

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS



CALIDAD DEL AGUA EN SUS DIFERENTES USOS EN GUANACASTE–COSTA RICA AL AÑO 2011

Preparado por:

**Dr. Darner Mora Alvarado
Lic. Carlos Felipe Portugal**



JULIO 2012



**Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Centro de Documentación e Información
UEN Investigación y Desarrollo**



**AUTORIZACIÓN INSTITUCIONAL PARA PUBLICAR TESIS, ESTUDIOS,
ARTÍCULOS Y/O INFORMES PROPIEDAD INTELECTUAL DE AyA EN
EL REPOSITORIO DIGITAL DEL CEDI**

Yo, Annette Henchoz Castro

N° Cédula: 1-0725-0409

Dependencia: Gerencia General

Autorizo como Sub Gerente General y representante legal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) cédula jurídica 4-000-042138 al Centro de Documentación e Información (CEDI) de la UEN Investigación y Desarrollo la inclusión, publicación y difusión en su Repositorio Digital, Catálogo en línea (OPAC) y la intranet institucional de la documentación incluida en la lista adjunta.

Se trata de estudios y documentos cuyos derechos intelectuales y de uso son exclusivos de nuestra institución.

E-mail: centrodoc@aya.go.cr **N° Teléfono:** 2242-5487

Annette
Henchoz Castro

Firmado digitalmente por
Annette Henchoz Castro
Fecha: 2019.11.25 16:07:20
-06'00'

Firma: _____

CALIDAD DEL AGUA EN SUS DIFERENTES USOS EN GUANACASTE–COSTA RICA AL AÑO 2011

*Dr. Darner Mora Alvarado. MQC/Director LNA
Lic. Carlos Felipe Portuquez. Fincionario LNA*

RESUMEN

Objetivo: describir la calidad del agua en sus diferentes usos en la provincia de Guanacaste de Costa Rica al año 2011, mediante el análisis de los resultados del CENSO 2011 y estudios realizados por el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) de AyA, con el propósito de tomar medidas correctivas y coadyuvar con la planificación y desarrollo de la provincia.

Metodología: para cumplir con el objetivo planteado se aprovecharon los datos del CENSO 2011, desarrollado por el INEC, además del “Programa de Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, del LNA, el estudio sobre “La Calidad Microbiológica de las Fuentes de Agua para Potabilización”, la investigación sobre la “Calidad Sanitaria de las Aguas de Playas de Costa Rica 1996-2011”, y el estudio sobre la “Contaminación Fecal de la Cuenca del Río Tempisque 1997-2000”, además de otros datos sobre el impacto de los ríos efluentes de contaminación fecal a la cuenca del río San Juan.

Resultados: la cobertura y calidad del agua para consumo humano (ACH) de la provincia indica que el 84,9% de la población recibe agua de calidad potable. Existe un total de 369 acueductos de los cuales 165 (45%) son potables. El análisis de la calidad de las 574 fuentes de agua, demuestran que la mayoría son de buena y excelente calidad, sobre todo los pozos y nacientes. Los resultados de las 38 playas estudiadas en el marco del “Programa Bandera Azul Ecológica”, indican que 27 (71%) y 11 (29%) son de “Excelente” y “Buena” calidad microbiológica, respectivamente, lo que las hace aptas para la natación y de las mejores del país. Los resultados de la contaminación fecal de los efluentes de los ríos fronterizos que drenan al río San Juan, demuestran que la contaminación es leve o muy baja. Del estudio de la contaminación de la cuenca del río Tempisque, se deduce que la contaminación aumenta en la parte baja de la cuenca, a partir de la desembocadura del río Liberia. Es preocupante el aporte de contaminación orgánica de las lagunas de estabilización de Cañas, Liberia, Nicoya y Santa Cruz hacia los ríos que sirven de cuerpos receptores. Por último, la disposición de las aguas residuales domésticas se realiza en 6,6% por alcantarillado sanitario, 85,1% por medio de tanques sépticos y 8,3% por otros medios.

Conclusiones: la cobertura de población con ACH intradomiciliar es mayor al 95%, de la cual el 84,9% recibe agua de calidad potable. Las fuentes para potabilización, en su mayoría, son de excelente y buena calidad microbiológica; solamente se observa, en algunas fuentes de Cañas, Bagaces, Agua Caliente, Hotel Cañas y El Jobo (La Cruz), una concentración leve con Arsénico, y otras fuentes de la zona costera con dureza alta en Nicoya, Santa Cruz, Bolsón, Ortega, y otros. Las playas, en su mayoría, son de excelente calidad microbiológica. Los efluentes al río San Juan son de muy poca contaminación orgánica. La parte baja de la cuenca del río Tempisque es impactada negativamente por la contaminación fecal del río Liberia.

Recomendaciones: se debe promover la universalización de las coberturas con agua potable, mediante la aplicación de desinfección continua en los más de 204 acueductos no potables. Además, se deben tomar las medidas correctivas para mejorar la calidad de los efluentes de las lagunas de estabilización de la región.

CALIDAD DEL AGUA EN SUS DIFERENTES USOS EN GUANACASTE–COSTA RICA AL AÑO 2011

1. INTRODUCCIÓN

La provincia de Guanacaste se ubica en el extremo oeste del país. Por su extensión, es la segunda provincia más grande del país, pero paradójicamente la más despoblada. Limita al norte con la República de Nicaragua, al este con Alajuela, al sur con Puntarenas y al oeste con el océano Pacífico. Su cabecera es Liberia, ubicada a 281 Km de San José. La superficie es de 10.140 km² en la cual habitan aproximadamente 323.922 personas ⁽¹⁾. Su relieve es una mezcla de cimas volcánicas de la Cordillera de Guanacaste, con amplias llanuras que abren hacia el Pacífico. Esta hermosa provincia cuenta con espectaculares playas, las cuales han fomentado un gran desarrollo turístico en la zona ⁽²⁾. En su división política se presentan 11 cantones y su capital es Liberia, en donde se encuentra el segundo aeropuerto internacional de Costa Rica, denominado “Daniel Oduber Quirós”. La temperatura media anual de Guanacaste ronda los 24 a 26° en la parte baja, y entre 9 a 11° en la parte alta. La precipitación anual oscila entre 1.500 y 2.000 mm. De sus cordilleras fluyen varios ríos que forman un plano aluvial drenado por el río Tempisque, y que recorre y nutre gran parte de la provincia antes de desembocar en el Golfo de Nicoya.



