INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y SANEAMIENTO Y SU RELACIÓN CON LOS INDICADORES BÁSICOS DE SALUD EN COSTA RICA: OBJETIVOS DE DESARROLLO DEL MILENIO Y LA AGENDA PARA EL 2030

PREPARADO POR: Dr. Darner Mora Alvarado
Dra. Ana Mata Solano
Lic. Carlos Felipe Portuguez

MARZO, 2016

INDICE 1

RESUMEN 3

1. **INTRODUCCIÓN** 5

2. OBJETIVOS 6
2.1. General 6
2.2. Específicos 6

3. **METODOLOGÍA** 7
3.1. Tipo de estudio 7
3.2. Primera etapa: estimación de las coberturas con ACH 7
3.2.1. Población estimada del país al año 2015 7
3.2.2. Estimación de cobertura con ACH 8
3.2.3. Inventario del número y tipo de fuentes de agua 8
3.2.4. Inventario de episodios de contaminación de los acueductos 8
3.2.5. Evolución de coberturas con agua potable por ente operador y el país 8
3.3. **Segunda etapa: cobertura de saneamiento** 9
3.3.1. Mecanismos de distribución de excretas 9
3.3.2. Evolución por tipo de saneamiento del 2001 al 2015 9
3.3.3. Inventario de sistemas de tratamiento de aguas residuales 9
3.4. **Tercera etapa: comparación de los datos de las Metas 10a y 10b de los ODM en el mundo y Costa Rica al 2015** 9
3.5. **Cuarta etapa: cobertura con agua potable y los IBS de 1999 al 2015** 9
3.6. **Quinta etapa: propuesta de indicadores en agua potable y saneamiento en Costa Rica, en el marco de los ODS mediante el análisis del Objetivo 6 de la nueva agenda al año 2030** 10

4. **RESULTADOS** 10
4.1. **Primera etapa: cobertura y calidad del agua al 2015** 10
4.1.1. **Estimación de cobertura y calidad del agua** 10
4.1.2. **Inventario del número y tipo de fuentes de agua** 11
4.1.3. Población con agua sometida a tratamiento y/o desinfección, en el periodo 2009-2015 12
4.1.4. Porcentaje de población abastecida con agua sometida a programas de control de calidad, en el periodo 2007-2014 13
4.1.5. **Inventario de episodios de contaminación química de los acueductos del país** 13
4.1.5.1. Contaminaciones químicas antropogénicas 13
4.1.5.2. Contaminaciones químicas naturales 14
4.1.6. **Evolución de cobertura con agua de calidad potable por entidad operadora y el país** 16
4.1.6.1. **Evolución de cobertura y calidad en los acueductos de AyA** 16
4.1.6.2. **Evolución de cobertura y calidad en los acueductos municipales** 16
4.1.6.3. **Evolución de cobertura y calidad en los acueductos rurales** 17
4.1.6.4. **Evolución de cobertura y calidad en Costa Rica** 17
4.2. **Segunda etapa: resultados de cobertura de saneamiento** 18

4.2.1. **Estimación de cobertura de disposición de excretas en Costa Rica** 18
4.2.2. **Evolución de cobertura y disposición de excretas 2001 a 2015 en Costa Rica** 19
4.2.3 **Inventario de sistemas de tratamiento de aguas residuales** 19
4.2.3.1. **Sistemas de tratamiento de aguas residuales operados por AyA** 19
4.2.3.2. **Sistemas de tratamiento de aguas residuales operados por la ESPH** 21
4.2.3.3. **Sistemas de tratamiento de aguas residuales operados por Municipalidades y ASADAS** 21
4.3. **Tercera etapa: resultados de la comparación de los datos de las Metas 10a y 10b de los ODM en el mundo y Costa Rica al 2015** 22
4.3.1. **Datos comparativos de la Meta 10a y 10b del ODM 7 en el mundo 1990-2015** 22
4.3.2. **Datos comparativos de la Meta 10a y 10b del ODM 7 en Costa Rica 1990-2015** 23
4.4. **Cuarta etapa: asociación entre cobertura de agua potable e IBS** 23
4.5. **Quinta etapa: Objetivos de Desarrollo Sostenibles: Agua y Saneamiento al 2030** 25
4.5.1. **Agua y saneamiento: metas al 2030** 25
4.5.2. **Periodo de transición hacia el establecimiento de indicadores en agua y saneamiento al 2030** 25

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 26
5.1. Primera etapa: estimación de cobertura y calidad del agua en Costa Rica 26
5.1.1. Estimación de cobertura y calidad del agua para consumo humano 26
5.1.2. Inventario de fuentes de agua para potabilización 27
5.1.3. Inventario de los episodios de contaminación químicos 28
5.1.3.1. Contaminación antropogénica 28
5.1.3.2. Contaminación química natural 28
5.1.4. Evolución de las coberturas con agua de calidad potable, según la entidad operadora 29
5.1.4.1. Evolución de la calidad del agua suministrada por AyA 29
5.1.4.2. Evolución de la calidad del agua suministrada por los municipios 29
5.1.4.3. Evolución de coberturas y calidad del agua estimada en ASADAS y/o CAARs 29
5.1.4.4. Evolución de la cobertura y calidad del agua en Costa Rica 29
5.1.5. Recomendaciones para esta primera etapa de cobertura y calidad del agua 29
5.2. Segunda etapa: estimación de la cobertura de saneamiento 30
5.2.1. Estimación de cobertura de disposición de excretas en Costa Rica 30
5.2.2. Evolución entre el uso de alcantarillado y tanques sépticos 30
5.2.3. Sistemas de tratamiento de aguas residuales operados por el AyA 30
5.2.4. Sistemas de tratamiento operados por la ESPH 31
5.2.5. Sistemas de tratamiento de aguas residuales operados por municipios y ASADAS 31
5.2.6. Total de sistemas de tratamiento de aguas residuales en Costa Rica 31
5.2.7. Recomendaciones de la segunda etapa 31
5.3. **Tercera etapa: cumplimiento de la Meta 10a y 10b, de los ODM en el mundo y Costa Rica al 2015** 32
5.3.1. **Comparación de los cambios mundiales en la aplicación de la Meta 10a y 10b del Objetivo 7, 1990-2015** 32
5.3.2. **Datos comparativos de la Meta 10a y 10b de ODM 7 en Costa Rica** 32
5.3.3. **Recomendaciones** 32
5.4. **Cuarta etapa: asociación entre cobertura con agua potable y los indicadores básicos de salud en Costa Rica periodo 1999 al 2014** 33
5.5. Quinta etapa: Objetivos de Desarrollo Sostenibles: Agua y Saneamiento al 2030 33

6. RECOMENDACIONES FINALES **34**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **34**

AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y SANEAMIENTO Y SU RELACIÓN CON LOS INDICADORES BÁSICOS DE SALUD EN COSTA RICA: OBJETIVOS DE DESARROLLO DEL MILENIO Y LA AGENDA PARA EL 2030

RESUMEN

Darner Mora Alvarado
Ana Mata Solano
Carlos Felipe Portuguez B.

Objetivo: Analizar la cobertura de acceso a agua de calidad potable y saneamiento o disposición de excretas en Costa Rica, el cumplimiento de las Metas 10a y 10b del Objetivo 7 de los ODM, y la asociación o no con los IBS del país, con el propósito de establecer la línea base para abordar los nuevos "Objetivos de Desarrollo Sostenible: 2015-2030".

Metodología: para efectos prácticos y de orden, la metodología se divide en cinco etapas. La primera aborda la estimación de cobertura de la población con agua de calidad potable y otros aspectos relacionados. La segunda se concentra en la cobertura nacional de disposición de excretas y el inventario de sistemas de tratamiento de aguas residuales. La tercera etapa se refiere a los datos comparativos en acceso a "Fuentes de Agua Potable Mejoradas" (Meta 10a) e "Instalaciones de Saneamiento Mejoradas" (Meta 10b) a nivel mundial y nacional. La cuarta etapa analiza la asociación, mediante la Correlación Lineal de Pearson al 95% de confianza, entre las coberturas anuales de agua potable y las tasas de mortalidad infantil y las tasas de mortalidad en menores de cinco años. La quinta y última etapa aborda el Objetivo 6 de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS), para proponer indicadores de medición en agua potable y saneamiento al año 2030.

Resultados y conclusiones: la primera etapa nos muestra que la población estimada de Costa Rica, al 2015, fue de 4.833.752 habitantes, de los cuales 4.407.071 recibieron agua de calidad potable para un 91,2%. El 89,3% de la población del país recibe agua a través de 60 acueductos con tratamiento, y 1.223 con desinfección, mientras que el 76,6% recibe agua sometida a control de calidad. El abastecimiento de agua en el país se realiza a través de 1.117 pozos, 3.833 nacientes, 68 plantas de tratamiento y 294 fuentes superficiales, que son utilizadas como fuentes por el AyA, municipalidades, ESPH y los Comités o Asociaciones de Acueductos Rurales. Los episodios de contaminación antropogénica se focalizan principalmente en el uso de plaguicidas e hidrocarburos, mientras que los naturales en arsénico, dureza total y aluminio. El avance en las coberturas con agua de calidad potable es evidente, tanto a nivel de ente operador como del país, logrando un incremento de 50% en 1991 a 91,2% en el 2015.

