lo que provoca rechazo de los consumidores.

Por último, el problema más serio de riesgo de contaminación de las fuentes de agua es el uso de fertilizantes nitrogenados y la utilización de tanques sépticos para evacuar excretas, lo cual se hace evidente sobre todo por el incremento de los niveles de nitratos en los acuíferos del Area Metropolitana y diversos sectores de Alajuela, Cartago y Guanacaste, además de la contaminación silenciosa de pesticidas en algunas fuentes de agua rodeadas por monocultivos.

5.7 Evolución de la calidad del agua

5.7.1 Agua suministrada por AyA

En los últimos 12 años, el agua suministrada por AyA ha incrementado considerablemente su calidad, pasando de un 63.6% de población abastecida con agua de calidad potable en 1989 a un 97.2% en el año 2001.

5.7.2 Agua suministrada por municipios

El avance en el suministro de ACH de los acueductos operados por las municipalidades, ha presentado un avance paulatino en el indicador población abastecida con agua potable, pasando de un 37% en 1996 a un 65.8% en el año 2001.

5.7.3 Aguas suministrada por CAAR's/ASADAS

El análisis de los 1629 acueductos rurales inventariados durante los años 1999, 2000 y 2001, demuestra un leve aumento en la población abastecida con agua potable, pasando de un 51 a un 55.3%.

5.8 Comparación de cobertura y calidad del agua en los años 2000 y 2001

La cobertura con ACH del año 2001 se mantuvo prácticamente igual al período anterior; sin embargo, se observa un importante avance en el suministro de agua potable abastecida por AyA, ESPH, municipios y CAAR's, pasando de 76.1 a 80.3%. Al comparar el avance de cobertura de agua de calidad potable con respecto al total de la población del país, se observa un incremento de 72.5 a 75.8% entre los años 2000 y 2001.

5.9 Inventario de fuentes de agua

En el período 2001 el LNA inventarió y estudió 2343 fuentes de agua ubicadas en todo el territorio nacional; de estas 626 eran pozos, 1480 nacientes, 33 son ríos, quebradas o embalses sometidos a tratamiento convencional y 204 son quebradas sin tratamiento. Además, existen acueductos mixtos (92 en total) abastecidos por pozos-nacientes, nacientes- quebradas, entre otras posibles combinaciones. En términos generales, el 55% de la población costarricense se abastece con aguas subterráneas.

5.10 Cumplimiento de metas para el 2001

Como se indicó en la introducción, en el año 2000 se planteó un “Programa Nacional para el Mejoramiento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2000-2002”, basado en cuatro componentes básicos; los resultados o metas alcanzados para cada uno de ellos se presentan a continuación:

- a) Cobertura y tecnología de potabilización y desinfección:** en los acueductos que abastecen poblaciones que superan las 50.000 personas y los que se ubican entre 20.000 y 50.000 personas, prácticamente se alcanzaron las metas de desinfección establecidas. Sin embargo, en los que presentan poblaciones entre 2.500 y 20.000 habitantes, solo se logró un 56% de la meta establecida (la meta fue trazada en 75%). Esta situación se agrava en los acueductos con intervalos de población entre 500 y 2.500 e inferiores a 500 habitantes, los que obtuvieron valores de 25 y 10%, respectivamente, cuando las metas a alcanzar eran de 60 y 50%. En el caso de la construcción de sistemas de tratamiento para los acueductos con aguas superficiales, aún persisten 92 acueductos rurales abastecidos por quebradas o ríos sin tratamiento; como es lógico, el problema se concentra en sistemas que abastecen poblaciones inferiores a 2.500 habitantes. Con respecto a las metas cualitativas, sigue sin alcanzarse el “desarrollo de una política de formación de recursos humanos en el sector agua potable y saneamiento”, no se ha cumplido con la “adopción o creación de un programa nacional de desinfección de aguas”, además de no contar con “programas de certificación de operadores de plantas potabilizadoras de agua”.
- b) Políticas, normas y legislación:** el gran avance durante el año 2001 fue la realización del documento denominado Análisis del Sector Agua Potable y Saneamiento ⁽¹⁷⁾, el cual representa un excelente diagnóstico y propuesta de proyectos que, de ser aplicados, lograrían una mejoría en la disposición de excretas y en el mejoramiento de la calidad del servicio de agua potable; sin embargo, el mayor logro sería el ordenamiento de leyes y competencias entre las instituciones involucradas. La aplicación del análisis sectorial es la base para incorporar estos dos aspectos a las políticas nacionales.
- c) Vigilancia y control de la calidad del agua:** en vigilancia de la calidad del ACH se han alcanzado las metas propuestas, gracias a la labor desarrollada por el LNA en todo el país. No obstante, en el control de calidad existen grandes deficiencias en los sistemas con coberturas de población inferiores a 10.000 habitantes. Con respecto a las metas cualitativas, dichosamente el país cuenta con elementos de gran importancia como:
- ↳ Procedimientos de acreditación
 - ↳ Metodologías de muestreo y análisis de laboratorio