La economía de Guanacaste está sustentada en el turismo, la ganadería, la agricultura, la acuicultura y los cultivos agrícolas de arroz, algodón, caña de azúcar, maíz, sorgo, frijol, hortalizas, café, frutas (melón, sandía y otros). En esta provincia se produce el 27% de la electricidad consumida en el país. Un dato importante es que en Liberia se encuentra el laboratorio “Ad Astra Rocket Company y Costa Rica”, el cual fue construido con el objetivo de explorar la optimización de una fuente de plasma para la polución de vehículos especiales ⁽³⁾.

La historia de la provincia de Guanacaste es apasionante; antes de la llegada de los españoles, la región era habitada por indígenas de Churuteca y Nicoya principalmente, los cuales eran llamados Chorotegas. Gil González Dávila visitó la región en 1523 y en 1554 se nombró a Pedro Ordoñez como Corregidor de Nicoya. En este mismo año se construyó en Nicoya la primera ermita más antigua de Costa Rica. En 1560, Nicoya sirvió de puesto de control para la conquista de Costa Rica por Juan de Caballón y Juan Vázquez de Coronado. En 1769, se firmó el acta de fundación del poblado de Guanacaste, en honor al famoso árbol homónimo de la región. En sus tierras habitan ciudadanos procedentes de Europa, Asia, África y Centroamérica. Luego, el Partido de Nicoya, Santa Cruz y Cañas, conformaban la Villa de Nicoya, reunido en Cabildo Abierto, declaran su anexión a Costa Rica el 25 de julio de 1824. El 20 de marzo de 1856 se libró, en el territorio de Guanacaste, la Batalla de Santa Rosa, en donde se derrotó al filibustero William Walker, quien pretendía extender el dominio a toda Centroamérica.

Actualmente, la provincia de Guanacaste está dividida en 11 cantones y 59 distritos. Los cantones y cabeceras son Liberia, Nicoya, Santa Cruz, Bagaces, Carrillo, Cañas, Abangares, Tilarán, Nandayure (Carmona), La Cruz y Hojancha ⁽⁴⁾.

En razón de la importancia de esta provincia para el desarrollo del país, y debido a que la calidad del agua para consumo humano (ACH) y otros usos como la recreación, riego, etc, en conjunto con la disposición adecuada de excretas o aguas residuales son esenciales para la salud ^(5,6,7), desarrollo económico y la calidad de vida de sus habitantes y los miles de turistas que visitan anualmente esta hermosa provincia, se presenta este estudio descriptivo sobre la calidad del agua en sus diferentes usos.

2. OBJETIVOS

2.1 General

Describir la cobertura y calidad del ACH y otros usos en la provincia de Guanacaste, mediante el CENSO 2011 y los datos históricos aportados por el LNA, con el propósito de realizar un diagnóstico y planear el futuro de esta zona.

2.2 Específicos

- Describir la división político-administrativa de la provincia.
- Describir la situación de cobertura y calidad del ACH en la totalidad de la provincia y en los 11 cantones por separado.
- Inventariar los tipos y calidad de las fuentes para potabilización usadas en los abastecimientos de agua.
- Describir la calidad microbiológica de las aguas de las principales playas de Guanacaste.
- Analizar los datos históricos de la contaminación fecal de la cuenca del río Tempisque.
- Aportar los datos existentes de calidad en los ríos fronterizos con Nicaragua.
- Aportar los datos de calidad de las aguas del Embalse Arenal.
- Estudiar la situación sobre la disposición de aguas residuales domésticas en la provincia de Guanacaste.
- Estimar los costos para clorar los acueductos que hasta el momento no reciben desinfección en la región Chorotega.

3. METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos de este estudio se aplicaron los siguientes pasos:

3.1 Información general de Guanacaste

Mediante consultas a la red INTERNET y la revisión de la “División Territorial Administrativa de la República de Costa Rica”, edición 2007 ⁽⁸⁾, se recopilaron los principales datos geográficos y de descripción política de la provincia de Guanacaste.

3.2 Cobertura y calidad del agua para consumo humano

La información sobre cobertura y calidad del ACH se obtuvo de los datos aportados por el LNA, del “Programa de Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, del periodo 2009-2011 ⁽⁹⁾. Se estimaron los valores de cobertura de la provincia de Guanacaste de acuerdo con los siguientes parámetros

- Usando el valor real de cobertura de la provincia, cuantificando la población abastecida con agua de calidad potable, no potable y sin evaluar.
- Aplicando el valor de porcentaje de población con agua de calidad potable de 84,9% de la provincia a la población sin evaluar.
- Aplicando el porcentaje nacional de 90,1% ⁽¹⁰⁾ de población con agua de calidad potable a la población sin evaluar.

Por otra parte, de ordenaron los 11 cantones, de menor a mayor, de acuerdo a la cobertura con agua intradomiciliar, potable, con tratamiento y/o desinfección y con control de calidad, con la intención de analizar la desigualdad entre los mismos.

