



**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS**

AGUA PARA CONSUMO Y SANEAMIENTO: SITUACIÓN DE COSTA RICA EN EL CONTEXTO DE LAS AMÉRICAS: 1961 - 2011

**PREPARADO POR: Darner Adrián Mora Alvarado
Ana Victoria Maía Solano
Carlos Felipe Portuguese Barquero**



MAYO, 2012

El agua es vida ! Cuidémosla !

AGUA PARA CONSUMO Y SANEAMIENTO: SITUACIÓN DE COSTA RICA EN EL CONTEXTO DE LAS AMÉRICAS: 1960-2011

*Darner A. Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico-Clinico/Máster en Salud Pública
Ana Victoria Mata Solano
Microbióloga y Química-Clinica
Carlos F. Portuñal Barquero
Gestor Ambiental*

RESUMEN

OBJETIVO: describir las evaluaciones de cobertura y calidad del agua para consumo humano (ACH) y la disposición adecuada de excretas (DAE) o saneamiento, y su ubicación en el contexto de las Américas en el periodo 1960-2011.

METODOLOGÍA: para cumplir con los objetivos planteados se realizó un estudio descriptivo retrospectivo, analizando los datos de los informes de la OMS/OPS, UNICEF y el Laboratorio Nacional de Aguas, entre otros documentos históricos, en el periodo de 1960-2011.

RESULTADOS: los resultados del estudio se presentan en dos etapas; la primera es la evaluación de cobertura y calidad del ACH en Costa Rica, antes y después de la creación del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) en 1961, y la comparación con los avances en las coberturas en las Américas; la segunda, aborda los avances en la DAE en el país y su ubicación en el contexto Americano.

Avances en ACH: Costa Rica tenía en 1960 una población de 1.187.000 habitantes, de los cuales 691.000 (59%) se abastecía de agua por cañería intradomiciliaria. Después de 50 años, la cobertura por cañería o acueducto pasó a 98% y la calidad alcanzó el 90,1%; por otra parte, en América Latina y el Caribe (ALyC) la cobertura llegó a 94%, mientras que el dato real de calidad es desconocido en muchos países.

DAE o Saneamiento: en el mismo periodo nuestro país tenía una cobertura estimada de población cubierta por alcantarillado de un 10%, tanques sépticos un 15%, letrinas o pozo negro 46%, otros sistemas 2% y defecación a cielo abierto (DACA) 27%. De acuerdo al censo del año 2011, los datos indican que 20,5% de la población evacua sus aguas por medio de alcantarillado, 75,1% por tanque sépticos, 0,9% por salida directa a acequias, zanjas, ríos o esteros, 3% por pozo negro o letrina y 0,5% no tienen servicio sanitario. En ALyC, no se cuenta con datos oficiales de DAE de 1960 a 1979; no obstante, los datos de OMS/OPS y UNICEF indican que en esa época el 59% tenía acceso a algún mecanismo de disposición de excretas. Por su parte, en el 2010 el 80% cuenta con algún tipo de Instalaciones de Saneamiento Mejoradas (ISM).

CONCLUSIONES: Costa Rica ha evolucionado en forma positiva en el suministro de ACH, avanzando un 39% de 1960 al 2011 pasando de 59% a 98% con agua por cañería intradomiciliar, ubicando a nuestro país en el tercer lugar en el Continente Americano, solamente por debajo de Canadá y Uruguay. A esto se une el gran avance en la cobertura con ACH de calidad potable aumentando un 40,1% en los últimos 21 años, pasando de 50% a 90,1% en el mismo periodo. En lo que respecta a la DAE o

ISM, Costa Rica apostó al uso de tanques sépticos con un 75,1% y un 20,5% en alcantarillado, para un total de un 99% de ISM, superando el promedio del 80% alcanzando en ALyC en el 2010.

RECOMENDACIONES: en cuanto al suministro de ACH el país se debe establecer un “Programa de Universalización del Agua Potable” para el año 2021, mientras que en el campo de la DAE deberá construir y operar alcantarillados sanitarios (Con tratamiento), tanto en el Gran Área Metropolitana como en las zonas costeras. Además, se debe reglamentar el diseño, ubicación y tratamiento de los lodos de los tanques sépticos, e impulsar el PNMMAR para los próximos 25 años.

AGUA PARA CONSUMO Y SANEAMIENTO: SITUACIÓN DE COSTA RICA EN EL CONTEXTO DE LAS AMÉRICAS: 1960-2011

1. INTRODUCCIÓN

A partir del establecimiento de la “Segunda República” en 1948 y la posterior eliminación del Ejército el 1 de diciembre de 1949 ⁽¹⁾, Costa Rica inició un cambio positivo en los ámbitos social, económico, salud y desarrollo. En este periodo se crearon instituciones como la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) en 1941, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) en 1949, entre otras, lo que provocó la migración de los habitantes de las zonas rurales al Valle Central. Debido a esto los servicios básicos de acceso a agua potable (AP) y saneamiento o disposición adecuada de excretas (DAE), a cargo de los municipios, colapsaron provocando una gran escasez de agua para consumo humano (ACH) ⁽²⁾, lo que impulsó al gobierno de don Mario Echandi Jiménez (1958-1962) a crear el Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SNAA), mediante la Ley 2726 del 14 de abril de 1961 ⁽³⁾. Este paso trascendental ha permitido al país ampliar las coberturas con ACH, mejorando la calidad de los servicios de AP; sin embargo, los avances no han sido concordantes con la recolección, traslado y tratamiento de las aguas residuales domésticas. Por otro lado, para mayor entendimiento del lector, el ACH es “aquella abastecida a la población mediante cañería intradomiciliar, pozos, nacientes o fuentes públicas” (fácil acceso); esta es utilizada para la ingesta humana, preparación de alimentos, higiene personal, lavado de utensilios, ropa y otros menesteres domésticos. Por su parte, el agua de calidad potable cuenta con estas mismas condiciones, pero además debe ser inocua para la salud de los usuarios, cumpliendo con los requisitos físico-químicos y microbiológicos dictados por una norma nacional ⁽⁴⁾ y las “Guías de Calidad del Agua de Bebida” de la Organización Mundial de la Salud (OMS) ^(5, 6, 7).

En el año 2000, con la promulgación de los “Objetivos de Desarrollo del Milenio” (ODM), el “Programa Conjunto de Monitoreo” (PCM) ⁽⁸⁾ estableció los conceptos de “Fuentes de Agua Potable Mejoradas” (FAPM) e “Instalaciones de Saneamiento Mejoradas” (ISM,) con el propósito de medir los avances del ODM N°7; el mismo exhorta a los países a *“Reducir a la mitad para el año 2015 el porcentaje de personas sin acceso sostenible a agua potable y saneamiento, tomando como línea base el año 1990”*. Las FAPM se definen como *“agua que llega por tubería hasta la vivienda, el terreno o patio. Además del acceso a nacientes o pozos protegidos a 1 km de la vivienda”* ⁽⁹⁾. Como se observa, este nuevo concepto no toma en consideración la calidad del agua y mucho menos la calidad de los servicios de AP (cantidad, continuidad, calidad, costos y cobertura); además, agrupa en un mismo “saco” el acceso a agua por cañería o acueducto y las nacientes o pozos protegidos. En el caso de las ISM, incluye mecanismos de evacuación de excretas como letrina con sifón que descarga en una cloaca con tubería, el tanque séptico, la letrina de pozo mejoradas con ventilación, la letrina de pozo con losa y retrete con compostaje; estos conceptos son cuestionables, debido a que existen evidencias documentales que la cobertura de ACH y DAE, junto con los índices de alfabetización, son fundamentales para el mejoramiento de la salud pública de los países. ^(10, 11, 12)

En razón de esto el Laboratorio Nacional de Aguas de AyA (LNA) ha publicado informes sobre la situación del ACH y DAE en Costa Rica desde el año 1991⁽¹³⁾. Por otra parte, en 1995 se publicó la primera comparación entre la situación nacional con América Latina y El Caribe (ALyC)⁽¹⁴⁾; posteriormente se elaboró y publicó un estudio sobre la ubicación de Costa Rica, con respecto al acceso a ACH y DAE, en el contexto mundial entre 1960 y el 2020⁽¹⁵⁾. Del año 2000 al 2011 se han publicado varios estudios sobre la importancia de estos servicios sobre los indicadores básicos de salud (IBS)^(16, 17).