- ↳ Programas de vigilancia y control de la calidad del agua
- ↳ El LNA tiene estudios de intercalibración con países de Europa y Suramérica
- ↳ El LNA cuenta con un sistema de información actualizado, sin embargo, no existe un sistema de información nacional para agua y saneamiento

d) Educación, movilización social y financiamiento: no existen programas de divulgación permanentes sobre la calidad del agua. En el campo educativo, AyA logró incorporar el tema del agua y ambiente en los cursos de primaria y secundaria del Ministerio de Educación. En el mismo análisis sectorial se incluyen programas de educación para desarrollar una verdadera “cultura del agua”.

5.11 Situación de disposición de excretas

Los resultados demuestran que el sistema predominante en nuestro país para tratar las aguas residuales domésticas es el tanque séptico, el cual es utilizado por el 68.5% de la población nacional. Por otra parte, es seguido en un segundo lugar el uso de alcantarillado con un 16.5%, pozo negro o letrinas en un 8.6%, alcantarillado sanitario en un 4.5% y 1.9% sin servicio. No obstante estos datos, solamente un pequeño porcentaje de esas aguas es sometido a tratamiento antes de ser depositadas en los cauces receptores, ya que las únicas aguas que son estabilizadas son las de Pérez Zeledón, Cañas, Liberia, Santa Cruz y Nicoya a través de lagunas de estabilización, y las de algunos sectores de Puntarenas por medio de la planta de El Roble. Además, existen industrias privadas en el ámbito nacional que cuentan con sistemas de tratamiento de sus aguas residuales, cuyos controles son responsabilidad del Ministerio de Salud a través de los respectivos reportes operacionales.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- ↳ La cobertura del país en el suministro de ACH es de 97.4% de la población nacional, la cual es abastecida por AyA (43.2%), municipalidades (16.1%), ESPH (4.7%), CAAR´s/ASADAS (24.4%) y acueductos privados o de fácil acceso (9.0%).
- ↳ El 51% de la población abastecida recibe agua sometida a programas de control de calidad y un 88.2% a programas de vigilancia de la calidad del agua.
- ↳ El 75.8% de la población total del país recibe agua de calidad potable; de esta, el 80.1% fue suministrada por AyA, municipalidades, ESPH y CAAR´s/ASADAS.