3.3 Inventario por tipo y calidad de fuentes de agua

Con los datos del “Informe sobre el Inventario y Calidad del Agua de las Fuentes para Potabilización de Costa Rica” ⁽¹¹⁾ se hizo la identificación, por tipo de fuente (nacientes, pozos y aguas superficiales). En el Cuadro 1 se presentan los criterios microbiológicos usados por el LNA para evaluar estos tipos de aguas.

Cuadro 1. Criterios microbiológicos para evaluar las aguas para potabilización en Costa Rica

Tipo de fuente	Coliformes totales/100 mL				Coliformes fecales/100 mL			
	Excelente	Buena	Regular	Mala	Excelente	Buena	Regular	Mala
Cruda	<200	200-6000	≤50000	>50000	<20	20-1500	≤6000	>6000
Pozo y nacientes	<20	21-69	70-150	>150	<6	7-21	22-50	>50

3.4 Calidad microbiológica de las agua de playa

Con los datos aportados por el “Programa Bandera Azul Ecológica 1996-2011” ⁽¹²⁾ y el estudio sobre la “Calidad Microbiológica de las Playas de Costa Rica 1996-2011” ⁽¹³⁾, se definió la calidad microbiológica de 38 playas. Dicha evaluación se realizó con los siguientes criterios microbiológicos:

Cuadro 2. Criterios microbiológicos para evaluar las playas de Costa Rica

Calidad	Promedio de Coliformes fecales/100 mL	Clase	Código de colores
Excelente	≤10	AA	Azul
Buena	>10 a 100	A	Verde
Regular	>100 a 240	B	Amarillo
Mala	>240 a 500	C	Rojo
Muy mala	>500 a 1000	D	Anaranjado
Pésima	>1000	E	Café

FUENTE: Darner Mora.

3.5 Calidad de las aguas superficiales a lo interno de la provincia

La calidad microbiológica de las aguas superficiales se divide en:

3.5.1 La cuenca del río Tempisque

3.5.2 La desembocadura de los ríos fronterizos al río San Juan

3.5.3 El lago Arenal.

3.5.4 Los cuerpos receptores de aguas residuales de las lagunas de estabilización de Cañas, Liberia, Santa Cruz y Nicoya.

Para cumplir con el punto 3.5.1 se usaron datos del estudio realizado en el LNA titulado “Evaluación de la Contaminación Fecal de la Cuenca del Río Tempisque 1997-2000”⁽¹⁴⁾. Los puntos 3.5.2, 3.5.3 y 3.5.4 se elaboraron con datos históricos del LNA. La evaluación de estos cuerpos de agua se realizó con el estudio “Actualización de los Criterios Microbiológicos para Evaluar las Aguas en sus Diferentes Usos”⁽¹⁵⁾.

Cuadro 3. Criterios microbiológicos para evaluar el agua en sus diferentes usos

Uso	Nivel máximo permisible de <i>Coliformes fecales</i> /100 mL
Potabilización	6000
Natación	500
Navegación	5000
Paisajismo	10000
Piscicultura	1000
Cultivo camarón	100
Cultivo almejas	4
Riego tipo 1 y 3	100
Riego tipo 2, 4 y 5	1000

Fuente: LNA

3.6 Saneamiento o disposición de aguas residuales

Los datos de cobertura de disposición de aguas residuales domésticas, se tomaron del CENSO 2011 y del trabajo titulado “Informe Anual Aguas Residuales 2010”, elaborado en el LNA⁽¹⁶⁾.

3.7. Estimación de los costos para potabilización de los acueductos no clorados

Utilizando el documento “Proyecto: tratamiento y/o cloración de los acueductos rurales de Costa Rica”, se hizo la estimación de los costos totales de aplicar cloración a los acueductos no clorados de Guanacaste.

4. RESULTADOS

4.1 Datos generales de Guanacaste

Los datos generales de Guanacaste se expusieron en la introducción del presente documento.

4.2 Cobertura y calidad del agua para consumo humano

4.2.1 Provincia de Guanacaste

En el Cuadro 4 presenta la estimación de cobertura y calidad del ACH suministrada por los acueductos de AyA, municipales, y las ASADAS/CAAR's.

Cuadro 4. Agua para consumo humano: estimación general de cobertura y calidad en Guanacaste - Período 2011

Entidad administradora	N°	Población cubierta		Población con agua potable		Población con agua No Potable		Acueductos	
		Acueductos	Población	%	Población	%	Población	%	Potab.
AyA	41	169.547	52,3	169.547	100	0	0	41	0
Acueductos municipales	2	11.757	3,6	11.757	100	0	0	2	0
CAAR's/ASADAS *	326	109.974	34,0	67084	61,0	42.890	39,0	122	204
Sub-Total	369	291.278	89,9	248.388	85,3	42.890	14,7	165	204
Condominios, urbanizaciones y acueductos privados **	¿?	24.015	7,4	20.485	85,3	3.530	14,7	¿?	¿?
Sub-Total	369	315.293	97,3	268.873	85,3	46.420	14,7	165	204
Pozos propios sin cañería **	¿?	4.596	1,4	3.920	85,3	676	14,7	¿?	¿?
Nacientes, quebradas o ríos sin cañería ***	¿?	1.383	0,4	0	0	1.383	100	¿?	¿?
Otros (Lluvia, cisternas, etc) **	¿?	2.650	0,9	2.260	85,3	390	14,7	¿?	¿?
Totales	369	323.922	100	275.053	84,9	48.869	15,1	165	204