Este nuevo estudio pretende describir la evolución de las coberturas de ACH y DAE en Costa Rica y su ubicación en las Américas, desde 1960 y hasta el año 2011, lo cual es concordante con el desarrollo del SNAA, hoy Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), en la celebración de sus primeros 50 años de existencia.

2. OBJETIVOS

2.1 General

Describir la evolución de la cobertura y calidad del ACH y DAE o saneamiento en Costa Rica durante el periodo 1960-2011, y la ubicación comparativa de ambos servicios en el contexto de las Américas.

2.2 Específicos

- Analizar las coberturas de ACH en Costa Rica y ALyC en los años 1960, 1970, 1980, 1990, 2000 y 2010.
- Estimar las coberturas de acceso y calidad del ACH por ente operador y a nivel de país en el año 2011.
- Analizar la evolución de cobertura de la calidad del ACH suministrada por AyA, municipios, la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), y las Asociaciones y Comités Administradores de Acueductos y Alcantarillado (ASADAS/CAAR's) en los años de 1989 al 2011.
- Inventariar los tipos de fuentes de agua para potabilización utilizados en Costa Rica.
- Establecer la ubicación de Costa Rica en el suministro de ACH en el ámbito de las Américas en el año 2010.
- Analizar las coberturas de DAE en Costa Rica en 1960.
- Comparar la evolución de la DAE o saneamiento en los años 1960, 1970, 1980, 1990, 2000 y 2010.
- Establecer la evolución de la DAE por alcantarillado sanitario y tanque séptico del 2000 al 2011, además de describir la situación actual en este mismo aspecto.

- Comparar las coberturas de la DAE de Costa Rica con otros países del Continente Americano en el año 2010.

3. METODOLOGÍA

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

3.1 Cobertura del suministro de ACH en 1960

Los datos de cobertura de ACH por cañería en Costa Rica en 1960, se obtuvieron del análisis bibliográfico de documentos como los libros “Agua Para Siempre” y “AyA: 50 Años de Salud y Desarrollo”, además del Censo Nacional de 1963. ⁽¹⁸⁾

3.2 Comparación del acceso a ACH entre Costa Rica y los países del Continente Americano: 1960-2010

La comparación entre los diferentes países de América y Costa Rica en cuanto al suministro de ACH, en el periodo 1960 al 2010, se realizó con los datos del LNA, OMS/OPS, y de los documentos “Evaluación del Sector de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento 1981-1990” ⁽¹⁹⁾ “Acceso al Agua para Consumo Humano y Saneamiento: Evolución en el periodo 1990-2010 en Costa Rica” ⁽²⁰⁾

3.3 Estimación de la cobertura de acceso y calidad del ACH por entidad operadora en el año 2011

La estimación de cobertura por ente operador y tipo de servicio se hizo utilizando el número de viviendas (1.211.964) y el “Factor Vivienda” (3,53398), obtenidos del CENSO del mismo año, mientras que la calidad del ACH se realizó con la compilación de los datos de los informes anuales de calidad del agua suministrada por el AyA ⁽²¹⁾, municipalidades ⁽²²⁾ y acueductos comunales ⁽²³⁾. Además estos datos se aprovecharon para determinar:

- El inventario de población que recibe agua sometida a programas de control de calidad.
- El inventario de población que recibe agua sometida a tratamiento y/o cloración.
- Número de acueductos de acuerdo con los intervalos de población abastecida.

3.4 Evolución de la calidad del agua por entidad operadora 1989-2011

Con los datos de los informes del LNA sobre calidad del agua, se determinaron las coberturas de calidad del agua por entidad operadora a saber AyA (1989 a 2011), municipios (1997 a 2011), ASADAS/CAAR (1999 a 2011) y total del país (1991-2011).

3.5 Inventario de fuentes de aguas usadas para potabilización

Con los datos del LNA se identificó el número y tipo de fuentes usadas para potabilización en Costa Rica como pozos, nacientes y aguas superficiales con y sin tratamiento.

3.6 Ubicación de Costa Rica en el ACH en las Américas 2010

Con los datos del LNA y el Informe sobre “El Progreso del Agua de Bebida y Saneamiento 2012” ⁽²⁴⁾, de la OMS/UNICEF, se definió la ubicación de Costa Rica en el Continente Americano en cuanto a la cobertura con ACH.

3.7 Coberturas de Saneamiento en Costa Rica en el año 1960

Con los mismos documentos señalados en el punto 3.1 se obtuvo la cobertura de población con DAE, según los tipos de mecanismos de descarga como alcantarillado, tanque séptico, defecación al aire libre.

3.8 Comparación de la DAE entre Costa Rica y América Latina en los años 1960, 1970, 1980, 1990, 2000 y 2010

La comparación de las coberturas de población con DAE o saneamiento se realizó con datos de los documentos indicados en el punto 3.2.

3.9 Evolución de las coberturas de saneamiento por alcantarillado y tanques sépticos en el periodo 2000-2011 y situación actual

Con los datos del censo 2000 ⁽²⁵⁾ y las “Encuestas de Hogares Anuales”, ⁽²⁶⁾, aunado a los datos del Censo 2011, se determinó la evolución en las coberturas de población que utiliza alcantarillado y tanque séptico en Costa Rica, además de la situación actual de cobertura por tipo de disposición.

3.10 Ubicación de Costa Rica en contexto de América según el uso de ISM

Con los datos del Programa Conjunto de Monitoreo (PCM) de la UNICEF, publicados en el documento titulado “Progreso en Agua de Bebida y Saneamiento del 2012”, se define la ubicación de nuestro país entre otros países de América en cuanto a las ISM.

4. RESULTADOS

En concordancia con el orden de los objetivos específicos se presentan los resultados obtenidos:

4.1 Cobertura del suministro de agua en 1960

En el Cuadro 1 se presenta la cobertura con ACH en Costa Rica durante en el año 1960.

Cuadro 1. Cobertura de acceso a ACH en Costa Rica en 1960

Población	Ente operador	% Agua por cañería intradomiciliar	Pozos %	Nacientes %	Cañería fuera de la vivienda	Sin agua
1. 149 000	Municipios	59	6,5	14,6	13,6	6,3%

FUENTE: Documentos históricos "Agua para Siempre (AyA)" y el Censo de 1963.

4.2 Comparación del acceso a agua: Costa Rica, América Latina y El Caribe 1960-2010

En el Cuadro 2 se presenta la evolución de coberturas de acceso a ACH y DAE en ALyC en el periodo 1960-2010, y su comparación con Costa Rica.

Cuadro 2. Evolución de Cobertura de ACH en América Latina, el Caribe y Costa Rica 1960-2010

Años	América Latina y el Caribe		Costa Rica	
	Población en Miles	% Cobertura	Población en Miles	% Cobertura
1960	209.000	33	1.149	59*
1970	287. 000	53	1.770	70
1980	339. 000	70	2.216	80
1990	429 .000	80	2.959	94
2000	416. 000	91	3.824	97
2010	497. 000	94	4.300	98

FUENTE: OPS, UNICEF, LNA y otros.

NOTA: A partir de 1990 la UNICEF utiliza el concepto de "Fuentes de Agua Potable Mejoradas".

*Dato oficial del CENSO 1963.

4.3 Situación del suministro de ACH en Costa Rica al año 2011

En esta sección se presenta, en el Cuadro 3, la estimación de cobertura y calidad del ACH según entidad operadora durante el periodo 2011 en Costa Rica.

Cuadro 3. Agua para consumo humano: estimación general de cobertura y calidad en Costa Rica - Período 2011

Abastecimiento	N°	Población cubierta		Población con agua potable		Población con agua No Potable		Acueductos	
		Acueductos	Población	%	Población	%	Población	%	Potab.
AyA	191	2.099.336	48,8	2.078.343	99,0	20.993	0,1	173	18
Municipalidades	236	655.635	15,2	569.747	86,9	85.888	13,1	176	60
CAAR/ASADAS *	1.919	1.023.119	23,8	751.993	73,5	271.126	26,5	1.147	772
ESPH y otros	13	208.208	4,8	208.208	100	0	0,0	13	0
Subtotal por entidad operadora	2.359	3.986.298	92,6	3.608.291	90,5	378.007	9,5	1.509	850
Condominios, urbanizaciones y acueductos privados **	¿?	217.923	5,1	197.220	90,5	20.703	9,5	¿?	¿?
Viviendas colectivas (Cárceles, hospicios, asilos y otros) **	¿?	19.079	0,4	17.266	90,5	1.813	9,5	¿?	¿?
Subtotal de población abastecida por cañería **	2.359	4.223.300	98,1	3.822.777	90,5	400.523	9,5	¿?	¿?
Pozos propios sin cañería **	¿?	36.750	0,9	33.259	90,5	3.491	9,5	¿?	¿?
Nacientes, quebradas o ríos sin cañería ***	¿?	17.408	0,4	0	0,0	17.408	100	¿?	¿?
Otros (lluvia, cisterna, etc) **	¿?	24.254	0,6	21.950	90,5	2.304	9,5	¿?	¿?
Totales	2.359	4.301.712	100	3.877.986	90,1	423.726	9,9	1.509	850

* Evaluados bajo el Programa de Vigilancia, periodo 2009-2011.