La segunda etapa sobre disposición de excretas indica que sigue prevaleciendo el uso de tanques séptico sobre el alcantarillado (con y sin tratamiento), con un 76,9% y 21,1% respectivamente. De los 21 sistemas de tratamiento de aguas residuales administrados por AyA 9 incumplen el Reglamento, específicamente en la determinación de DBO-total; por su parte la ESPH administra 5 sistemas de tratamiento, de los cuales 4 cumplen con el DBO-total. Se carece de información de los 32 sistemas son operados por municipalidades y ASADAS.

Por su parte, la tercera etapa muestra el cumplimiento de los ODM entre 1990 y el 2015 a nivel mundial. El uso de FAPM pasó de 76% a 91% cumpliéndose la Mata 10ª, no así con las ISM donde no se logró alcanzar la Meta 10b propuesta alcanzando solo un 68%. En Costa Rica, ambas Metas fueron alcanzadas, obteniendo un 98% de cobertura con FAPM (del cual 97% es por cañería), y 95% con ISM.Los próximos ODS deben contemplar indicadores más estrictos, que obliguen a los países de la región a realizar mayores esfuerzos en el abastecimiento de agua y en la disposición de excretas.

La cuarta etapa, a través de la prueba estadística de Correlación Lineal de Pearson, se demuestra una fuerte asociación entre el aumento de las coberturas con agua para consumo humano y agua potable y la disminución de los IBS, específicamente de las Tasa de Mortalidad Infantil por 1.000 y la Tasa de Mortalidad en menores de 5 años por 10.000 nacidos.

La quinta etapa aborda las debilidades presentadas en los ODM al utilizar los indicadores FAPM e ISM. En el primero de los casos el indicador no consideró la calidad del agua, y mucho menos la calidad de los servicios de agua potable, la cual debe comprender la cantidad, calidad, continuidad, cobertura y costos. Para la aplicación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible al 2030, se debe tomar en cuenta no solo la cobertura, sino todos aspectos para evaluar los servicios de agua potable integralmente. En lo que respecta al saneamiento, se le dio el mismo peso a todos los sistemas de disposición de excretas, sin considerar los beneficios del uso de alcantarillado y tanque séptico.

Recomendaciones: a nivel mundial se recomienda, a todos los países pobres, la creación de los respectivos “Sectores de Agua Potable y Saneamiento”, y en Latinoamérica la implementación del “Observatorio en Agua Potable y Saneamiento”, como lo sugiere la Agenda de la IV Edición de LATINOSAN. A nivel local, se recomienda a AyA el fortalecimiento de la Rectoría en Agua Potable y Saneamiento, el fortalecimiento del Laboratorio Nacional de Aguas y la valoración integral de los Servicios de Agua Potable.

AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y SANEAMIENTO Y SU RELACIÓN CON LOS INDICADORES BÁSICOS DE SALUD EN COSTA RICA: OBJETIVOS DE DESARROLLO DEL MILENIO Y LA AGENDA PARA EL 2030

Darner Mora Alvarado
Ana Mata Solano
Carlos Felipe Portuguez B.

1. INTRODUCCIÓN

El año 2015 marca el final de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) en donde específicamente, en promedio y a nivel global, se alcanzó la Meta 10a del Objetivo 7 de los ODM, logrando un 91% de acceso con "Fuentes de Agua Potable Mejoradas" (FAPM) en la gran mayoría de los países involucrados; por el contrario, en el caso del acceso a saneamiento, el mundo en promedio no logró alcanzar la Meta 10b con un 68% de "Instalaciones de Saneamiento Mejoradas" (ISM) [(1)]. Esta Meta del ODM 7 está relacionada con la salud y el desarrollo de los países, y en específico con los Indicadores Básicos de Salud (IBS), como la mortalidad en niños menores de 5 años/10.000 nacidos. En este sentido diferentes estudios a nivel nacional y mundial, han demostrado la asociación en los IBS y el acceso a agua por cañería (APC) y el saneamiento o disposición adecuada de excretas en las comunidades [(2, 3, 4 y 5)].

En este contexto, tradicionalmente el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) ha publicado, con una frecuencia anual, informes sobre el acceso a agua y saneamiento desde 1991 [(6)]. Estas publicaciones han sido utilizadas por el Ministerio de Planificación [(7)], El Estado de la Nación [(8 y 9)], el Consejo Social del Poder Ejecutivo y el Sistema de las Naciones Unidas [(10).] Los resultados de estos informes han sido fundamentales para tomar medidas correctivas y un insumo para el "Programa Bandera Azul Ecológica" (PBAE) [(11)], el "Programa Sello de Calidad Sanitaria" (PSCS) [(12)] y para el "Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable 2007-2015" (PNMSCSAP) [(13)]. En el año 2011, en honor al 50 aniversario del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), se publicó el informe titulado "Agua para Consumo Humano y Saneamiento: Situación de Costa Rica en el Contexto de las Américas 1960-2011" [(14)]. En el 2013 se publicó el informe "Costa Rica: Acceso a Agua para Consumo Humano y Saneamiento al Año 2012 y su Ubicación por Satisfacción por Calidad del Agua y Calidad de Vida en el Contexto Mundial 2006-2010" [(15)]. Por otro lado, en el año 2015 se publicó el documento sobre "Cobertura y Calidad del Agua para Consumo Humano en Costa Rica Periodo 2000 al 2014 y Expectativas al 2021" [(16)]. Por último, con el objetivo de cerrar el ciclo de los ODM se presenta este estudio, con el afán de abordar la evolución del acceso a

agua para consumo y saneamiento en Costa Rica, el cumplimiento de las Metas 10a y 10b del Objetivo 7 de los ODM y su relación con los IBS al año 2015.

2. OBJETIVOS

2.1. General

Analizar la cobertura de acceso a agua de calidad potable y saneamiento o disposición de excretas en Costa Rica, el cumplimiento de las Metas 10a y 10b del Objetivo 7 de los ODM, y la asociación o no con los IBS del país, con el propósito de establecer la línea base para abordar los nuevos "Objetivos de Desarrollo Sostenible: 2015-2030" [17].

2.2. Específicos

- Estimar la cobertura y calidad del agua para consumo humano (ACH) suministrada por el AyA, los municipios, la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) y los acueductos a cargo de los Comités y/o Asociaciones Administradoras de Acueductos Rurales (CAAR´s/ASADAS), además del total de cobertura y calidad del ACH a nivel nacional.

- Estimar los acueductos y población sometida a control de calidad del agua y tratamiento y/o desinfección.

- Determinar y ubicar los acueductos según su población abastecida por intervalos de >50.000 habitantes, entre 20.000 y 50.000 habitantes, entre 2.500 y <20.000 habitantes, entre 501 y <2.500 habitantes y < 500 habitantes.

- Inventariar y distribuir los tipos de fuentes de agua para potabilización según la entidad administradora y operadora de los acueductos en Costa Rica.

- Evolución del suministro de agua de calidad potable en el AyA desde 1989 al 2015, de los CAAR´s /ASADAS de 1999 al 2015, en los municipios de 1996 a 2015 y en Costa Rica de 1990 al 2015.

- Inventariar los episodios de contaminación de sistemas de abastecimiento de agua con contaminación química antropogénica.

- Determinar los acueductos con contaminación natural con hierro, manganeso, dureza total, arsénico, aluminio y otros.

- Determinar la cobertura de saneamiento o disposición de excretas por mecanismos de alcantarillado, alcantarillado con tratamiento, tanques sépticos y letrinas en el territorio nacional.
- Comparar los logros a nivel global y el ámbito nacional de las Metas 10a y 10b del Objetivo 7 de los ODM de 1990 al 2015.

- Establecer análisis de Correlación Lineal de Pearson, al 95% de confianza, para determinar las fortalezas de la asociación entre las coberturas de población con agua de calidad potable y las tasas anuales de mortalidad infantil/1.000 nacidos (TMI/1.000), y las tasas de mortalidad en niños menores de 5 años/10.000 habitantes (TM<5 años/10.000).

- Recomendar los indicadores en agua potable y saneamiento para el año 2030, en la meta 6 de los ODS.

3.METODOLOGÍA

De conformidad con el ordenamiento de los objetivos específicos, la metodología se divide en cinco etapas. La primera está enfocada a la cobertura y calidad del ACH, con sus diferentes aspectos como la población que recibe agua con control de calidad, tratamiento y/o desinfección, inventario de fuentes de potabilización y otros. La segunda etapa es la cobertura según tipo de mecanismo de disposición de excretas. La tercera se refiere a los datos comparativos de las Matas 10a y 10b del Objetivo 7 de los ODM, tanto a nivel nacional como mundial. La cuarta etapa se concentra en el análisis de correlación lineal, para definir la fuerza de asociación entre las coberturas de ACH y los IBS. La quinta y última etapa aborda los ODS, para recomendar los indicadores de medición en agua potable y saneamiento.