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas

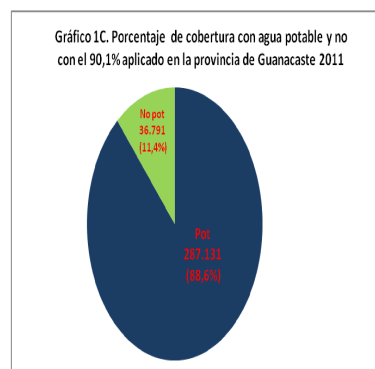
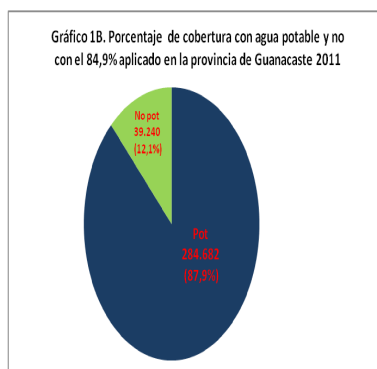
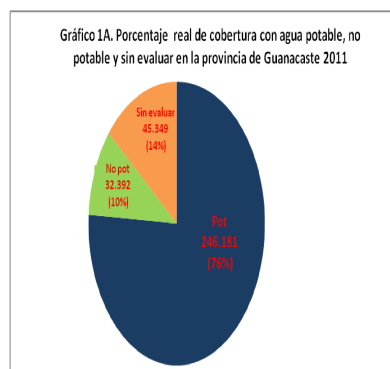
* Estimación fundamentada en el Programa de Vigilancia 2009-2011.

** El porcentaje de población abastecida con agua de calidad potable se calcula manteniendo el porcentaje obtenido en los acueductos evaluados y extrapolando el resultado a los que faltan de evaluar.

*** Las aguas superficiales siempre presentan contaminación, por lo que se consideran no potables.

En este punto, es importante aclarar que los datos de población aquí presentados, incluyen todos los tipos de servicios prestados (Tanto los domiciliarios, como comerciales), lo que hace que la población considerada sea mayor a las proyecciones reportadas por el Instituto Nacional de Estadística y Censos.

Por su parte, en los Gráficos 1-A, 1-B y 1-C se aprecia la distribución de la calidad del agua en cuanto a población abastecida con agua potable y no potable.



Es importante señalar aquí que el Gráfico 1-A muestra la información real obtenida a través de los programas de control y vigilancia de la calidad del agua, del año 2011. En el caso del Gráfico 1-B, se presenta una estimación si a la población sin evaluar del Gráfico 1-A le aplicamos el 84,9% de población abastecida con agua de calidad potable obtenido a nivel de provincia, y lo extrapolamos sumándolo al dato real asumiendo que el comportamiento es similar, y el resto lo sumamos al porcentaje de población con agua no potable. Para el caso del Gráfico 1-C, la metodología es similar, con la excepción de que utilizamos el 90,1% de población con agua potable obtenido a nivel nacional. Esto, con la intención de ser consecuentes con la metodología aplicada para obtener la información del Cuadro 1.

En el cuadro 5 se aprecia, por población, la calidad del agua obtenida en los 11 cantones que conforman la provincia de Guanacaste. Esta información es generada de la evaluación de los acueductos de AyA, municipales y CAAR's/ASADAS, a través de los programas de control y vigilancia de la calidad del agua del LNA

4.2.2 Estimaciones para cada uno de los 11 cantones

Los datos de cobertura, calidad y población no evaluada se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Calidad del agua según población abastecida, por cantón, en la provincia de Guanacaste 2011												
Cantón	Totales											
	Potable		No potable		SE		Total		Clorados		No clorados	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Abangares	10023	61,7	6217	38,3	0	0,0	16240	100	9729	59,9	6511	40,1
Bagaces	10980	55,2	7348	36,9	1573	7,9	19901	100	11291	56,7	8610	43,3
Cañas	18212	85,5	436	2,0	2654	12,5	21302	100	19368	90,9	1934	9,1
Carrillo	29536	86,2	1007	2,9	3706	10,8	34249	100	29867	87,2	4382	12,8
Hojancha	4622	69,5	1761	26,5	270	4,1	6653	100	2335	35,1	4318	64,9
La Cruz	8829	67,2	1605	12,2	2704	20,6	13138	100	10680	81,3	2458	18,7
Liberia	63769	98,4	1018	1,6	0	0,0	64787	100	64056	98,9	731	1,1
Nandayure	4750	47,6	1445	14,5	3783	37,9	9978	100	0	0,0	9978	100,0
Nicoya	24448	54,4	2003	4,5	18494	41,1	44945	100	28947	64,4	15998	35,6
Santa Cruz	41440	77,7	1923	3,6	9984	18,7	53347	100	43446	81,4	9901	18,6
Tilarán	15422	69,1	6825	30,6	70	0,3	22317	100	17191	77,0	5126	23,0
TOTALES	232031	75,6	31588	10,3	43238	14,1	306857	100	236910	77,2	69947	22,7

** Período 2009 al 2011

Fuente: Área de Microbiología, Laboratorio Nacional de Aguas, AyA

En el Cuadro 6 se presenta de menor a mayor cobertura, los cantones de la provincia de Guanacaste con respecto a la cobertura con agua intradomiciliar, potable, con tratamiento y/o desinfección y con control de calidad.

Intradomiciliar		Potable		Cloración/Desinfección		Control de calidad					
1	Hojancha	88,8	1	Bagaces	60	1	Nandayure	0,0	1	Nandayure	0,0
2	Nandayure	91,1	2	Abangares	62	2	Hojancha	35,1	2	Abangares	23,9
3	Tilarán	92,9	3	Nandayure	66	3	Bagaces	56,7	3	Bagaces	27,2
4	Abangares	93,5	4	Tilarán	69	4	Abangares	59,9	4	Hojancha	29,3
5	La Cruz	93,9	5	Hojancha	72	5	Tilarán	77,0	5	La Cruz	35,0
6	Nicoya	95,5	6	Nicoya	77	6	Nicoya	64,4	6	Nicoya	45,5
7	Bagaces	96,8	7	La Cruz	81	7	La Cruz	81,3	7	Santa Cruz	58,6
8	Cañas	98,4	8	Santa Cruz	92	8	Santa Cruz	81,4	8	Tilarán	71,8
9	Liberia	98,6	9	Cañas	96	9	Carrillo	87,2	9	Carrillo	74,9
10	Santa Cruz	98,8	10	Carrillo	96	10	Cañas	90,9	10	Cañas	77,9
11	Carrillo	99,4	11	Liberia	98	11	Liberia	98,9	11	Liberia	95,5

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

4.3 Inventario por tipo y calidad de fuente de agua

4.3.1 Calidad microbiológica

En el Cuadro 6 se presenta la calidad microbiológica por tipo de fuente de agua del año 2010.