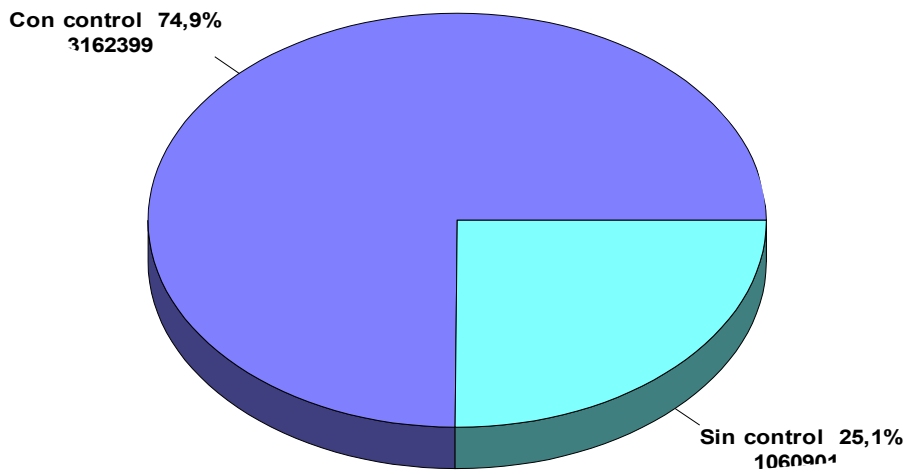
** Estimación fundamentada en la extrapolación del 90,5% obtenido en la evaluación de los entes operadores.

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

FUENTE: INEC y LNA.

En la Figura 1 puede apreciarse el porcentaje de población que recibe agua sometida a programas de control de calidad del agua durante el 2011.

Figura 1. Poblacion que recibe agua sometida a control de calidad - Periodo 2011

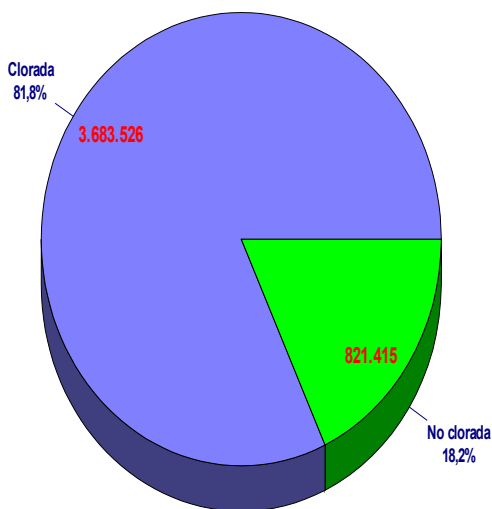


Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas

Las Figuras 2 y 3 muestran el porcentaje de población con agua sometida a tratamiento y/o desinfección en el 2010 y 2011.

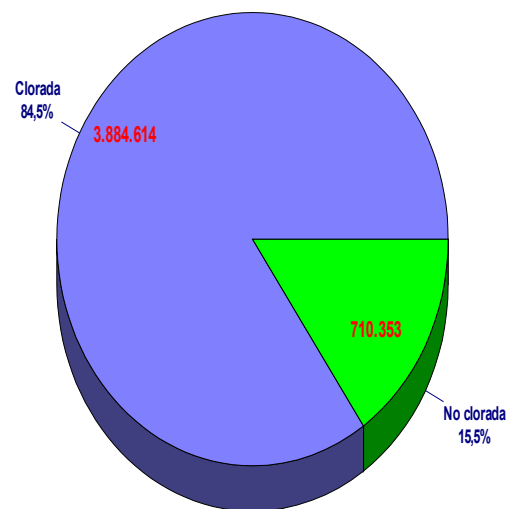
Figuras 2 y 3. Población que recibe agua con tratamiento y/o desinfección en Costa Rica en los años 2010 y 2011

Gráfico 2. Porcentaje de población nacional abastecida con agua sometida a desinfección en Costa Rica - Periodo 2010



FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

Gráfico 3. Porcentaje de población nacional abastecida con agua sometida a desinfección en Costa Rica - Periodo 2011



FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

En el Cuadro 4 se presenta el inventario de acueductos según los intervalos de población abastecida.

Cuadro 4. Acueductos por ente operador de acuerdo a los intervalos de población abastecidas – 2011

Ente operador	Grupos de población							
	Totales		>50000		10000-50000		<10000	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
AyA	191	8.1	5	0.2	19	0.8	167	7.1
Municipalides	236	10.0	1	0.04	11	0.5	224	9.5
ESPH	13	0.6	0		8	0.3	5	0.2
CAAR's*	1919	81.3	0		1	0.04	1918	81.3
Totales	2359	100.0	6	0.3	39	1.7	2314	98.1

FUENTE: Área de Microbiología del LNA.

En el Cuadro 5 se resumen los principales episodios de contaminación química de los acueductos del país en el periodo 2001-2011.

Cuadro 5. Contaminación química en las fuentes de agua en el periodo 2001-2011

NOMBRE DEL ACUEDUCTO	AÑOS	CONTAMINANTE
1. Planta de Guadalupe	2001	Hidrocarburos
2. Río Quebradas-Pérez Zeledón	2002	Hidrocarburos
3. Planta Los Sitios-Moravia	2003	Hidrocarburos
4. El Cairo, Milano y Luisiana de Siquirres	2003-2011	Bromacil, diurón y otros plaguicidas
5. Embalse El Llano-Orosi	2004	Hidrocarburos
6. Pozo AB-1089-Belén	2005	Gasolina-Diesel
7. Banderillas Cartago	2005	Nitratos
8. Fuentes de Moín-Limón	2006	Hidrocarburos
9. Planta de San Ignacio de Acosta	2007	Hidrocarburos
10. Veracruz-San Carlos	2008-2009	Terbufos
11. Tierra Blanca- Cartago	2009	Nitratos
12. Contaminación de los siguientes acueductos: Cañas, Bagaces, Hotel Cañas, Bebedero, El Jobo, Agua Caliente, Vuelta de Kooper y otros.	2010-2011	Arsénico
13. Pozo privado, frente la estación el Lago de Tillarán	2011	Hidrocarburos

FUENTE: LNA 2001-2012

4.4 Evolución de la calidad del agua según entidad operadora

En las Figuras 4, 5, 6 y 7, se presentan los valores porcentuales de habitantes abastecidos con AP y no potable de municipalidades/ESPH, ASADAS/CAARs, AyA y el total del país, respectivamente.