3.1. Tipo de estudio

El presente estudio es de característica retrospectiva-descriptivo-analítico, y se aplican los siguientes pasos:

3.2. Primera etapa: estimación de las coberturas con ACH

3.2.1. Población estimada del país al año 2015

La población estimada de Costa Rica al año 2015 lo aporta el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), a través de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO) de julio del 2015 [18].

3.2.2. Estimación de cobertura con ACH

La estimación de cobertura y calidad del agua lo aporta el LNA en sus reportes por entidad operadora a saber AyA, Municipios, ESPH y los CAAR´s/ASADAS [19, 20 y 21]. Además, con estos informes se estiman:

a) La población que recibe agua sometida a tratamiento y/o desinfección y a programas de control de calidad del agua.

b) Se ubican los acueductos según los intervalos de población de:
   >50.000 habitantes
   20.00 y 50.000 habitantes
   2.501 y 20.000 habitantes
   501 y 2.500 habitantes
   <500 habitantes

3.2.3. Inventario del número y tipo de fuentes de agua

Con los mismos datos del LNA se realizó el inventario y la distribución, por tipo de fuente para potabilización como pozo, naciente, agua superficial con y sin tratamiento.

3.2.4. Inventario de episodios de contaminación de los acueductos

Este inventario a su vez se divide en los episodios de contaminación con elementos químicos, tanto de origen antropogénico como natural, como metales pesados, dureza total, hidrocarburos, entre otros.

3.2.5. Evolución de coberturas con agua potable por ente operador y el país

Con los datos de los informes del LNA, se confeccionaron gráficos que presentan la evolución de las coberturas con agua de calidad potable para el AyA (1989-2015), Municipios (1997-2015), ASADAS y/o CAAR´s (1999-2015), y para todo el país (1990-2015).

3.3. Segunda etapa: cobertura de saneamiento

3.3.1. Mecanismos de distribución de excretas

Con información aportada por el INEC, por medio de la ENAHO de julio del 2015, se distribuyeron según el tipo de mecanismo de disposición de excretas por alcantarillado sanitario con y sin tratamiento, tanques sépticos, letrinas y otros.

3.3.2. Evolución por tipo de saneamiento del 2001 al 2015

La evolución de las coberturas por alcantarillado y tanque séptico se presenta mediante un gráfico en el periodo 2000 al 2015.

3.3.3. Inventario de sistemas de tratamiento de aguas residuales

El inventario de sistemas de tratamiento se realiza con datos del "Informe sobre la Cobertura de la Disposición de Excretas en Costa Rica Periodo 2000 al 2014 y las Expectativas al 2021", además de la inclusión o puesta en marcha parcial de la Planta de Los Tajos, a partir de setiembre del 2015.

3.4. Tercera etapa: comparación de los datos de las Metas 10 a y 10b de los ODM en el mundo y Costa Rica al 2015

La obtención de los logros en las coberturas de agua y saneamiento en el mundo y Costa Rica de 1990 al 2015, se realizó con los datos de la UNICEF/OMS sobre "25 Progress on Sanitation and Drinking Water", y el documento del Gobierno de Costa Rica "Objetivos y Metas: transformando nuestro mundo Agenda 2030" [(22)] y los datos del LNA.

3.5 Cuarta etapa: cobertura con agua potable y los IBS de 1999 al 2015

En esta etapa, el propósito es determinar las fuerzas de asociación entre las coberturas de agua de calidad potable por año y las TMI/1.000 nacidos y las TM<5 años/10.000 nacidos, por año en el periodo 1999 al 2014. La fuerza de estas asociaciones se realizó con el Análisis de Correlación Lineal de Pearson, al 95% de confianza.

3.6. Quinta etapa: propuesta de indicadores en agua potable y saneamiento en Costa Rica, en el marco de los ODS mediante el análisis del Objetivo 6 de la nueva agenda al año 2030

Se analiza el contenido del objetivo 6 sobre agua potable y saneamiento de los ODS 2015-2030, con el propósito de establecer con fundamento en sus metas, la elaboración de indicadores para medir el avance en agua y saneamiento en Costa Rica.

4. RESULTADOS

En concordancia con la metodología, los resultados también se presentan en el orden establecido de las cuatro etapas.

4.1 Primera etapa: cobertura y calidad del agua al 2015

4.1.1. Estimación de cobertura y calidad del agua

En el siguiente cuadro 1 se presenta la estimación de la cobertura y calidad del ACH al año 2015, según entidad operadora y en la totalidad del país.

Cuadro 1. Agua para consumo humano: estimación general de cobertura y calidad en Costa Rica - Período 2015

Abastecimiento	N°	Población cubierta		Población con agua potable		Población con agua No Potable		Acueductos	
	Acueductos	Población	%	Población	%	Población	%	Pot.	No Pot.
AyA	200	2.259.194	46,7	2.235.582	99,0	23.612	1,0	175	25
Municipalidades	237	674.570	14,0	607.198	90,0	67.372	10,0	185	52
ESPH	13	225.695	4,7	220.115	97,5	5.580	2,5	11	2
CAAR´/ASADAS *	1.001	849.433	17,6	679.550	80,0	169.883	20,0	687	314
CAAR´/ASADAS **	1.093	557.062	11,5	445.650	80,0	111.412	20,0	750	343
Subtotal por entidad operadora	**2.544**	**4.565.954**	**94,5**	**4.188.095**	**91,7**	**377.859**	**8,3**	**1.808**	**736**
Otros con cañería intradomiciliar ***	¿?	156.623	3,2	143.623	91,7	13.000	8,3	¿?	¿?
Otros con agua por cañería en el patio ***	¿?	82.173 (1)	1,7	75.353	91,7	6.820	8,3	¿?	¿?
Subtotal de población abastecida por cañería	**2.544**	**4.804.750**	**99,4**	**4.407.071**	**91,7**	**397.679**	**8,3**	**1.808**	**736**
Sin tubería: pozos-nacientes	¿?	29.002 (1)	0,6	0	0,0	29.002	100	¿?	¿?
TOTALES	**2.544**	**4.833.752 (1)**	**100**	**4.407.071**	**91,2**	**426.681**	**8,8**	**1.808**	**736**

(1) Población estimada por el INEC con la ENAHO 2015.
**** Evaluados en el periodo 2013 al 2015, con un 80% de población con agua potable.***
***** De acuerdo a la metodología se aplica el 80% obtenido en los acueductos evaluados***
****** Se aplica el 91,7% obtenido en el subtotal de los sistemas de entes operadores oficiales.***

4.1.2 Inventario del número y tipo de fuentes de agua

En el cuadro 2 se presenta el número y el tipo de fuentes de agua para potabilización, inventariadas por el LNA durante el año 2015

Cuadro 2. Fuentes de abastecimiento de los acueductos operados por AyA, comités de acueductos rurales, municipalidades y ESPH 2015

Ente operador	Pozos No.	Nacientes No.	Plantas No.	Superficiales No.	Subtotales No.	%
AyA	298	185	37	17	537	10,1
Comités Rurales*	771	3.309	27	254	4.361	82,1
Municipalidades	41	336	4	22	403	7,6
ESPH	7	3	0	1	11	0,2
Totales	1.117	3.833	68	294	5.312	100

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

**** Periodo 01/11/2012 al 31/10/2015.***

4.1.3. Población con agua sometida a tratamiento y/o desinfección, en el periodo 2009-2015

En el cuadro 3, se presentan los porcentajes de población que recibió agua sometida a tratamiento y/o desinfección entre los años 2009 a 2015.

Cuadro 3. Porcentaje de población abastecida con agua con tratamiento y/o desinfección 2009-2015

Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Porcentaje	82,6	82,6	84,5	86,8	87,3	88.4	89,3

Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas

Por su parte, el cuadro 4 muestra la cobertura de potabilización y desinfección de los acueductos operados por AyA, Municipalidades, ESPH y CAAR´s/ASADAS, en el periodo comprendido entre el 01/11/2014 al 31/10/2015.

Cuadro 4. Cobertura de tecnología de potabilización y desinfección del agua en los acueductos operados por AyA, Municipalidades, ESPH y comités administradores de acueductos rurales y asociaciones 01/11/2014 al 31/10/2015

Ente operador	Totales					Grupos de Población: > 50000					20000 - 50000					2501 - 20000					501 - 2500					< 500				
		Tratamiento		Desinfección			Tratamiento		Desinfección			Tratamiento		Desinfección			Tratamiento		Desinfección			Tratamiento		Desinfección			Tratamiento		Desinfección	
	Total	Sí	No	Sí	No	Total	Sí	No	Sí	No	Total	Sí	No	Sí	No	Total	Sí	No	Sí	No	Total	Sí	No	Sí	No	Total	Sí	No	Sí	No
AyA	200	28	172	186	14	7	5	2	7	0	8	1	7	8	0	61	17	44	61	0	84	4	80	79	5	40	1	39	31	9
Municipalides	237	5	232	211	26	1	1	0	1	0	4	0	4	4	0	49	4	45	48	1	99	0	99	93	6	84	0	84	65	19
ESPH	13	0	13	13	0	0					5	0	5	5	0	4	0	4	4	0	1	0	1	1	0	3	0	3	3	0
CAAR's*	2094	27	2067	813	1281	0					0					106	7	99	94	12	641	13	628	390	251	1347	7	1340	329	1018
Totales	**2544**	**60**	**2484**	**1223**	**1321**	**8**	**6**	**2**	**8**	**0**	**17**	**1**	**16**	**17**	**0**	**220**	**28**	**192**	**207**	**13**	**825**	**17**	**808**	**563**	**262**	**1474**	**8**	**1466**	**428**	**1046**

* período 01-11-2012 al 31-10-2015.