Cuadro 6. Calidad microbiológica por tipo de fuente de agua para potabilización de la provincia de Guanacaste 2010

CANTÓN	POZOS				NACIENTES				PLANTAS				SUPERFICIALES				TOTAL
	E	B	R	M	E	B	R	M	E	B	R	M	E	B	R	M	
Liberia	19	6	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	31
Nicoya	61	19	5	0	15	13	8	3	0	1	0	0	0	0	0	0	125
Santa Cruz	69	20	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91
Bagaces	10	3	0	0	7	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
Carrillo	26	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
Cañas	12	7	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	23
Abangares	12	6	0	0	3	16	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	41
Nandayure	9	12	0	1	3	20	2	9	0	0	0	0	0	6	0	0	62
Tilarán	0	1	0	0	25	33	1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	64
La Cruz	8	1	0	0	2	7	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	22
Hojancha	4	6	1	0	3	17	2	4	0	0	0	0	0	2	0	1	40
TOTALES	230	90	6	1	58	131	14	25	1	3	0	0	0	14	0	1	574

E: excelente; B: buena;

R:regular; M: mala.

FUENTE: Área Microbiología LNA.

4.3.2 Calidad físico-química

La mayoría de las fuentes de agua, desde el punto de vista físico-químico, son de excelente calidad. Los pocos problemas son causados por contaminación natural con arsénico en la zona de Cañas, Hotal Cañas, Agua Caliente, El Jobo de Puerto Soley y Bagaces; además, existen fuentes de dureza total, calificadas como duras y muy duras en Nicoya y Colorado de Abangares. Entre los años 2007 y 2011, pocos datos han sobrepasado el valor establecido en el Reglamento para la Calidad del Agua Potable, principalmente en los parámetros de hierro, magnesio y dureza total en las zonas de El Coco, Sardinal, La Cruz, Guardia, Comunidad, Nosara, Puerto Soley, La Cruz, Bolsón, Ortega, entre otros.

4.4 Costos de la desinfección en los acueductos no potables de Guanacaste

En el Cuadro 7 se hace una estimación de los costos económicos en que se debería incurrir para lograr implementar sistemas de desinfección, en los 204 acueductos no clorados de la provincia de Guanacaste.

Tipo de acueducto por población abastecida	Número	Costo unitario de dispensador	Costo total (Miles de ¢)	Casetas Costo unitario	Costo total (Miles de ¢)	Toneles de pastillas		Totales
						Unitario	Miles de ¢	Miles de ¢
>2.500 - <20.000	2	800.000	1.600.000	250.000	500.000	160.000	320.000	2.420.000
>500 - ≤2.500	40	800.000	32.000.000	250.000	10.000.000	160.000	6.400.000	48.400.000
≤500	236	800.000	188.800.000	250.000	59.000.000	160.000	37.760.000	285.560.000
TOTALES	278	800.000	222.400.000	250.000	69.500.000	160.000	44.480.000	336.380.000

4.5 Calidad microbiológica de las aguas de playa de Costa Rica 1996-2011

En el Mapa 1 se presenta la calidad microbiológica de las aguas de las playas de Costa Rica, del periodo 1996-2011.

Mapa 1. Distribución geográfica de las playas por código de colores 1996-2011



En el Cuadro 8, se presenta un resumen de la calidad y clasificación de las playas estudiadas.

Cuadro 8. Resumen de la calidad microbiológica de las playas de Guanacaste 1996-2011