- ↪ Se observa un incremento de 4.2% de población abastecida con agua de calidad potable entre los períodos 2000 y 2001.
- ↪ El número de acueductos inventariados es de 2.058 distribuidos en 171 para AyA, 1629 CAAR´s/ASADAS, 6 de la ESPH y 252 municipales.
- ↪ La población abastecida con agua de calidad potable es de 3.009.190 personas, lo que implica que existen 952.132 habitantes que reciben agua no potable.
- ↪ De los 2.058 acueductos, 405 cuentan con equipos de desinfección (cloración) para un 19.7%, lo cual refleja un incremento de 1.7% con respecto al año 2000.
- ↪ Las provincias con mayor cobertura de ACH son Heredia, Guanacaste y Puntarenas.
- ↪ Las provincias que suministran a la población mayor cantidad de agua de calidad no potable son Cartago, Puntarenas, Alajuela y Limón, con 34.6, 29, 28.7 y 25.5%, respectivamente.
- ↪ El LNA ha inventariado 2.343 fuentes de ACH en todo el país, de las cuales 626 son pozos, 1.480 nacientes, 204 superficiales sin tratamiento y 33 ríos, quebradas y embalses (El Llano) que tienen sistemas de tratamiento convencional. Se estima que el 55% de la población se abastece con aguas subterráneas y 45% con superficiales.
- ↪ El país experimentó un importante avance en las metas propuestas en el “Programa Nacional para el Mejoramiento de la Calidad del Agua 2000-2002”, sobre todo con la realización del Análisis del sector agua potable y saneamiento realizado con financiamiento de la OPS y AyA.
- ↪ Sin embargo, no se avanzó en el desarrollo de una política de formación de recursos humanos en el sector; tampoco existe un programa nacional de desinfección de aguas ni la acreditación de operadores de planta de tratamiento de agua potable y residual.
- ↪ En el año 2001 se evidenció la ausencia de protección de las fuentes de agua que abastecen al mayoría de la población nacional, a través de las emergencias por la contaminación del río Virilla (planta de Guadalupe), Puente Mulas, Santa María de Dota, entre otros.
- ↪ Con respecto a la disposición de excretas o aguas residuales domésticas, la cobertura del país con algún sistema de tratamiento a finales del 2001 es de 98.1%. Dicho servicio se realiza en un 68.5% por tanques sépticos , 16.5% por alcantarillado, 8.6% por medio de pozos negros-letrinas y 4.5% por medio de alcantarillado sanitario.

6.2 Recomendaciones

El año 2001 fue, en el campo del suministro de ACH, un año de contrastes; por un lado se logró avanzar levemente en el indicador de población abastecida con agua de calidad potable, pero por otro lado fue un año de crisis en la contaminación de dos grandes acueductos (Guadalupe y Puente Mulas). Esta situación nos llama a reflexionar y plantear propuestas futuras, a mediano y largo plazo, para mejorar el servicio de agua potable en todo el país. En razón de lo expuesto anteriormente hacemos las siguientes sugerencias:

- ↪ El próximo gobierno del país debe aprobar, con las correcciones del caso, el análisis del sector agua potable y saneamiento.
- ↪ Es fundamental definir o dividir el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados en una parte rectora y otra operativa, con el consecuente replanteamiento de sus respectivas funciones.
- ↪ El problema del tratamiento de las aguas residuales y ampliación de cobertura con sistemas de DE debe ser un tema prioritario, en donde el Estado costarricense debe contribuir a mejorar las condiciones actuales.
- ↪ En salud pública resulta fundamental adoptar una posición preventiva, ya que el ACH y la DE son pilares fundamentales para lograr bajar la mortalidad infantil y mejorar la calidad de vida de la población.
- ↪ Es necesario implementar programas nacionales de protección de fuentes de agua y desinfección de los acueductos, principalmente los que abastecen pequeñas poblaciones.
- ↪ El cumplimiento del punto anterior requiere de la promoción y aumento de tarifas por los servicios, para lograr cubrir los costos de operación y obtener un rédito para el desarrollo de nuevas alternativas.
- ↪ Es necesario que el AyA tome la iniciativa de crear una academia o área de capacitación, para lograr formar el recurso humano necesario para atender las necesidades presentes y futuras del sector agua potable y saneamiento.
- ↪ El LNA debe demostrar, por medio de investigaciones, el aporte que hace el ACH y la adecuada DE a la salud pública del país.
- ↪ Por último, es fundamental crear programas como el “Sello de Calidad Sanitaria” y brindar continuidad al programa “Bandera Azul Ecológica”, ya que se ha demostrado

que el incentivar la participación comunitaria en la solución de los problemas higiénico-sanitarios, es una importante herramienta de protección de los recursos naturales del país.

7. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

1. Mora, Darner. *Situación actual del agua para consumo humano y las aguas residuales en Costa Rica, 1991*. San José, Costa Rica: Revista Biocenosis, UNED, Vol. 2, 1991. Pág. 74-80.
2. Mora, Darner. *Situación actual del agua para consumo humano y evacuación de excretas en América Latina y el Caribe*. San José, Costa Rica: Revista Costarricense de Salud Pública, ACOSAP, año 5, N° 8, junio 1996. Pág. 7-17.
3. Mora, Darner. *Agua para consumo humano y evacuación de excretas: situación de Costa Rica en el contexto mundial, período 1990-2000*. San José, Costa Rica. Revista Costarricense de Salud Pública, ACOSAP, año 7, N° 12, julio 1998. Pág. 54-64.
4. Mora, Darner y Portuguez, Felipe. *Diagnóstico de cobertura y calidad del agua para consumo humano en Costa Rica a principios del año 2002*. San José, Costa Rica, Revista Costarricense de Salud Pública, ACOSAP, año 9, N° 16, julio 2000. Pág. 1-15.
5. Mora, Darner. *Programa nacional para el mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano*. La Unión, Tres Ríos, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas AyA. Febrero 2001.
6. Mora, Darner y Portuguez, Felipe. *Situación de cobertura y calidad del agua para consumo humano en Costa Rica a finales del año 2000*. La Unión, Tres Ríos, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas AyA. Abril 2001.
7. Instituto Nacional de Estadística y Censos. *IX Censo nacional de población y vivienda, resultados generales (CENSO 2000)*. San José, Costa Rica, agosto 2001.
8. Organización Mundial de la Salud. *Guías para la calidad del agua potable*. Ginebra, Suiza. Segunda edición, volumen 1, 1995.
9. WHO. Guidelines for drinking water. Geneve. Second edition. Vol.2, 1996. Pág. 1-951.

10. Organización Mundial de la Salud. ***Guías para la calidad del agua potable***. Ginebra, Suiza. Segunda edición, volumen 3, 1998. Pág. 1-251.
11. Presidencia de la República y Ministerio de Salud Pública. Costa Rica. ***Reglamento para la calidad del agua potable***. La Gaceta N° 100 del 27 de mayo de 1997. Pág. 1-4.
12. Laboratorio Nacional de Aguas. ***Informe de calidad del agua para consumo humano suministrada por AyA en el año 2001***. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. La Unión, Cartago, enero 2002. Sin publicar.
13. Laboratorio Nacional de Aguas. ***Vigilancia de la calidad del agua suministrada por acueductos municipales en el año 2001***. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. La Unión, Cartago, enero 2002. Sin publicar.
14. Laboratorio Nacional de Aguas. ***Informe de calidad del agua suministrada por acueductos rurales en el período 2000-2001***. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. La Unión, Cartago, enero 2002. Sin publicar.
15. APHA, AWWA, WEF. ***Standard Methods Water and Wastewater***. Washington D.C. 2005 American Public Health Association, 20 edition, 2000.
16. Proyecto Estado de La Nación. ***Estado de la nación en desarrollo humano***. Séptimo informe 2000, primera edición. San José, Costa Rica. Proyecto Estado de La Nación 2001. Pág. 1-356.
17. OPS/AYA. ***Análisis sectorial de agua potable y saneamiento en Costa Rica***. (documento borrador). San José, Costa Rica. Sin publicar.