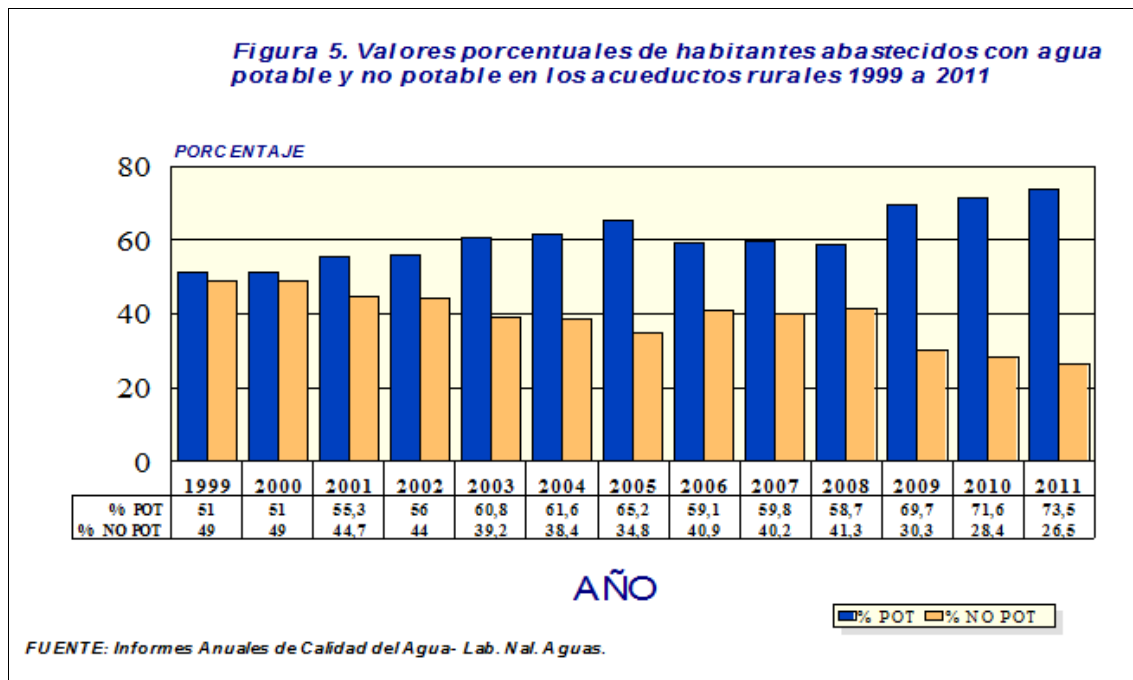
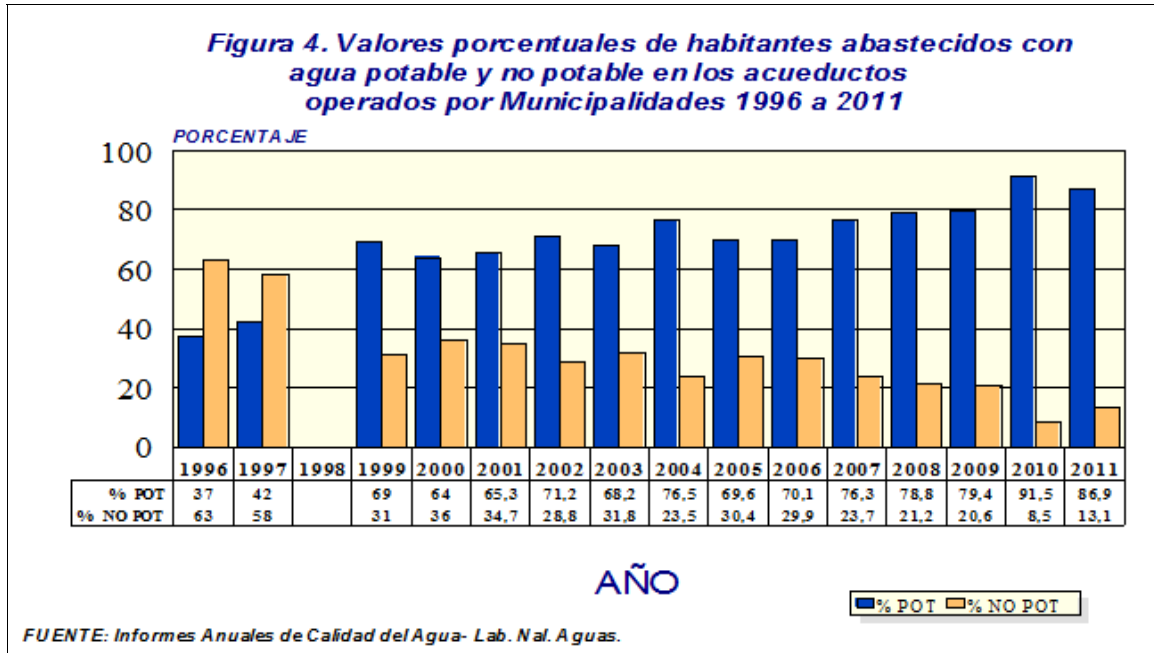
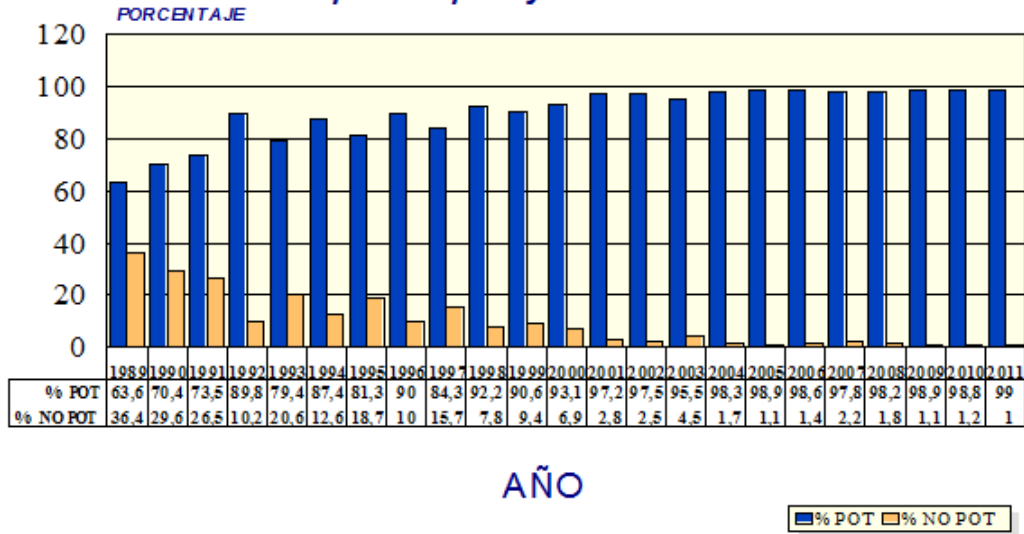
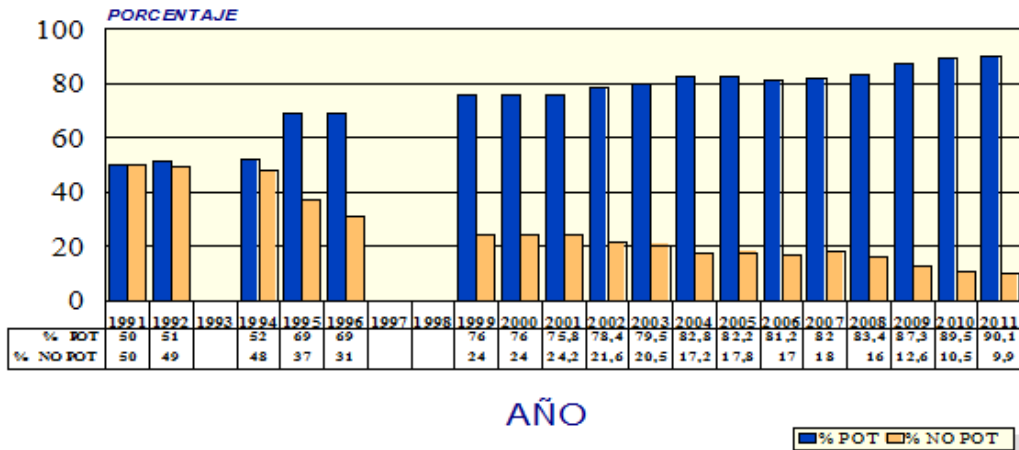


Figura 6. Valores porcentuales de habitantes abastecidos con agua potable y no potable en los acueductos operados por AyA 1989 a 2011



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

Figura 7. Valores porcentuales de habitantes abastecidos con agua potable y no potable en los acueductos en Costa Rica 1991 a 2011



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

4.5 Inventario de fuentes de aguas usadas para potabilización

En el Cuadro 6 se resume, según ente operador, las fuentes de agua según su tipo (pozos, nacientes y superficiales).

Cuadro 6. Fuentes de abastecimiento de los acueductos operados por el AyA, ASADAS y/o CAARs, Municipalidades y la ESPH - 2011

Ente operador	Pozos	Nacientes	Plantas	Superficiales	Subtotales	%
AyA	268	196	26	17	507	10,3
Municipalidades	44	374	4	33	455	9,2
CAAR's/ASADAS	645	3.046	17	231	3.939	79,9
ESPH	18	3	0	7	28	0,6
Totales	975	3.619	47	288	4.929	100

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

4.6 Ubicación de Costa Rica en el suministro de agua en las Américas 2010

En el Cuadro 7 se presentan los datos aportados por la OMS y la UNICEF en el año 2010, sobre las coberturas con "Fuentes de Agua Potable Mejoradas", agua entubada en el lugar de consumo, otras fuentes mejoradas (pozos, nacientes, piletas públicas) en 24 países de América, incluido Costa Rica.