4.1.4. Porcentaje de población abastecida con agua sometida a programas de control de calidad, en el periodo 2007-2014

En el cuadro 5, se presentan los porcentajes de población que recibió agua sometida a control de calidad del agua.

Cuadro 5. Porcentaje de población abastecida con agua sometida a Programas de Control de Calidad, en el periodo: 2007-2015

Año	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Porcentaje	76	76,0	77,3	78,2	74,9	75,3	75,5	78,5	76,6

Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas.

4.1.5 Inventario de episodios de contaminación química de los acueductos del país

Para efectos prácticos, las contaminaciones químicas en los acueductos se separaron en dos partes. La primera la conforman los episodios de contaminación causada por los seres humano (antropogénica), y la segunda son aquellas contaminaciones químicas naturales de varios sistemas de abastecimiento del país.

4.1.5.1. Contaminaciones químicas antropogénicas

En el cuadro 6 se presentan los episodios de contaminación química de origen antropogénico, identificadas en los acueductos.

Cuadro 6. Episodios de Contaminación Química Antropogénica en los Acueductos de Costa Rica: 2001-2015

Año	Acueductos evaluados	Acueductos	%	Episodios de contaminación	Acueducto

		No potables (Contam.fecal)		química	
2001	2.058	--	¿?	Hidrocarburos	Planta Guadalupe
2002	20.71	1.020	49,3	Hidrocarburos	Río Quebradas de Pérez Zeledón
2003	2.122	954	44,9	1-Hidrocarburos 2-Bromacil, diurón y otros plaguicidas	1-Planta Los Sitios 2-El Cairo, Milano y Luisiana de Siquirres
2004	2.179	970	44,5	Hidrocarburos	Embalse El Llano-Orosi
2005	2.206	949	43,0	1-Gasolina y diesel	1-Pozo AB-1089-Belén
2005	2.206	949	43,0	2-Nitratos	2-Banderillas-Cartago
2006	2.235	1.055	47,2	Hidrocarburos	Fuentes de Moín-Limón
2007	2.259	1.032	45,7	Hidrocarburos	Planta San Ignacio de Acosta
2008	2.274	1.004	44,2	Terbufos	Veracruz de San Carlos
2009	2.302	925	40,2	Nitratos	Tierra Blanca-Cartago
2010 al 2014				Nitrato	Calle Valverde de San Miguel, Piedra Mesa Alta de Telire, Residencial El Molino de Cartago, Tierra Blanca de Cartago Sectores La Misión, Ciudadela Graciano y La Trinidad, San Francisco y Santa Eduviges

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

4.1.5.2. Contaminaciones químicas naturales

En el Cuadro 7 se presentan los acueductos con contaminación química de origen natural vinculadas con la salud como dureza total, aluminio y arsénico.

Cuadro 7. Episodios de Contaminación Química Natural en los Acueductos de Costa Rica: 2001-2015

Año	Acueductos evaluados	Acueductos	%	Episodios de contaminación	Acueducto

		No potables (Contam.fecal)		química	
2007	2.259	10.32	45,7	Calcio	Colorado de Abangares
2010	2.318	904	39,0	Arsénico	Cañas, Bagaces, Hotel Cañas, Bebedero, El Jobo y Agua Caliente
2011	2.359	850	36,0	Arsénico	ASADA 5, Vueltas de Kooper, Montenegro, El Chile, Arbolito, San José, Altamirita, Santa Fe y La Gloria de Aguas Zarcas
2012	2.400	761	31,7	Arsénico	Jabilla de Cañas. La Esperanza de Pavon, Golfito
2013	2.451	713	29.1	Arsénico	Bagatsi o Agua Fría de Bagaces
2014	2.497	650	26,0	Arsénico	La Pochota Macacona de Esparza y Santiago de Palmares
2010 al 2014	2.318 2.497	904 650	39,0 26,0	Aluminio	Angostura de San Andrés de León Cortés, Frailes de Desamparados, La Cuesta de San Antonio de León Cortés, Londres de Naranjito de Aguirre, Oratorio-Concepción-Buenos Aires-Los Reyes Parte Alta, Patio de San Cristobal de Ticabán de La Rita de Pococí, Rincón de Zaragoza Sector Calle Vázquez, Rodeo de San Marcos de Tarrazú, San Gabriel de Cabagra de Buenos Aires, San Cecilia de San Marcos de Tarrazú, Santa Cruz de Turrialba, Valle Azul Arriba de Paquera

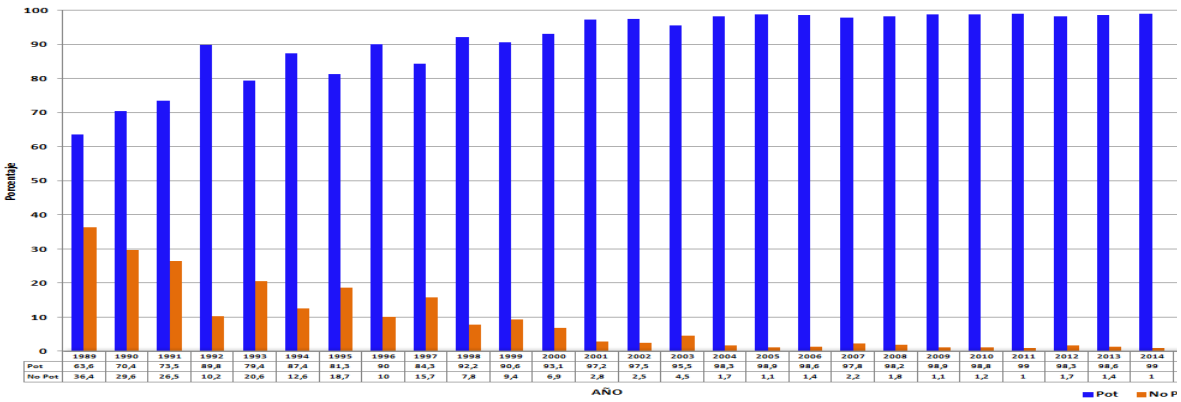
FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

4.1.6 Evolución de cobertura con agua de calidad potable por entidad operadora y el país

4.1.6.1 Evolución de cobertura y calidad en los acueductos de AyA

En el gráfico 1 se presenta la evolución de la calidad del agua en los acueductos de AyA entre 1989 y el 2015.

Gráfico 1. Porcentaje de Población Cubierta con Agua Potable y No Potable de los Acueductos Administrados y Operados por AyA Entre los Años 1989 y 2015

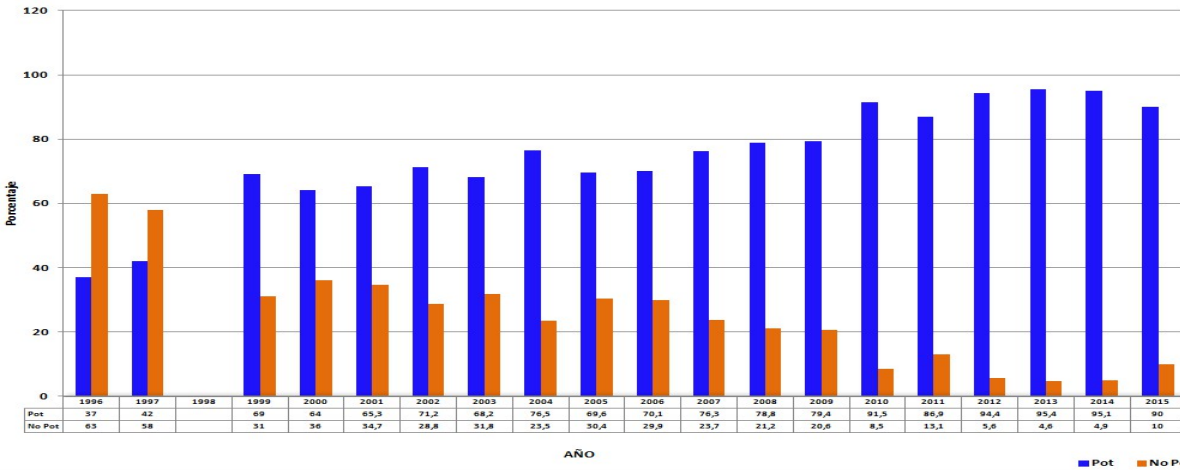


	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Pot	63,6	70,4	73,5	89,8	79,4	87,4	81,3	90	84,3	92,2	90,6	93,1	97,2	97,5	95,5	98,3	98,9	98,6	97,8	98,2	98,9	98,8	99	98,3	98,6	99
No Pot	36,4	29,6	26,5	10,2	20,6	12,6	18,7	10	15,7	7,8	9,4	6,9	2,8	2,5	4,5	1,7	1,1	1,4	2,2	1,8	1,1	1,2	1	1,7	1,4	1

4.1.6.2 Evolución de cobertura y calidad en los acueductos municipales

En el gráfico 2 se presenta la evolución de la calidad del agua en los acueductos municipales entre 1997 y el 2015.