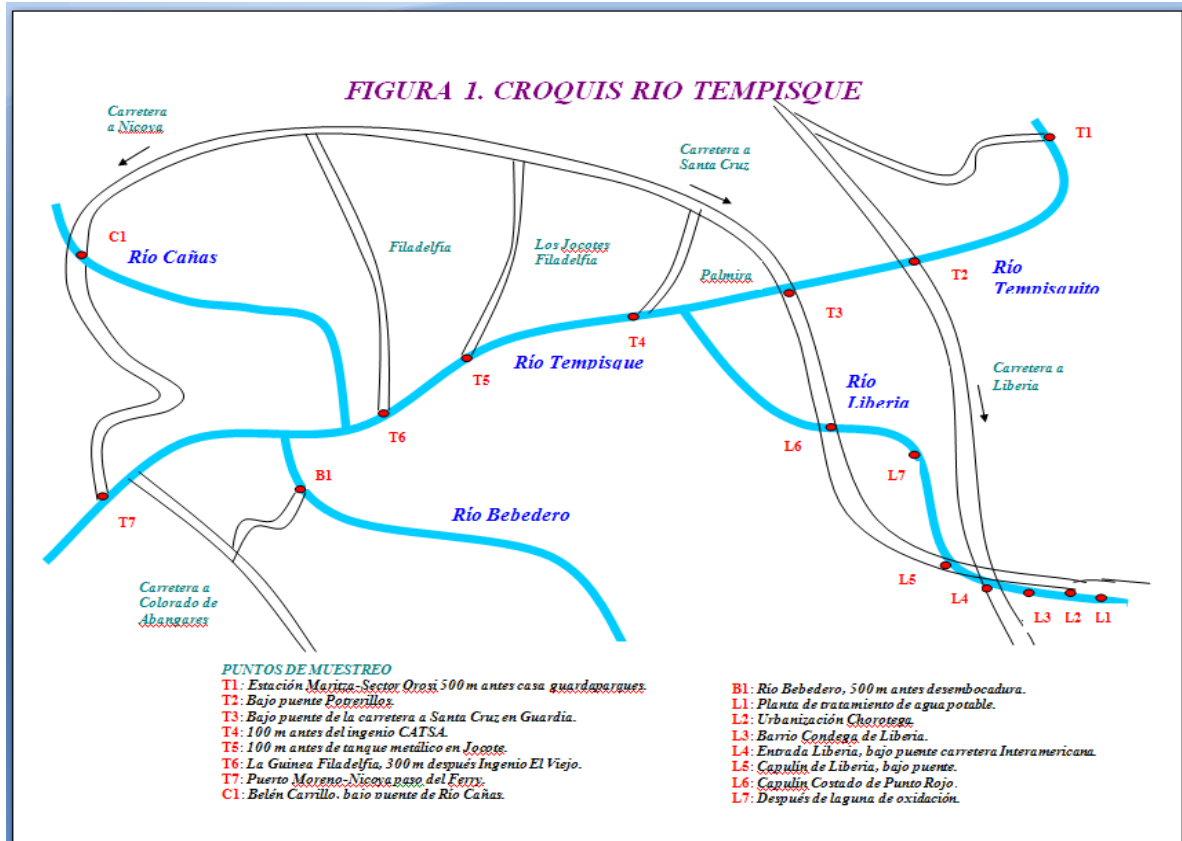
Intervalos de los promedios de CF/100 mL	Número de playas y Porcentaje		Calidad	Clasificación	Código de colores
	Nº	%			
0 – 10	27	71,0	Excelente	AA	Azul
>10 – 100	11	29,0	Muy buena	A	Verde
>100 - 240	0	0,0	Buena	B	Amarillo
>240 - 500	0	0,0	Regular	C	Rojo
>500 - 1000	0	0,0	Mala	D	Naranja
>1000	0	0,0	Muy mala	E	Café

FUENTE: elaborado por los autores.

4.6 Calidad microbiológica de las aguas superficiales al interior de la provincia

4.6.1 Calidad microbiológica de la cuenca del río Tempisque

En la Figura 1 se presentan los puntos de monitoreo seleccionados para la evaluación de la calidad del agua en la cuenca del río Tempisque.



En el Cuadro 9 se resume la contaminación fecal, por punto de muestreo, en la cuenca del río Tempisque 1997-2000.

Cuadro 9. Contaminación fecal por punto de muestreo en la cuenca del río Tempisque 1997-2000

Punto de muestreo	\bar{X}_g CF/100 mL	Potabilización >6000 CF	Natación 500 CF	Navegación 5000 CF	Paisajismo 10000 CF	Piscicultura 1000 CF	Cultivo camarones 100 CF	Cultivo Almejas 4CF	Riego tipo 1 y 3 100 CF	Riego tipo 2, 4 y 5 <=1000 CF
T1	95	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si
T2	130	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	Si
T3	994	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No	Si
T4	865	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No	Si
T5	469	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	Si
T6	962	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No	Si
T7	1002	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	No
L1	1020	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	No
L2	3383	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	No
L3	50730	No	No	No	No	No	No	No	No	No
L4	18373	No	No	No	No	No	No	No	No	No
L5	26985	No	No	No	No	No	No	No	No	No
L6	12009	No	No	No	No	No	No	No	No	No
L7	88421	No	No	No	No	No	No	No	No	No
C1	348	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	Si
C1	672	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No	Si

Xg: Promedio geométrico de CF/100 mL.

4.6.2 Calidad microbiológica de los ríos que drenan al río San Juan

En el Cuadro 10 se resumen los promedios de *Coliformes fecales*/100 mL de los ríos Sapoá, Sábalo, Las Haciendas, Pizote o Niño y Zapote, los cuales drenan sus aguas en el cauce del río San Juan.

Cuadro 10. Contaminación fecal de los ríos de la provincia de Guanacaste que drenan al río San Juan

Río	<i>Coliformes fecales</i> /100 mL
Sapoá	490
Sábalo	1.800
Las Haciendas	490
Pizote o Niño	330
Zapote	700

4.6.3 Calidad microbiológica del lago Arenal

En el Cuadro 11 se presentan los datos promedio de *Coliformes fecales*/100 mL en 5 puntos estudiados en el lago Arenal.

Cuadro 11. Calidad microbiológica de las aguas del lago Arenal

Punto muestreo	Ubicación	n	Coliformes fecales/100 mL		
			Mínimo	Promedio geométrico	Máximo
LAR 1	Tronadora	5	23	72,8	240
LAR 2	Embalse ICE	8	0	4,6	43
LAR 3	La Unión	5	9	158	4600
LAR 4	Tabacón	4	91	1701	24000
LAR 5	El Castillo	5	3,6	66,9	430

4.6.4 Calidad de los cuerpos receptores de las lagunas de estabilización

En el Cuadro 12, se presenta la calidad después de la descarga de los efluentes de las lagunas de estabilización de Cañas, Liberia, Santa Cruz y Nicoya.