Cuadro 7. Cobertura porcentual por tipo de acceso a agua para consumo humano (FAPM) en el Continente Americano 2010

País	Fuentes de agua potable mejoradas Total	Agua entubada hasta la vivienda	Otras fuentes mejoradas	Otras fuentes no mejoradas	
				No Mejoradas	Superficial
Canadá	100	100	0	0	0
USA	99	85	14	1	0
México	96	89	7	4	0
Guatemala	92	82	10	5	3
Belice	98	78	20	2	0
Honduras	87	85	2	12	1
El Salvador	88	66	22	8	4
Nicaragua	85	63	22	12	3
Costa Rica	97**	97**	0	1	2
Panamá *	93	89	4	7	0
Colombia	92	84	8	3	5

Ecuador	94	86	8	6	0
Perú	85	74	11	11	4
Bolivia	88	80	8	5	7
Venezuela	NTD	NTD	NTD	NTD	NTD
Paraguay	86	66	20	12	2
Uruguay	100	98	0	0	0
Brasil	98	92	6	2	0
Argentina *	97	80	17	3	0
Chile	96	93	3	4	0
Jamaica	93	70	23	5	2
Cuba	94	75	19	6	0
Rep. Dominicana	86	72	14	14	0
Haití	69	10	59	19	12

**Corresponden a los datos del 2008.*

***Según el Laboratorio Nacional de Aguas, el dato en ambos servicios es de 98%.*

NTD: no tiene dato.

4.7 Cobertura de saneamiento en Costa Rica en 1960

El Cuadro 8 muestra la situación de la disposición de excretas en nuestro país durante el año 1960.

Cuadro 8. Disposición de excretas en Costa Rica en el año 1960

Población	Alcantarillado	Tanque séptico	Pozo Negro	Otros	Defecación al aire libre
1.490.000	10%	15%	46%	2%	27%

FUENTE: Estimación con base a documentos históricos (Agua para siempre-AyA y el Censo de 1963)

4.8 Comparación de la DAE entre América Latina y El Caribe con Costa Rica

Por su parte, el Cuadro 9 presenta la evolución que se ha presentado en cuanto a la DAE entre las décadas comprendidas entre 1960 y el año 2010, tanto para ALyC como para nuestro país.

Cuadro 9. Evolución de la cobertura de DAE de ALyC y Costa Rica entre 1960 y 2010

Años	América Latina y el Caribe		Costa Rica	
	Población (miles)	% cobertura	Población (miles)	% cobertura
1960	209 000	ND	1.149	71
1970	287 000	ND	1.871	80
1980	339 000	59	2.216	93
1990	429 000	66	2.959	95
2000	416 000	79	3.824	98
2010	497 500	80	4.300	99

FUENTE: OPS y LNA ND: No determinado

4.9 Evolución de las coberturas de saneamiento por alcantarillado y tanques sépticos en Costa Rica periodo 2000-2011

En la Figura 8 se presenta la evolución de cobertura por alcantarillado y tanque séptico en Costa Rica, en el periodo 2000 al 2011, mientras que la Figura 9 presenta la distribución porcentual por tipo de mecanismo de evacuación de excretas en Costa Rica durante el 2011.

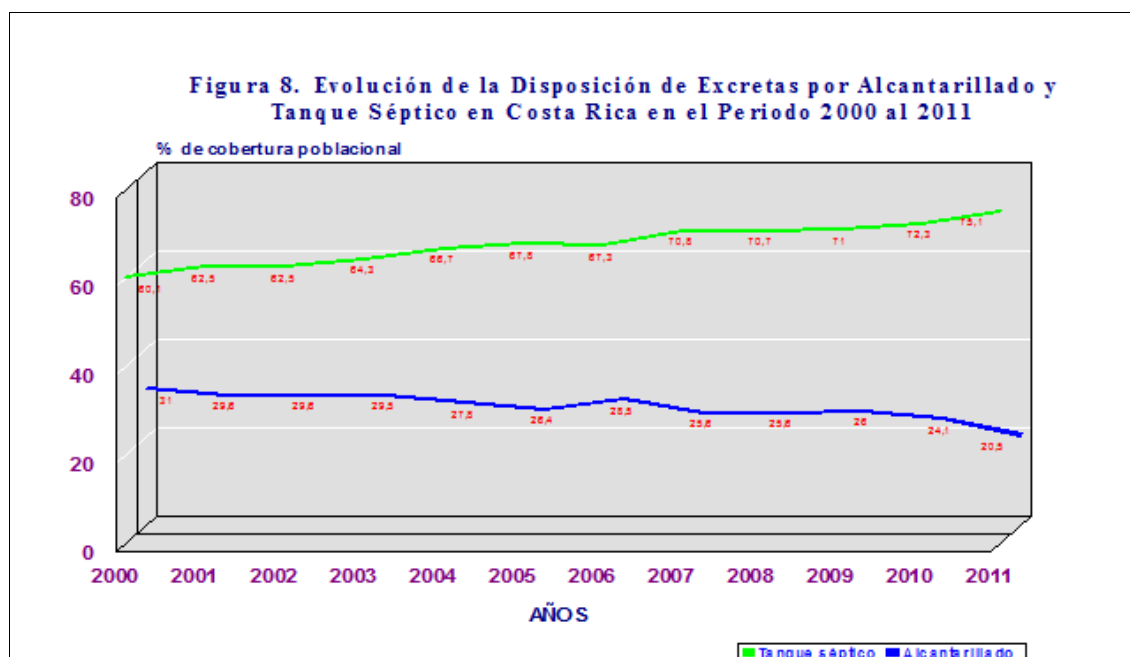
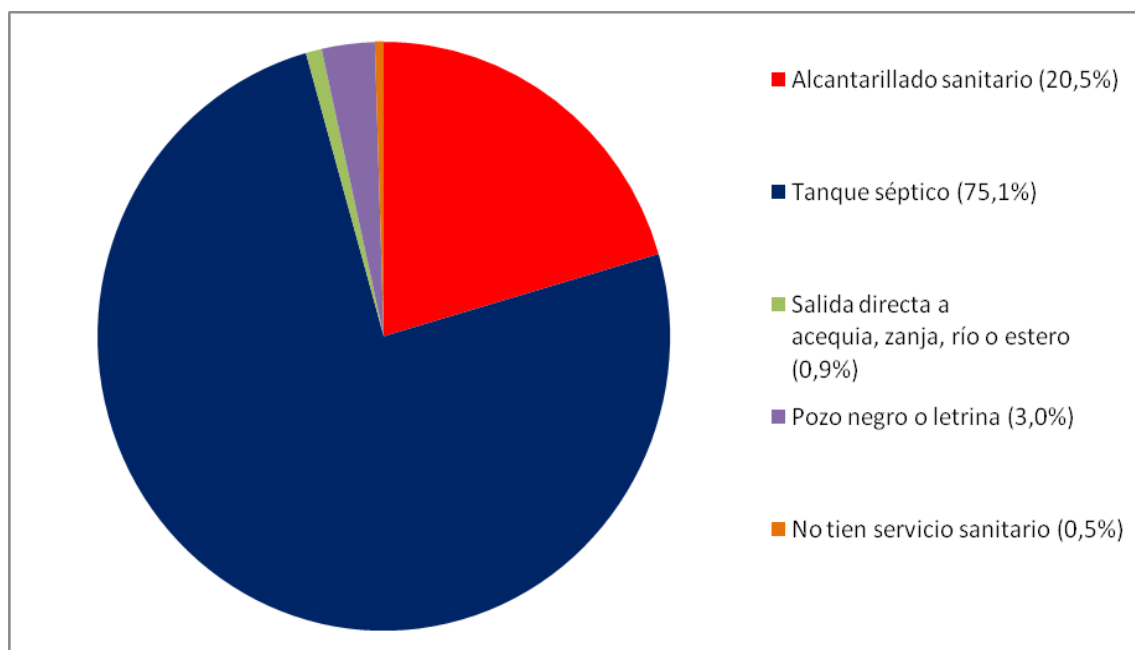


Figura 9. Distribución porcentual por tipo de mecanismo de evacuación de excretas 2011



FUENTE: CENSO 2011-INEC

4.10 Uso de Instalaciones de Saneamiento Mejoradas: situación de Costa Rica en el contexto de América

En el Cuadro 10 se observa, según OMS y UNICEF, las coberturas de acceso de ISM en el año 2010.