Gráfico 2. Porcentaje de Población Cubierta con Agua Potable y No Potable de los Acueductos Administrados y Operados por Municipios Entre los Años 1996 y 2015

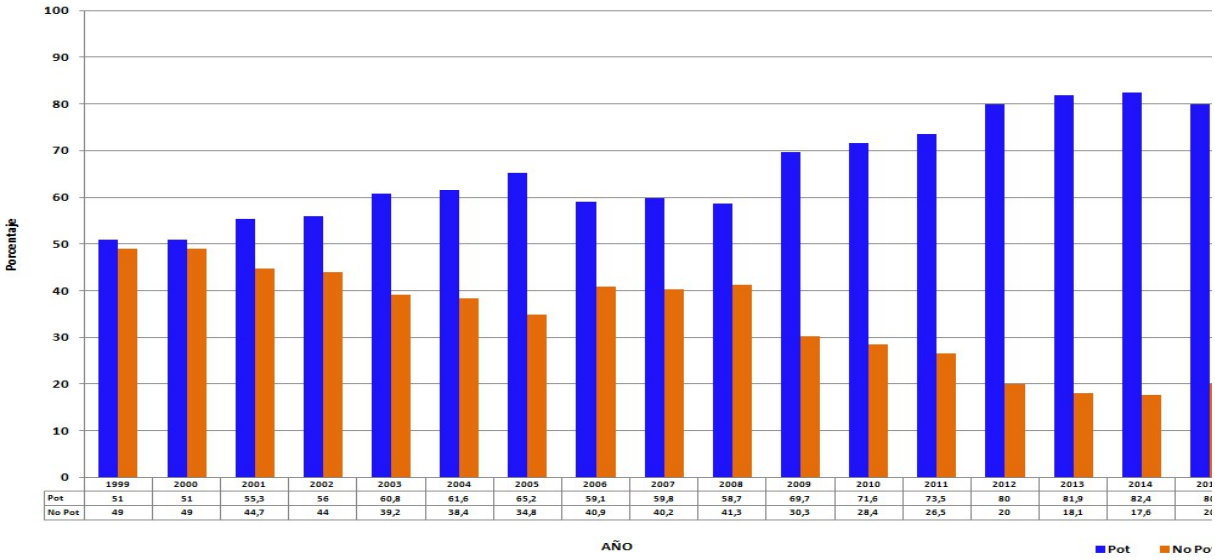


	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Pot	37	42		69	64	65,3	71,2	68,2	76,5	69,6	70,1	76,3	78,8	79,4	91,5	86,9	94,4	95,4	95,1	90
No Pot	63	58		31	36	34,7	28,8	31,8	23,5	30,4	29,9	23,7	21,2	20,6	8,5	13,1	5,6	4,6	4,9	10

4.1.6.3 Evolución de cobertura y calidad en los acueductos rurales

En el gráfico 3 se presenta la evolución de la calidad del agua en los acueductos rurales administrados por CAAR´s/ASADAS entre 1999 y el 2015.

Gráfico 3. Porcentaje de Población Cubierta con Agua Potable y No Potable de los Acueductos Administrados y Operados por CAAR´s/ASADAS Entre los Años 1999 y 2015

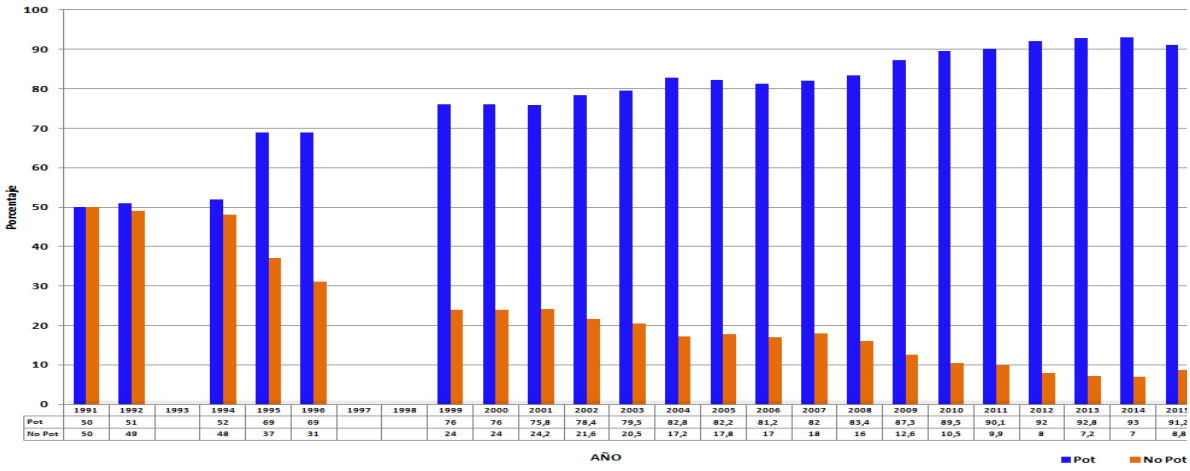


	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	201
Pot	51	51	55,3	56	60,8	61,6	65,2	59,1	59,8	58,7	69,7	71,6	73,5	80	81,9	82,4	8
No Pot	49	49	44,7	44	39,2	38,4	34,8	40,9	40,2	41,3	30,3	28,4	26,5	20	18,1	17,6	2

4.1.6.4 Evolución de cobertura y calidad en Costa Rica

En el gráfico 4 se presenta la evolución de la calidad del agua en Costa Rica entre 1990 y el 2015.

Gráfico 4. Porcentaje de Población Cubierta con Agua Potable y No Potable de los Acueductos de Costa Rica Entre los Años 1991 y 2015



	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	201
Pot	50	51		52	69	69			76	76	75,8	78,4	79,5	82,8	82,2	81,2	82	83,4	87,3	89,5	90,1	92	92,8	93	91,2
No Pot	50	49		48	37	31			24	24	24,2	21,6	20,5	17,2	17,8	17	18	16	12,6	10,5	9,9	8	7,2	7	8,8

4.2 Segunda etapa: resultados de cobertura de saneamiento

4.2.1 Estimación de cobertura de disposición de excretas en Costa Rica

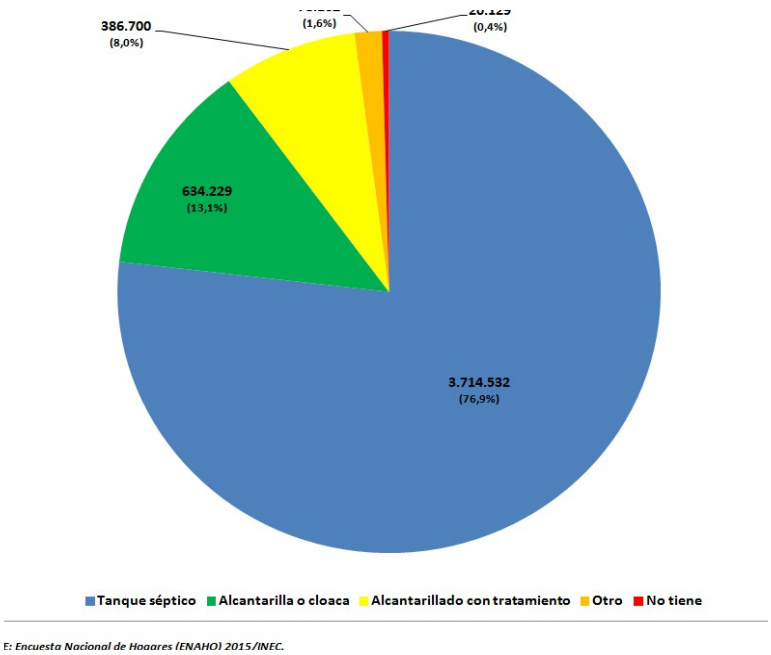
En el cuadro 8 y gráfico 5 se presentan los tipos de disposición de excretas que utiliza la población en el país, según la Encuesta Nacional de Hogares de julio del 2015.