Cuadro 12. Contaminación de los ríos receptores de los efluentes de las lagunas de estabilización de Guanacaste 2011

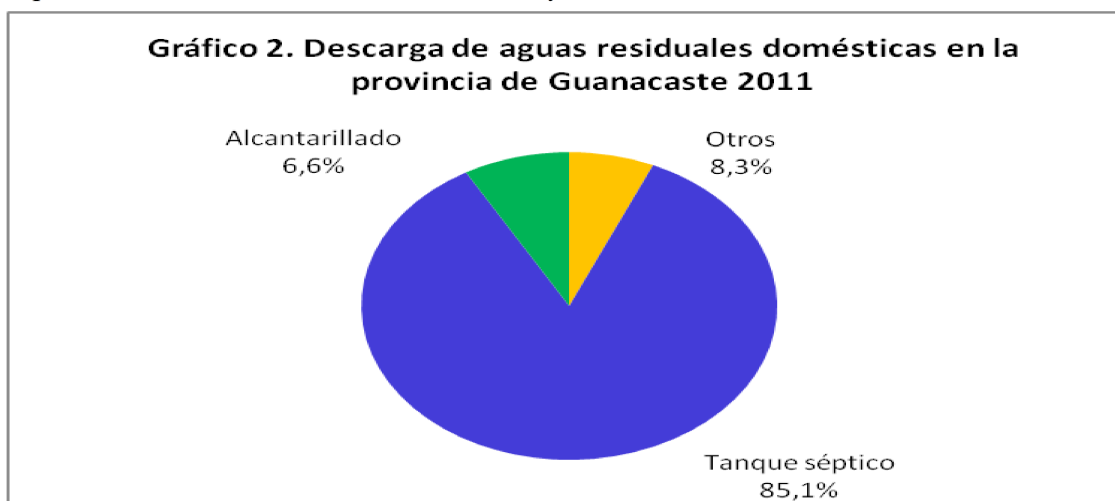
Parámetro	Unidad	Laguna de estabilización							
		n	Cañas	n	Liberia	n	Sta Cruz	n	Nicoya
DQO Tot	mg/L	5	189	5	162	1	498	4	258
DBO total	mg/L	5	63	5	64	1	147	4	95
COT	mg/L	3	66	3	63	1	163	3	80
Amonio	mg/L	0	-	0	-	0	-	0	-
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	5	11	5	9.1	1	24	4	12.8
Nitrato	mg/L	4	76	4	81	1	33	4	46
Fósforo	mg/L	4	4	5	4.2	1	15	4	9
OD	mg/L	5	6.7	4	4.6	1	0	4	3.7
Conductividad	us/cm	5	465	5	445	1	796	4	667
pH	--	5	7.85	5	7.58	1	7.56	4	7.77
Temperatura del agua	c	5	28.7	5	28.2	1	29.5	4	28.4
Sólidos suspendidos sedimentables	mL/L/hr	5	0.1	5	0.1	1	1	4	0.2
Sólidos totales	mg/L	5	446	5	433	1	586	4	410
Sólidos suspendidos totales	mg/L	5	109	5	110	1	285	4	138
Sólidos disueltos totales	mg/L	5	337	5	324	1	301	4	272
Coliformes fecales/100 mL	CF/100 mL	5	22317	5	42274	1	7900000	3	241912

Fuente: José Miguel Ramírez, LNA

4.7 Disposición de aguas residuales o saneamiento en Guanacaste

Al igual que todo el territorio nacional, la mayoría de la población descarga sus aguas residuales domésticas por medio de tanques sépticos (85,1%); no obstante, la provincia de Guanacaste es la que cuenta con un importante porcentaje de tratamiento de aguas residuales por medio de 4 lagunas de estabilización, las cuales cubren un total de 6,6% de la población, equivalente a aproximadamente 21.289 personas; el restante 93,4% dispone sus aguas residuales a través de tanques sépticos y otros medios.

En el Gráfico 2, se presenta los porcentajes de población con evacuación por tanque séptico sistema de alcantarillado sanitario y otros sistemas de evacuación



5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. Guanacaste es una provincia de gran belleza y rica historia. Su gran extensión permite a sus habitantes desarrollar actividades económicas como ganadería, agricultura, acuicultura, producción de energía y principalmente turismo.
2. El ACH en esta provincia es abastecida por AyA en un 52,3%, un 3,6% por municipios y un 34% por Comités o Asociaciones Administradores de Acueductos Rurales, para una cobertura total de población de 89,9%; de estos, el 84,9% reciben agua de 165 acueductos que suministran agua de calidad potable y 204 no potables. A nivel de cantón, puede apreciarse una gran heterogeneidad entre los datos de cobertura con agua de calidad potable, los cuales oscilan entre 10% (Bagaces) y 98% (Liberia), lo que permite denotar una gran desigualdad en este importante servicio. Igual situación sucede al comparar los datos cantonales con respecto a la cobertura con agua sometida a tratamiento y/o desinfección y con control de calidad, con valores porcentuales que fluctúan entre 0 y 99%. Con respecto a la cobertura con agua intradomiciliar los datos son más homogéneos, lo que implica menor desigualdad, ya que la totalidad de los valores se localizan sobre el 88,8%.
3. La mayor parte de fuentes de agua utilizadas para consumo humano son pozos (327), de los cuales 230 (70%) están en excelentes condiciones. También se utilizan 228 nacientes, y de estas 58 (25%) son consideradas de excelente calidad. Por su parte, esta provincia cuenta con 4 plantas de tratamiento de agua y 15 aguas superficiales como fuentes de abastecimiento para consumo humano.