Cuadro 10. Cobertura de Instalaciones de Saneamiento Mejoradas en América 2010

Países	Instalación de Saneamiento Mejoradas (%)	Compartidos (%)	No mejoradas (%)	Defecación al aire libre
Canadá	100	0	0	0
EUA	100	0	0	0
México	86	11	3	1
Guatemala	78	8	8	6
Belice	90	7	2	1
Honduras	77	5	9	9
El Salvador	87	7	0	6
Nicaragua	52	8	29	11
Costa Rica*	95	4	1	0
Panamá	69	9	17	5
Colombia	77	13	4	6
Ecuador	92	3	0	5
Perú	71	8	14	7
Bolivia	86	77	9	14
Venezuela	92	85	7	8
Paraguay	71	3	26	
Uruguay	100	0	0	0

Brasil	79	1	16	4
Argentina	90	-	10	--
Chile	96	-	4	0
Jamaica	87	17	2	1
Cuba	91	7	2	0
Rep. Dominicana	83	11	2	4
Haití	17	15	40	28

FUENTE: *Progress in Drinking Water and Sanitation 2012UPDATE*

*El dato de ISM del CENSO 2011 es de 99%.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En forma concordante con el orden de los resultados de los 10 subtemas abordados, a continuación se hace un análisis de los mismos.

5.1 Acceso a ACH en Costa Rica en 1960

Como puede apreciarse en el Cuadro 1, la cobertura con ACH en el año 1960 era de 93,7%; no obstante, solamente el 59% de la población recibía agua dentro de la vivienda a través de cañería.

5.2. Comparación del acceso a agua entre Costa Rica y América Latina de 1960-2010

Del Cuadro 2 se desprende que el aumento de la cobertura con ACH en Costa Rica ha sido muy exitoso, pasando de 59% a 98% entre los años 1960 y el 2010. No obstante, el merito es mayor si se toma en cuenta que, a diferencia de la mayoría de los países Americanos, dicho aumento se ha sustentado en el acceso a agua por cañería; lo anterior es digno de resaltar si consideramos que otras naciones lo han hecho mediante pozos y nacientes o piletas públicas, los cuales también forman parte del concepto de “Fuente de Agua Potable Mejoradas” del PCM de la UNICEF y la OMS. En este sentido, es importante anotar que países como Guatemala, Honduras, Nicaragua, Bolivia, Cuba, Jamaica y otros (ver cuadro 7) han alcanzado la meta del ODM 7, de reducir a la mitad la población sin acceso a ACH (1990) en el 2015, utilizando este concepto. Sin embargo, al no contar las comunidades correspondientes con acueductos, estas ven muy limitado su desarrollo socioeconómico.

5.3. Situación del suministro de ACH en Costa Rica 2011

Los datos del Programa de Vigilancia y Control de Calidad del Agua del LNA permite abordar, entre otros 4 aspectos, la estimación de cobertura y calidad del ACH por entidad operadora, la población abastecida y sometida a programas de control de calidad del agua, población que recibe agua con tratamiento y/o desinfección, inventario del número de acueductos según población abastecida y la identificación de los episodios de contaminación química de las fuentes de agua y acueductos, en el periodo 2001 al 2011.

5.3.1. Cobertura y calidad del agua según entidad operadora

En el Cuadro 3 se resume, por cada una de las cuatro entidades operadoras, el número de acueductos administrados, la población que cubren, la calidad del agua

que reciben y la respectiva población, y el número de acueductos potables y no potables. Puede apreciarse que la distribución de ACH en Costa Rica está a cargo de cuatro entes operadores a saber AyA, municipios, CAAR`s/ASADAS además de la ESPH y otros. Entre todos cubren el 92,6% de la población nacional, que sumado a la cobertura a través de condominios, urbanizaciones y acueductos privados alcanzan una cobertura de 98,1% con agua dentro de la vivienda a través de tubería. En el ámbito nacional, la totalidad de la población se cubre con pozos propios, acceso a nacientes, quebradas, ríos, lluvia y cisterna, entre otros, con una cobertura con agua de calidad potable de 90,1%, el más alto en la historia del país. Este logro es posible gracias a la operación de 2.359 acueductos conocidos, de los cuales 1.509 suplen agua potable y 850 agua no potable.

5.3.2. Población abastecida con agua con control de calidad

La figura 1 muestra que de los 4.223.300 habitantes de Costa Rica que reciben agua por cañería, según el CENSO 2011, un total de 3.162.399 recibe agua que es sometida a un programa de control de calidad, lo que equivale al 74,9%.

5.3.3. Población abastecida con agua con tratamiento y/o desinfección

Por su parte, las Figuras 2 y 3 demuestran que el porcentaje de población abastecida con agua sometida a tratamiento y/o desinfección aumentó en 2,7% entre los últimos dos periodos, pasando de 81,8% (3.683.526 hab) en el 2010 a 84,5% (3.884.614 hab) en el 2011, lo que nos indica que el programa de cloración se fortalece, aunque de manera lenta.

5.3.4. Distribución del número de acueductos según población abastecida

El Cuadro 4 permite apreciar que el LNA ha logrado inventariar en total 2.359 acueductos, operados por cuatro diferentes entes a saber 191 por AyA, 236 por municipios, 13 por la ESPH y 1.919 por ASADAS o CAAR`s. Es importante destacar que de este total el 98% (2.314) son acueductos que abastecen poblaciones menores a 10.000 habitantes, el 1,7% se ubican en el rango de 10.000 a 50.000 habitantes, y solamente el 0.3% (6) superan los 50.000 habitantes.

5.3.5. Inventario de episodios de contaminación química en fuentes de agua

En el Cuadro 5 se resumen 13 episodios de contaminación química de fuentes de agua y acueductos; de estos ocho son por hidrocarburos, los cuales han provocado grandes pérdidas económicas y problemas ambientales. Existen dos casos de contaminación por plaguicidas; el primero por la presencia cercana de cultivos de piña muy cerca de las fuentes de agua en Milano, El Cairo y Luisiana de Siquirres ⁽²⁷⁾; el segundo se presentó en Veracruz de San Carlos, pero en forma intermitente. Por último a partir del año 2010, gracias a la adquisición de tecnología apropiada, se comenzó a detectar acueductos con concentraciones de Arsénico (As) superiores a 10 µg/L, valor máximo permisible del "Reglamento para la Calidad del Agua Potable". En varios casos, como en los acueductos de Cañas, Bagaces y Vuelta de Kooper de Aguas Zarcas de San Carlos, la situación ha mejorado, eliminando las fuentes de agua contaminadas; no obstante, aún persisten al menos 17 acueductos con problemas de contaminación leve con As (>10 µg a 50 µg).

5.4. Evolución de la calidad del agua

En las Figuras 4, 5, 6 y 7 muestran la evolución de los acueductos operados por municipios, acueductos rurales, AyA y el total del país. Los datos anuales demuestran gran avance en las coberturas con agua de calidad potable en Costa Rica:

- a) En los acueductos municipales la población con agua de calidad potable pasó de 37% a 86,5% de 1996 al 2011.
- b) Los acueductos rurales o comunales avanzaron, de 1999 al 2011, de un 51% a un 73,5% respectivamente.
- c) En los acueductos del AyA la población con agua de calidad potable pasó de un 63,6% en 1989 a un 99% en el 2011.
- d) En cuanto a la totalidad de la población de Costa Rica el avance fue de un 50% en 1991 a un 90,1% en el 2011.

Estos grandes avances en la calidad del agua ACH en Costa Rica, en los últimos 22 años, se deben a:

- Que el LNA empezó a realizar informes de calidad del agua con una frecuencia anual, lo cual ha permitido a los entes operadores realizar medidas correctivas para mejorar la calidad del preciado líquido.
- La amenaza de la epidemia del cólera permitió aumentar la desinfección del ACH.
- El “Programa Bandera Azul Ecológica” (PBAE) ⁽²⁸⁾ ha permitido democratizar la toma de decisiones, en beneficio del ambiente (protección del recurso hídrico) y la salud pública a partir de 1996.
- En el año 2001 el LNA creó el “Programa Sello de Calidad Sanitaria” (PSCS) ⁽²⁹⁾, cuyo objetivo es incentivar a los entes operadores para que suministren servicios de buena calidad de AP, en forma sostenible y en armonía con la protección de las fuentes de agua.
- En el año 2007, mediante el Decreto Ejecutivo N°93 MINAET-S, se aprobó la aplicación del “Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable en Costa Rica 2007-2015” (PNMSCSAP) ⁽³⁰⁾, el cual ha permitido ampliar acciones en la protección de fuentes de agua, tratamiento y/o desinfección, vigilancia y control de calidad del agua, legislación y normalización, riesgo sanitario, producción (cantidad), continuidad, calidad, costos, cobertura y autosostenibilidad, movilización social y educación.
- Todos los entes operadores han realizado un gran esfuerzo en el mejoramiento de la calidad del agua.
- La Subgerencia de Gestión de Sistemas Comunales de AyA ha realizado un buen trabajo en la desinfección de los acueductos comunales.