Cuadro 8. Población Según Tipo de Disposición de Excretas o Servicios Sanitarios en Costa Rica 2015

Poblaciones	Conectado a tanque séptico	Conectado a alcantarillado o cloaca	Otros	No tiene
Total 4,833,752 (100%)	3.714.532 (76,9%)	1.020.929 (21,1%)	78.162 (1,6%)	20.129 (0,
Zona				
Urbana: 3,512,683 (72,7%)	2.526.620 (72,0%)	948.465 (27,0%)	23.821 (0,6%)	13.777 (0,
Rural: 1,321,069 (27,3%)	1.187.912 (89,9%)	72.464 (5,5%	54.341 (4,1%)	6.352 (0,
Región				
Central: 3.009.724 (62,3%)	2.116.226 (70,3%)	867.924 (28,8%)	16.988 (0,6%)	8.586 (0,
Chorotega: 365.905 (7,6%)	328.578 (89,8%)	22.151 (6,1%)	13.697 (3,7%)	1.479 (0,
P. Central: 280,124 (5,9)	239.716 (85,6%)	35.791 (12,8%)	3.061 (1,1%)	1.556 (0,
Brunca: 358,877 (7,4%)	321.179 (89,5%)	25.553 (7,1%)	11.587 (3,2%)	558 (0,2
H. Atlantica: 433,883 (8,9%)	358.804 (82,7%)	56.042 (12,9%)	15.224 (3,5%)	3.813 (0,
]H. Norte: 385,239 (7,9)	350.029 (91,0%)	13.468 (3,4%)	17.605 (4,6%)	4.137 (1,

Fuente: Encuesta de Hogares 2015 y INA

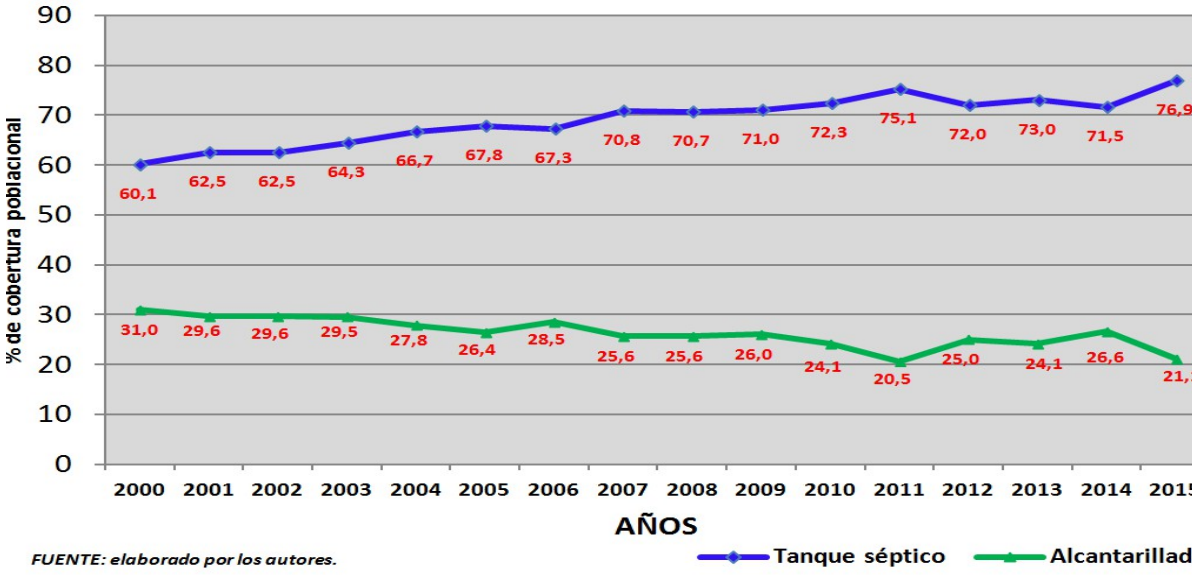
Gráfico 5. Porcentaje y Población Cubierta con Diferentes Tipos de Servicio Sanitario en Costa Rica en el Periodo 2015



4.2.2 Evolución de cobertura de disposición de excretas 2001 al 2015 en Costa Rica

En el gráfico 6 se presenta la evolución de la disposición de excretas en Costa Rica, mediante el uso de alcantarillado y tanque séptico entre los años 2001 y 2015.

Gráfico 6. Evolución de la Disposición de Excretas por Medio de Tanques Sépticos y Alcantarillado en Costa Rica 2000-2015



FUENTE: elaborado por los autores.

4.2.3 Inventario de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales

4.2.3.1 Sistemas de tratamiento de aguas residuales operados por AyA

En el año 2015 el AyA operó un total de 21 sistemas de tratamiento de aguas residuales, los cuales se presentan en el cuadro 9.

Cuadro 9. Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Operados por AyA 2015

Sistemas periféricos de tratamiento de Agua Residual de AyA				
Lugar	**Año de construcción**	**Características**	**Tipo**	**Cumple el decreto 33601-MINAE-S (DBO-total)**
Cañas	1974	Separa aguas pluviales de residuales	Laguna facultativa	NO
Liberia	1974	Remodelada en el 2011	Laguna facultativa	NO
Santa Cruz	1974	Con capacidad para recibir más agua	Laguna facultativa	NO
Nicoya	1974	En estudio	Laguna facultativa	NO
El Roble, Puntarenas	1974	La más grande del país	Lodos convencionales	SI
Los Reyes, Alajuela	2005		Lodos activados	SI
Villa Verano de Alajuela				SI
Santa Cecilia Puriscal		Filtro anaerobio*	RAFA [2]	NO
San Isidro de Pérez Zeledón	1974	Dos plantas	Laguna facultativa	NO
Boruca, Buenos Aires de Puntarenas	1980	Donada por Pindeco	Laguna facultativa	SI
Lomas de Buenos Aires			Facultativa	NO
Bosques de Santa Ana	2000		RAFA	NO

Monte Lindo	2003			SI
Rincón Verde II	2001	Mejora al sistema electromecánico y sedimentador 2011-2012	Lodos activados aireación ext.	SI
Lagos de Lindora			Aeróbica	SI
André Chalé	2000	Rehabilitación del sistema 2011	Aeróbica	SI
Las Palmas de Ciudad Colón				SI
Lomas de Zurquí				SI
Santa Isabel de Heredia	2010		Aeróbica	SI
Los Tajos	2015		Trat. Primario	NO
Don Edwin-Guápiles				**

Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas, 2015.

1FAFA: es filtro anaerobio de flujo ascendente.

2 RAFA es reactor anaerobio de flujo ascendente.

****Santa Cecilia de Puriscal tiene un filtro biológico al final del tratamiento.***

*****Asumido por AyA en el cuarto trimestre del 2015. No ha sido evaluado.***

4.2.3.2 Sistemas de tratamiento de aguas residuales operados por la ESPH

Durante el año 2015 la ESPH operó un total de 5 sistemas de tratamiento de aguas residuales, los cuales se presentan en el cuadro 10.

Cuadro 10. Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Operados por ESPH 2015

Sistemas operados por la ESPH				
Lugar	**Año de construcción**	**Características**	**Tipo**	**Cumple el decreto 33601-MINAE-S (DBO-total)**
Los Lagos	1975	Carrusel	Lodos activados	SI
La Aurora	1977	Remodelada	Lodos activados	NO
Real Santamaría Este	2003	Remodelada	Lodos activados aireación ext.	SI
Real Santamaría Oeste	2003		Lodos activados aireación ext.	SI
Las Flores	1999	Utiliza lirios	Laguna de oxidación	SI

Fuente. ESPH, 2015

4.2.3.3 Sistemas de tratamiento de aguas residuales operados por Municipalidades y ASADAS

Durante el año 2015 los Municipios y ASADAS operaron un total de 32 sistemas de tratamiento de aguas residuales, los cuales se presentan en el cuadro 11.

Cuadro 11. Sistemas de tratamiento operados por Municipalidades y ASADAS

Lugar	Cantidad	Tipo
M. Belén	4	Anaerobias
M. Alajuela	10	Aerobi/anae
M. Flores	1	Aerobia
M. Cartago	5	Aerob/anae
M. Escazú	2	ND
A Lomas de Zurquí	1	Aerobia
A Paso de las Garzas	1	Aerobia
A Orosi, Cartago	1	Anaerobia
A Herediana, Siquirres	1	Aerobia
A Venecia Matina	1	Aerobia
A Cariblanco, Sarapiquí	1	Aerobia
A Horquetas, Sarapiqui	1	Anaerobia
A Limón 2000	1	Laguna estabilización.
A Mora de Turrialba	1	Anaerobia
A Carmen Lyra, Turrialba	1	Anaerobia

Fuente. Elaboración propia con base en datos de Focard-APS, 2012.

4.3 Tercera etapa: resultados de la comparación de los datos de las Metas 10a y 10b de los ODM en el mundo y Costa Rica al 2015

4.3.1Datos comparativos de la Meta 10a y 10b del ODM 7 en el mundo 1990-2015

En el cuadro 12 se presentan los cambios que obtuvo el mundo en los temas de agua potable y saneamiento entre 1990 y 2015, con la aplicación de los ODM.