4. No obstante la buena calidad físico-química de las fuentes de agua de Guanacaste, es deber reconocer la presencia de algunas fuentes de contaminación natural con hierro, manganeso y más recientemente con Arsénico, este último en Cañas, El Jobo de La Cruz, Agua Caliente, Hotel Cañas y Bagaces. Sin embargo, tanto en Cañas como Bagaces ya fueron tomadas las medidas correctivas para solucionar el problema, no así las restantes comunidades.
5. La calidad microbiológica de las playas de Guanacaste es de excelente y buena calidad. En la evaluación realizada durante el periodo 1996-2011, de las 38 playas estudiadas el 71% (27) son clasificadas como excelentes y 11 (29%) como buenas, lo que explica en gran medida la confianza e interés de los turistas nacionales y extranjeros por estos destinos turísticos.
6. La evaluación de las principales aguas superficiales de la provincia de Guanacaste, indica que el agua del río Tempisque no puede ser utilizada para potabilización en los puntos L3 a L7, los cuales se ubican en su paso por la ciudad de Liberia; situación similar a la que presentan actividades como navegación, paisajismo y piscicultura.. Para la natación, solamente algunos puntos de la parte alta de la cuenca presentan valores de CF/100 mL que permiten realizar esta actividad recreativa. Prácticamente a lo largo de toda la cuenca no es recomendable el uso de sus aguas para desarrollar actividades como cultivo de almeja y camarón, y el riego de tipo 1. En cuanto al riego de tipo 2, 4 y 5, es una actividad que no debe realizarse en la parte media de la cuenca. En cuanto al lago Arenal, los datos promedio indican que, en general, se pueden desarrollar las actividades mencionadas en la mayoría de los puntos evaluados, con la excepción del cultivo de almejas y la práctica de la natación, cultivo de peces, camarones y almejas y el riego tipo 1 a la altura de Tronadora.
7. En cuanto a la disposición de aguas residuales, el dato de cobertura de población con servicio de alcantarillado sanitario de la provincia de Guanacaste alcanza el 6,6% y 85,1% con tanque séptico, situación muy similar a la de la totalidad del país; no obstante es de los mayores, comparativamente hablando, entre las 7 provincias del país.
8. El costo total para lograr implementar la cloración, como método de desinfección, en los acueductos de la provincia de Guanacaste no clorados, asciende a ¢336.5 millones.

5.2 Recomendaciones

1. Es necesario que los entes operadores de acueductos de la provincia de Guanacaste, liderados por AyA en su papel de rector, promuevan la universalización de las coberturas con agua de calidad potable, mediante la aplicación de desinfección continua en los 204 acueductos que presentan calidad no potable. Los costos estimados para lograr esta meta alcanzan los ¢336.5 millones.
2. Se debe poner especial énfasis en algunos cantones como Abangares, Hojancha y Nandayure en el mejoramiento de la calidad del ACH, para disminuir la significativa brecha entre los datos de cobertura.
3. Es necesario que el AyA tome las medidas correctivas para mejorar la calidad de los efluentes de las lagunas de estabilización de Cañas, Liberia, Nicoya y Santa Cruz,

cuyas descargas causan un importante impacto con contaminación orgánica en los cauces receptores.

4. Con la intención de universalizar la calidad del servicio y disminuir la desigualdad entre los cantones de Guanacaste, en cuanto al acceso a ACH, es necesario que el AyA implemente un programa continuo de capacitación dirigido a los funcionarios de los acueductos, independientemente del ente operador, con la intención de hacerles entender la importancia de la desinfección del agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Instituto Nacional de Estadística y Censos. **CENSO 2011**. INEC; San José, Costa Rica; 2012.
<http://www.inec.go.cr/Web/Home/GeneradorPagina.aspx>
2. Govisit Costa Rica. **Guanacaste Costa Rica**. Documento en línea accesado a través la red INTERNET:
<http://www.govitcostarica.co.cr/region/guanacaste/guanacaste.asp>
3. Chang, F. **Ad Astra Costa Rica Company Costa Rica**. Liberia, Guanacaste.
4. Wikipedia Enciclopedia Libre. **Provincia de Guanacaste**. Documento en línea accesado a través la red INTERNET: http://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Guanacaste
5. Heller, Leo. **Saneamiento y salud**. Brasilia; Primera edición. Editado en el CEPIS/OPS/OMS; 1997.
6. World Bank. **Measuring of the health benefits of investment in wáter supply**. Washibgton; World Bank; 1976.
7. Mora, D; Portuguez C. **Situación de Costa Rica en el acceso a agua para consumo humano en América Latina y El Caribe**. Laboratorio Nacional de Aguas; Acueductos y Alcantarillados; Tres Ríos, Cartago; 2008.
8. Costa Rica. Leyes y Decretos. **División Territorial Administrativa de la República de Costa Rica**. San José, Costa Rica; Imprenta Nacional; 2007.
9. Laboratorio Nacional de Aguas. **Programa de Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2009-2011**. Tres Ríos, Cartago; 2012.
10. Mora, D; Portuguez, C; Mata, A. **Agua para consumo humano y saneamiento: situación de Costa Rica en el contexto de las Américas 1961-2011**. Tres Ríos, Cartago; Laboratorio Nacional de Aguas; mayo 2012.
11. Mora, D; Mata, A. **Informe sobre inventario y calidad de las fuentes de agua para potabilización de Costa Rica**. Tres Ríos, Cartago; Laboratorio Nacional de Aguas; 2011.
12. Mora, D; Chavez, A. **Programa Bandera Azul Ecológica 1996-2011**. Tres Ríos, Cartago; Laboratorio Nacional de Aguas; 2012.
13. Mora, D. **Calidad microbiológica de las playas de Costa Rica 1996-2011**. San José, Costa Rica; XII Congreso Nacional de Recursos Hídricos; 2010.

14. Mora, D; Portuguez C; Brenes, S. **Evaluación de la contaminación fecal de la cuenca del río Tempisque**. Laboratorio Nacional de Aguas; Acueductos y Alcantarillados; Revista Costarricense de Salud Pública #20; 2002.
15. Mora, D. **Actualización de los criterios microbiológicos para evaluar las aguas en sus diferentes usos**. Laboratorio Nacional de Aguas; Acueductos y Alcantarillados; San José; Revista Costarricense de Salud Pública #13; 1998.
16. Ramírez, J.M. **Informe anual aguas residuales 2011**; Laboratorio Nacional de Aguas; 2010; Tres Ríos, Cartago; 2011.