5.5. Inventario de fuentes de agua para potabilización para el año 2011

El Cuadro 6 nos muestra la cantidad y tipo de fuentes de abastecimiento de agua, utilizadas por los diferentes entes operadores de acueductos. Puede apreciarse que se encuentran inventariadas un total de 4.929 fuentes, de las cuales 975 son pozos (19,8%), 3.619 nacientes (73,4%), 47 plantas (1,0%) y 288 aguas superficiales (5,8%).

5.6. Ubicación de Costa Rica en el suministro de ACH en el Continente Americano

En el Cuadro 7 se observa que en el año 2010 Costa Rica alcanzó un 97% de cobertura de agua por cañería hasta la vivienda, lo que según la UNICEF la ubica en el tercer lugar en las Américas, después de Canadá con 100% y Uruguay con 98%. Estos datos demuestran los grandes avances de nuestro país en el suministro de ACH; no obstante, una de las deficiencias de los informes del PCM de la OMS y UNICEF es que no toman en cuenta la calidad del agua, debido a que muy pocos países tienen un laboratorio que realice informes de calidad del agua en el ámbito nacional, como si lo tiene Costa Rica. En este aspecto, la experiencia y los estudios a nivel internacional nos permite indicar, con mucha certeza, que Costa Rica es uno de los países con mejor calidad del agua suministrada, con un 90,1% de la población cubierta con agua potable en el año 2011.

5.7. Cobertura de saneamiento en Costa Rica en 1960

Como puede apreciarse en el Cuadro 8, en 1960 la disposición de excretas en nuestro país se realizaba principalmente por pozo negro en un 46%, por alcantarillado en solamente un 10%, por tanque séptico en un 15% y otros sistemas en 2%, quedando la disposición al aire libre en un alarmante 27%.

5.8. Comparación de la DAE de Costa Rica con América Latina y El Caribe

Por su parte, en la comparación de la DAE de Costa Rica con ALyC entre los años 1960 y 2010, muestra que mientras Costa Rica pasó de una cobertura de 71% en 1960 a 99% en el 2010, en la región se avanzó de 59% en 1980 a 80% en el 2010.

5.9. Evolución de las coberturas de saneamiento por tanques sépticos y alcantarillado en Costa Rica 2000-2011

El poco avance en la ampliación de la recolección, traslado y tratamiento de las aguas residuales domésticas por alcantarillado sanitario, ha hecho que el porcentaje de población con tanques sépticos se vea incrementado con el pasar de los años, como lo demuestran los datos de la Figura 8 del periodo 2000 al 2011. No obstante ambos mecanismos, son parte del concepto de ISM de la UNICEF, por lo que Costa Rica ha alcanzado un 99% (2010) con ISM, lo cual lo ubica como uno de los países con mayor avance en el Continente Americano. Por otra parte, la distribución porcentual por tipo de mecanismo de evacuación de excretas, en el 2011, ratifican el avance en el uso de los tanques sépticos.

5.10 Mecanismos de DAE en Costa Rica en el 2011

De acuerdo al CENSO 2011, realizado por el INEC, actualmente en Costa Rica la DAE se realiza en un 75,1% por Tanque séptico, por alcantarillado en 20,5%, por salida directa a acequias, zanjas, ríos o esteros en un 0,9%, por pozo negro o letrina en 3,0% y sin servicios sanitario en un 0,5%.

5.11. Instalaciones de saneamiento mejoradas: comparación de Costa Rica con los países del Continente Americano

Como se observa, en el Cuadro 10, bajo el concepto de ISM en el Informe de la UNICEF sobre “El Progreso en Agua de Bebida y Saneamiento 2012”, Costa Rica tenía en el 2010 un 95% de cobertura de la población con ISM, lo cual ubica en el tercer lugar en las Américas; sin embargo, el censo del 2011 indica que el dato de ISM es del 99%.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis de los resultados de los 10 subtemas estudiados nos permite hacer las siguientes conclusiones y recomendaciones:

6.1 Conclusiones

- Evidentemente la creación del SNAA (Hoy AyA) en 1961, ha sido y será esencial para lograr los avances en las coberturas de agua de calidad potable, en estos 50 años (1961-2011) en Costa Rica. Como resulta lógico, también deberá tener un papel protagónico como entidad rectora en el suministro de AP y el saneamiento en Costa Rica, como lo dicta su Ley Constitutiva.
- La ampliación de las coberturas de agua por cañería intradomiciliar de un 59% en 1960 a un 98% en el 2011, ha sido concordantes con los altos índices de salud que disfruta nuestro país.
- Los resultados comparativos entre los países de América Latina y el Caribe con Costa Rica, entre 1960 y el año 2010, indican que nuestro país siempre mantuvo un paso firme para mejorar las coberturas de ACH, superando a la gran mayoría de los países de la región.
- La cobertura y calidad del ACH alcanzados en el 2011 indican que el ACH suministrada por los 4 diferentes operadores, demuestran una gran mejoría en los últimos 22 años pasando:
 - El AyA de un 63,6% a un 99% de 1989 al 2011.
 - Los municipios y la ESPH de 37% a un 86,5% de 1997 al 2011.
 - Las ASASDAS y/o CAARs de un 51% a 73,5% de 1999 al 2011.
 - Costa Rica de un 50% en 1991 a un 90,1% en el 2011.

- La cobertura con agua sometida o tratamiento y/o desinfección alcanzó en el 2011 un 84,5% de la población.
- La cobertura con abastecimiento de agua sometida a programas de control de calidad pasó de un 63,5% en el 2005 a 74,9% en el 2011.
- La distribución de los 2.359 acueductos por población abastecida en el 2011 es la siguiente: 191 administrados y operados por AyA, 236 por municipalidades, 13 por la ESPH y 1.919 por ASADAS y CAAR's.
- El inventario de las fuentes de agua para potabilización indica que en el 2010 existían:
 - 975 pozos, para un 19,8%.
 - 3.619 nacientes, que equivalen al 73,4%.
 - 47 plantas, que representan el 1,0%.
 - 288 fuentes superficiales, para 5,8%.
- El último informe de la UNICEF y OMS, del año 2010, ubica a Costa Rica en el tercer lugar en el suministro de agua por cañería intradomiciliar, con una cobertura de 97%, solamente por debajo de Canadá y Uruguay. Los datos del LNA del mismo año 2010 y del 2011, indican que el país alcanzó un 98% de su población con este tipo de servicio.
- La cobertura del saneamiento o DAE de Costa Rica en el año 1960 era de:
 - 10% de la población por alcantarillado.
 - 15% por tanque séptico.
 - 46% por pozo negro o letrinas.
 - 2% por otros sistemas.
 - 27% a cielo abierto.
- La comparación en el acceso a saneamiento en Costa Rica con respecto a ALyC en el periodo 1960-2010, demuestra que Costa Rica siempre ha tenido mayores coberturas que el promedio de esa región.
- No obstante los avances de Costa Rica en saneamiento, es evidente que nuestra nación ha apostado el uso de tanques sépticos en detenimiento del alcantarillado sanitario, lo cual se demuestra claramente en la Figura 8 sobre la evolución de la DAE en el periodo 2000 al 2011.
- La situación de evacuación de excretas en el año 2011, de acuerdo con el CENSO realizado por el INEC, indica que:

20,5% es por alcantarillado

75,1% es por tanques sépticos

0,9% con salida directa a acequia, zanja, río o estero

3,0% por pozo negro letrinas

0,5% es por defecación al aire libre.

- En el marco del concepto de ISM de la UNICEF y OMS, según el informe del 2012, Costa Rica ocupaba en el 2010, el tercer lugar en el contexto del Continente Americano con un 95% de cobertura, sin embargo, el dato del Censo 2011 de 99% con ISM, lo ubican en el segundo lugar por debajo de Canadá, EUA y Uruguay que comparten el primer lugar con 100% de cobertura.