Cuadro 12. Comparación de los cambios mundiales con la aplicación de las Metas 10a y 10b de los ODM en el periodo 1990-2015

La población mundial era de 5.3 billones	La población mundial es 7.3 billones
57% de la población mundial era rural	54% de la población mundial es urbana
76% de la población utilizó fuentes mejoradas de agua potable	91% de la población utiliza fuentes mejoradas de agua potable
1.3 billones de personas carecían de fuentes de agua potable	663 millones de personas carecen de fuentes mejoradas de agua potable
346 millones de personas utilizaron el agua superficial	159 millones de personas utilizan el agua superficial
54% de la población utilizó instalaciones de saneamiento mejoradas	68% de la población utiliza instalaciones de saneamiento mejoradas

Casi la mitad de la población mundial carecía de saneamiento mejorado	1 de cada 3 personas carecen de servicio de saneamiento mejorados
1 de cada 4 personas en el mundo practicaban la defecación a cielo abierto	1 de cada 8 personas en todo el mundo practica la defecación al aire libre (946 millones)
En 87 países, más del 90% de la población utilizó fuentes mejoradas de agua potable	En 139 países, más del 90% de la población utilizó fuentes mejoradas de agua potable
En 23 países, menos del 50% de la población utilizaba fuentes mejoradas de agua potable	En 3 países, menos del 50% de la población utilizaba fuentes mejoradas de agua potable
En 61 países, más del 90% de la población utilizaba instalaciones de saneamiento mejoradas	En 97 países, más del 90% de la población utiliza instalaciones de saneamiento mejoradas
En 54 países, menos del 50% de la población utilizó instalaciones de saneamiento mejoradas	En 47 países, menos del 50% de la población utiliza instalaciones de saneamiento mejoradas
147 países han alcanzado la Meta de agua potable de los ODM 77 países han alcanzado ambos, tanto el agua potable y la meta de saneamiento 95 países han alcanzado la meta de saneamiento de los ODM	

Fuente: OMS/UNICEF: "25 Progress on sanitation and Drinking Water" 2005

4.3.2 Datos comparativos de la Meta 10a y 10b del ODM7 en Costa Rica 1990-2015

En los cuadros 13a y 13b se presentan los avances de Costa Rica en las Metas 10a sobre Fuentes de Agua Potable Mejoradas, y 10b sobre Instalaciones de Saneamiento Mejoradas" en el periodo de 1990 y 2015, con la aplicación de los ODM.

Cuadro 13a. Avances de Costa Rica con la Aplicación de la Metas 10a de los ODM en el Periodo 1990-2015

Año	Población	%FAPM-total	%APC	% Otros	% No Mejoradas
1990	3.079.000	93	83	10	7
2015	4.833.752	98 (99,4) (1)	97	1	2

FUENTE: UNICEF/OMS 2015
NOTAS:
FAPM-total: fuentes de agua potable mejoradas.
APC: agua por cañería.
Otros: pozos, nacientes o piletas públicas a no más de 1 km de la vivienda.
No mejoradas: aguas superficiales sin tratamiento.
(1) ***Datos del INEC y el LNA: 2015***

Cuadro 13b. Avances de Costa Rica con la Aplicación de la Metas 10b de los ODM en el periodo 1990-2015

Año	Población	%ISM-total	%Compartido -Alcantarillado	% No Mejoradas	% DECA
1990	3.079.000	88	4	6	2

2015	4.833.752	95 (99,6) (1)	4	1	0

FUENTE: UNICEF/OMS 2015
NOTAS:
ISM: instalaciones de saneamiento mejoradas.
No mejoradas:
DECA: disposición de excretas a cielo abierto.
(1) ***Datos del INEC y el LNA: 2015***

4.4 Cuarta etapa: Asociación entre Cobertura de Agua Potable e IBS

El cuadro 14 muestra los porcentajes de cobertura con ACH y agua potable en Costa Rica desde 1999 hasta el año 2014, y las respectivas TM<5años/10.000 y la TMI/1.000.

CUADRO 14. PROMEDIOS DE COBERTURA CON AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y AGUA POTABLE Y LAS TASAS MORTALIDAD DE NIÑOS <5 AÑOS/10.000 Y TASA DE MORTALIDAD INFANTIL/1.000 ENTRE 1999 Y 2014

AÑO	Agua para Consumo Humano	Agua Potable	TM niños <5 años/10.000	TMI/1.(
1999	97	76,0	5,2	11,8
2000	97,3	75,7	4,5	10,2
2001	97,4	75,8	5,3	10,8
2002	97,5	78,4	4,8	11,1
2003	97,5	79,5	4,2	10,1
2004	97,6	82,8	3,6	9,2
2005	97,4	82,2	3,7	9,8
2006	98,6	81,2	3,4	9,7
2007	98,3	82,0	3,7	10,0
2008	99,4	83,4	4,2	9,0
2009	99,9	87,3	3,8	8,8
2010	98,7	89,5	4,1	9,5
2011	98,1	90,1	3,4	9,1
2012	98,2	92,0	3,5	8,5
2013	98,4	92,8	2,9	8,7
2014	99,5	93,0	3,3	8,0
Promedio	**98,2**	**83,9**	**4,0**	**9,6**

El cuadro 15 presenta los resultados de las correlaciones Lineales de Pearson, al 95% de confianza, entre los porcentajes de cobertura con ACH y con agua potable con los IBS, tanto para la totalidad del periodo 1999-2014 como para los rangos de cobertura.

Cuadro 15. Correlaciones Lineales de Pearson entre los porcentajes de cobertura con ACH y AP Para el Periodo 1999-2014 y por Rangos de Cobertura

Indicadores Básicos de Salud	Periodo 1999-2014	Agua para Consumo Humano			Agua Potable		
		Rango			Rango		
		97,0 - 97,9	98,0 - 98,9	99,0 - 100	70,0 - 79,9	80,0 - 89,9	90,0 - 100
ACH/TM<5años/10.000	-0,51	-0,58	0,50	-0,13	-0,49	0,56	-0,11
ACH/TMI/1.000	-0,74	-0,72	0,17	0,14	-0,66	-0,68	-0,88
AP/TM<5años/10.000	-0,79	-0,90	-0,27	-1,00	-0,65	0,61	-0,49

FUENTE. Laboratorio Nacional de Aguas.

4.5 Quinta etapa: Objetivos de Desarrollo Sostenibles: Agua y Saneamiento al 2030

4.5.1 Agua y Saneamiento: metas al 2030

El objetivo 6 de los ODM busca "Garantizar la disponibilidad y la gestión de agua y saneamiento para todos al año 2030". Las metas de este objetivo son:

- Para el 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable, a un precio accesible para todos.

- Para el 2030, mejorar la calidad del agua mediante la reducción de la contaminación, la eliminación del vertimiento y la reducción al mínimo de la descarga de materiales y productos químicos peligrosos, la disminución a la mitad del porcentaje de aguas residuales sin tratar y un aumento del reciclado y la reutilización en condiciones de seguridad a nivel mundial.

- Para el 2030, poner en práctica la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza.

- Para el 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los ríos, acuíferos y los lagos. En esta meta, el suscrito considera que al año 2020, esto será muy difícil de lograr por lo que se deberá mantener el año meta al 2030.

- Para el 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo a los países en desarrollo en los programas relacionados con el agua y saneamiento, incluidos el acopio, almacenamiento del agua, la desalinización, el aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos, el tratamiento de las aguas residuales y las tecnologías de reciclaje y reutilización.

- Apoyar y fortalecer la participación comunitaria en la gestión del agua y saneamiento.

4.5.2 Periodo de transición hacia el establecimiento de Indicadores en agua y saneamiento al 2030

El Programa Conjunto de Monitoreo de la UNICEF y OMS establecido en Nueva York, deberá realizar los indicadores en cobertura de agua para consumo humano y saneamiento globales, para medir los avances para:

- Lograr el acceso universal y equitativo al agua de calidad potable, a un precio accesible para todos. El subrayado es nuestro y pretende aclarar que el agua suministrada a la población deberá cumplir con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos relacionados con la salud, establecidos en las Normas Nacionales para la calidad del agua potable.
- Lograr la reducción de la contaminación, la eliminación del vertimiento y reducción al mínimo de la descarga de materiales y productos químicos peligrosos sin tratar a los cuerpos receptores de aguas residuales. Además de reducir a la mitad el porcentaje de personas que descargan sus aguas residuales sin tratar al 2030.

Para cumplir con esta meta se deberá establecer uno o varios indicadores de la calidad fisicoquímica y microbiológica, para calificar los efluentes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Por otro lado, con el propósito de mantener una evaluación histórica desde 1990 al 2030, se deberá mantener -a pesar de sus limitaciones- los indicadores de "Fuentes de Agua Potable Mejoradas" e Instalaciones de Saneamiento Mejoradas de los pasados UDM.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones, se presentan en concordancia con las cinco etapas definidas en la metodología y en la presentación de los resultados:

5.1. Primera Etapa: Estimación de Cobertura y Calidad del Agua en Costa Rica

5.1.1. Estimación de Cobertura y Calidad del Agua para Consumo Humano

De análisis del cuadro 1, sobre la estimación general y cobertura de la calidad del agua para consumo humano al año 2015, permiten establecer las siguientes conclusiones:

- La población estimada en Costa Rica a julio del 2015 era de 4.833.752 habitantes. El número de acueductos inventariados fue de 2.544, distribuidos en, 200 sistemas operados por el AyA con 46,7% de cobertura en el país y, un 99% de la población abastecida con agua de calidad potable. Los municipios con suministro de agua mediante 237 sistemas, los cuales abastecen a 14% de la población y 90% de cobertura con agua de calidad potable. La ESPH, con 13 acueductos, abasteció a un 4,7% con agua por cañería, con un 97,5% de su población servida con agua de calidad potable. En cuanto a las ASADAS y/o CAARs se evaluaron 1.001 sistemas de abastecimiento, con una población cubierta de 849.433 habitantes; la calidad de agua alcanzó un 80,0%. Para efectos de estimar la población con agua de calidad potable a los 1.093 acueductos sin evaluar entre el 2013 y el 2015, se aplicó el 80% obtenido en la población evaluada. El total de la población con acueductos comunales fue de 1.406.495 habitantes.