6.2 Recomendaciones

El recorrido realizado en este estudio por más de 50 años, antes y después de la creación del AyA en 1961, con los avances en el suministro de ACH y el lento caminar en la recolección, traslado y tratamiento de las aguas residuales domésticas, nos permite hacer las siguientes recomendaciones:

- La aplicación del PNMSCSAP 2007-2015, con sus 7 componentes, debe cumplirse en sus 92 actividades, para mejorar en forma sostenible los servicios de AP en Costa Rica. Adoptando una visión más futurista, este programa deberá extenderse hasta el año 2021, con el propósito de buscar la universalización del AP en el país.
- Costa Rica debe dar el paso de evaluar y mejorar la calidad del ACH a optimizar la calidad de los servicios de AP, es decir, considerar otros aspectos como la cantidad, continuidad, calidad, costos y coberturas.
- El personal o funcionarios a cargo de la administración y operación de los servicios de AP y saneamiento, en los diferentes tipos de operadores, debe y deberán capacitarse en forma permanente, con el propósito de optimizar la administración y operación de los acueductos y sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas a su cargo.
- Para cumplir con la recomendación anterior es necesario que el AyA como entidad rectora, en un trabajo conjunto con las Universidades, establezcan un "Centro de Capacitación en Agua Potable y Saneamiento".
- Por otro lado, es fundamental fomentar la investigación en agua, ambiente y salud, con el objetivo de adoptar y crear nuevas tecnologías de análisis de agua y tratamiento, que permitan solventar los nuevos problemas de contaminación química y microbiológica.
- En el campo del saneamiento el AyA deberá impulsar y ejecutar, junto con los otros entes operadores, el "Programa Nacional de Manejo Adecuado de Aguas Residuales 2012-2025" (PNMAAR 2012-2025)⁽³¹⁾.

- Enfocados a mediano y largo plazo el AyA, con el apoyo del Estado costarricense, deberá fortalecer el Laboratorio Nacional de Aguas, para ampliar los programas de vigilancia y control de la calidad del agua en sus diferentes usos.
- El AyA deberá fortalecer programas ambientales comunales como Bandera Azul Ecológica, Sello de Calidad Sanitaria y Vigilantes del Agua, y apoyar iniciativas de reforestación, con la intención de “empoderar” a la sociedad civil y las comunidades en la protección del recurso hídrico del país.
- El Estado deberá aprobar una nueva “Ley de Aguas”, y fortalecer y modernizar la Ley Constitutiva del AyA, para lograr ordenar el uso del agua y hacer más ágil y eficiente el manejo de este vital líquido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gobierno de Costa Rica. **Abolición del Ejército**. Decreto N°749, La Junta Fundadora de la Segunda República, San José, 1 de diciembre 1948.
2. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. **Agua para Siempre**. San José, Costa Rica.
3. Poder Ejecutivo. **Ley Constitutiva del Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillados N° 2726**. San José, 14 de abril de 1961.
4. Poder Ejecutivo. **Reglamento para la Calidad del Agua Potable**. La Gaceta N° 84 del martes 03 de mayo del 2005.
5. Organización Mundial de la Salud. **Guías para la Calidad del Agua Potable**. Ginebra, Suiza; 1° edición; 1985.
6. Organización Mundial de la Salud. **Guías para la Calidad del Agua Potable**. Ginebra, Suiza; 2° edición, Volumen 1; 1995.
7. Organización Mundial de la Salud. **Guías de Calidad del Agua de Bebida**. Tercera edición; Ginebra, Suiza; 2004.
8. UNICEF/OMS. **Join Monitoring Programme for water supply and sanitation**. Documento en línea: [http:// www.wssinfo.org/en/24/watdeuregions.htm/](http://www.wssinfo.org/en/24/watdeuregions.htm/)
9. UNICEF. **Progreso para la Infancia: un balance sobre agua y saneamiento**. Nueva York; 2006.
10. Hellen, Léo. **Saneamiento y Salud**. Brasilia; 1 edición. CEPIS-OPS/OMS; 1997.
11. Rosero, Luis. **Determinantes socioeconómicos y sanitarios del descenso de la mortalidad infantil en Costa Rica**. En: Control end eradication of infections diseases. San José, Costa Rica; OPS/INISA; 1985.
12. Mora, Darner. **Saneamiento; Educación y Salud**. San José. C.R. Editorama; 2005.

13. Mora, Darner. **Situación actual del agua para consumo humano y aguas residuales en Costa Rica 1991**. San José, Costa Rica. Revista Biocenosis, UNED, volumen B, 1991: 74-80.
14. Mora, Darner. **Situación 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: 7-17.
15. Mora, Darner; Sáenz, Ignacio; Portuguez, Carlos. **Saneamiento, educación y su relación con los Indicadores básicos de salud en el Contexto Mundial 2002**. San José. Revista Costarricense de Salud Pública. Año 14, N° 27; 2005:35-45.
16. Mora, Darner. **Agua para consumo humano y disposición de excretas: Situación de Costa Rica en el contexto de América Latina y El Caribe: 1960-2020**. San José, Costa Rica. Revista Costarricense de Salud Pública. ACOSAP/OPS, año 13, N°21; MARZO 2003:31-46.
17. Mora, Darner; Sáenz, Ignacio; Portuguez, Carlos. **Importancia de las coberturas con agua para consumo humano, disposición de excretas y alfabetismo sobre los indicadores de salud en América Latina y El Caribe**. San José. Revista Costarricense de Salud Pública. ACOSAP, Año 11, N°21:2002:25-31.
18. Centro Centroamericano de Población. **Censo de Viviendas de Costa Rica**. San José, Costa Rica; Biblioteca Virtual en Población; Instituto Nacional de Estadística y Censos.
19. Calderón, Yesenia. **Evaluación del Sector de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento 1991-1990**. San José, AyA: 1991:1-109.
20. Mora, Darner; Mata, Ana; Portuguez, Carlos. **Acceso al Agua para consumo humano y saneamiento: Evolución en el periodo 1990-2010 en Costa Rica**. La Unión, Laboratorio Nacional de Aguas, 2011.
21. Mata, Ana; Sequeira, Marco. **Informe Anual sobre la calidad del agua para consumo suministrado por el AyA, 2011**. La Unión, Laboratorio Nacional de Aguas; 2012.
22. Mata, Ana; Sequeira, Marco. **Informe Anual sobre la Calidad del agua suministrada por acueductos municipales, 2011**. La Unión. Laboratorio Nacional de Aguas; 2011.
23. Mata, Ana; Sequeira, Marco. **Informe Anual sobre la calidad del agua para consumo humano suministrada por los acueductos rurales en el periodo 2009-2011**. La Unión, Laboratorio Nacional de Aguas; 2012.
24. OMS/UNICEF. **Progresos en agua de bebida y saneamiento 2012**. EUA; 2012.
25. Instituto Nacional de Estadística y Censos. **CENSO 2011**. INEC; San José, Costa Rica; 2012.

26. Instituto Nacional de Estadística y Censos. **Encuesta nacional de hogares.** INEC; San José, Costa Rica; 2012.
27. Mora, Darner. **Informe sobre la aplicación del protocolo y plan de acción para la normalización del agua potable en Milano, El Cairo y Luisiana.** Laboratorio Nacional de Aguas; La Unión, Cartago; Acueductos y Alcantarillados; 2011.
28. Mora, Darner; Chavez, Arcelio. **Programa Bandera Azul Ecológica. Una revolución sin guerras por el ambiente, con la niñez costarricense.** 7° Edición; La Unión, Cartago; Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados; Laboratorio Nacional de Aguas; 2011.
29. Laboratorio Nacional de Aguas. **Boletín de Prensa Acto de entrega de galardones 2010.** La Unión, Cartago; Programa Sello de Calidad Sanitaria; Acueductos y Alcantarillados; 2011.
30. Mora, Darner; Feoli, Héctor. **Programa nacional de mejoramiento y sostenibilidad de la calidad de los servicios de agua potable en Costa Rica 2007-2015.** La Unión, Cartago; Laboratorio Nacional de Aguas; Acueductos y Alcantarillados; 2006.
31. Mora, Darner. **Programa nacional de manejo adecuado de las aguas residuales en Costa Rica 2012-2025.** La Unión, Cartago; Laboratorio Nacional de Aguas; Acueductos y Alcantarillados; 2006.