- La población abastecida de agua por la totalidad de los 4 tipos de entes operados fue de 4.565.954 habitantes, para un 94,5% de la población total del país.

- Los acueductos que suministraron agua de calidad potable fueron de 1.808 para 4.188.095 habitantes y un porcentaje de potabilidad de 91,7%.

- Mediante otros tipos de abastecimiento por cañería intradomiciliar, pero sin acueducto oficial, la población cubierta fue de 156.623 habitantes (3,2%).

- Según el INEC, la población abastecida con agua por cañería extradomiciliar, o en el patio, fue de 82.173 habitantes (1,7%).

- La sumatoria de agua abastecida por cañería (interna y externa) fue del 99,4% a nivel nacional, para una cobertura de 4.804.750 personas.

- El número de personas que se abastecen por pozo, naciente y agua superficial (ríos o quebradas) fue de 29.002 habitantes (0,6%).

- El total de población que recibió agua de calidad potable fue de 4.407.071 habitantes, para un 91,2%.

- El porcentaje de población cubierta con agua sometida a tratamiento y/o desinfección en el año 2015 fue de 89,3%. De los 2.544 acueductos inventariados 60 tienen tratamiento y 2.484 no, mientras que 1.223 cuentan con desinfección y 1.321 no la tienen.

- El 76,6% de la población, abastecida por alguno de los entes oficiales de acueductos, recibe agua sometida a programas de control de calidad.

5.1.2. Inventario de fuentes de agua para potabilización

Los datos de vigilancia y control de calidad del agua para consumo humano indican (cuadro 2) que:

El total de fuentes inventariadas al 2015 fue de 5.312, de los cuales 1.117 son pozos (21%), 3.833 (73%) nacientes y 294 aguas superficiales (6%), de los cuales 68 (23%) tienen sistema de potabilización y 226 (77%) se introducen a los sistemas de abastecimiento sin tratamiento.

5.1.3. Inventario de los episodios de contaminación químicos

La contaminación química del agua para consumo humano, se dividen en dos: la primera son los episodios con contaminación antropogénica, y la segunda la contaminación natural de las fuentes de agua.

5.1.3.1. Contaminación antropogénica

En el cuadro 6, se resumen los episodios 12 hallazgos de contaminación química del 2001 a 2014. Dichas contaminaciones fueron provocadas por:

Hidrocarburos: en la Planta de Guadalupe (2001), Pérez Zeledón, en el rio Quebradas (2002), en Planta Los Sitios de Moravia (2003), en el embalse El Llano, Orosi en el 2004; en las fuentes de Moín (2005), en el Pozo AB 1089 en Belén (2005) y en la Planta Potabilizadora en San Ignacio de Acosta (2007).

Plaguicidas. Contaminación por Bromacil, Triadimefon y Diuron en los acueductos de Milano, El Cairo y Luisiana (Siquirres) en el año 2003. Además de la presencia de terbufos en Veracruz de San Carlos (2009).

Contaminación por nitratos en varios acueductos: Banderillas de Cartago en 2005, Tierra Blanca de Cartago en 2009 y Calle Valverde de San Miguel, Piedra Mesa, Alto Telire, Residencial El Molino de Cartago, Tierra Blanca de Cartago Sector La Misión, Ciudadela Graciano y la Trinidad, San Francisco y Santa Eduviges entre el 2010 y el 2014

5.1.3.2. Contaminación química natural

Los resultados indican que del 2001 al 2015, se descubrieron contaminaciones químicas vinculadas con la salud en varios acueductos:

En el 2007 contaminación con calcio en Colorado de Abangares, tomándose como medida la creación del nuevo acueducto Colorado, Raizal e Higuerilla de Abangares. En el 2010 contaminaciones por Arsénico en El Jobo (La Cruz) de Cañas, Bagaces, Hotel Cañas, Bebedero y Agua Caliente. En el 2011 en las comunidades abastecidas por ASADA 5 en San Carlos, Cristo Rey de Los Chiles y Santa Cecilia. En el 2012 en Jabilla de Bebedero. En el 2013 en Bagatsi de Bagaces y en el 2014 La Pochota, Macacono, Esparza y Santiago de Palmares.

La situación de los acueductos contaminados con Arsénico en la Zona Norte en San Carlos y en los sistemas del Jobo, Bagaces y Cañas ya se resolvió el problema de contaminación, mediante la unión de sistemas y equipos de remoción de Arsénico.
Desde que se modificó el Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto 32327-S, el LNA ha descubierto al menos 22 acueductos con concentraciones de aluminio (superiores a 200 µg/L). Estos acueductos, se resumen en el cuadro 7. En este contexto hemos estado realizando con el Centro de Atención de la Salud de los Santos de la CCSS, un estudio epidemiológico para evaluar la relación entre el consumo de agua con aluminio y las enfermedades con "Retardo Mental y Alzheimer"

5.1.4. Evolución de las coberturas con agua de calidad potable, según la entidad operadora

5.1.4.1. Evolución de la calidad del agua suministrada por AyA

En el gráfico 1 se observa la evolución de la cobertura de agua de calidad potable suministrado por el AyA de 1989 al 2015, pasando de un 63% a 99% en los últimos 26 años.

5.1.4.2. Evolución de la calidad del agua suministrada por los municipios

En el gráfico 2 se observa la evolución de calidad del agua, por año desde 1996 al 2015. Los resultados demuestran un avance del 37% al 90% en los últimos 20 años.

5.1.4.3. Evolución de coberturas y calidad del agua estimada en ASADAS y/o CAARs

En el gráfico 3 se aprecia la evolución de las coberturas de calidad del agua de 1999 al 2015 en los CAAR´s/ASADAS. Los resultados indican un avance del 51% al 80% en los últimos 16 años.

5.1.4.4. Evolución de la cobertura y calidad del agua en Costa Rica

La población de Costa Rica avanzó en la cobertura estimada de agua de calidad potable de 1991 al 2015, de un 50% al 91,2%, en los últimos 25 años. Este dato demuestra un gran avance, concordante con el Objetivo 7 de los ODM (1990-2015).

5.1.5. Recomendaciones para esta primera etapa de cobertura y calidad del agua

Para seguir avanzando, en el marco del Objetivo 6 de los ODS 2015 al 2030 se recomienda:

Implementar programas nacionales de mejoramiento de los servicios de agua potable: 2016 al 2030 por entidad operadoras, aplicando los siguientes 7 componentes:

- Protección de fuentes de agua
- Vigilancia y control de calidad del agua
- Tratamiento y/o desinfección
- Evaluación de riesgo sanitario y planes de Seguridad del Agua
- Legislación y normalización
- Producción (cantidad, continuidad, calidad, costos y cobertura)
- Autosostenibilidad, movilización y educación

5.2. Segunda etapa: estimación de la cobertura de saneamiento

5.2.1. Estimación de cobertura de disposición de excretas en Costa Rica

En el cuadro 8 y gráfico 5, se desglosa la cobertura de la población que dispone sus excretas por alcantarillado, tanques sépticos, “Otros” o letrinas y la población que dispone sus excretas a cielo abierto. Los resultados permiten hacer las siguientes conclusiones:

- El 21,1% de la población (1.020.929 habitantes) utilizan alcantarillado, pero solo el 8% de este tiene tratamiento convencional.

- El 76,9% deposita sus excretas en tanques sépticos, lo cual equivale a 3.714.532 habitantes.

- El 1,6% (78.162 habitantes) usaban letrinas o fosas sépticas.

- Aún persiste un 0,4% (20.129 habitantes) que defecan a cielo abierto.

5.2.2. Evolución entre el uso de alcantarillado y tanques sépticos

La evolución de disposición de excretas del 2000 al 2015, indica que se ha ampliado la brecha entre el uso de tanques sépticos y alcantarillado, pasando de 60,1% y 31, 0% en el año 2000 a 76,9% y 21,1% entre ambos en el año 2015.

5.2.3. Sistemas de tratamiento de aguas residuales operados por el AyA

En el cuadro 9, se resumen los sistemas de tratamiento de aguas residuales operados por el AyA y el cumplimiento del parámetro de Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO), del Decreto Ejecutivo 33601-MINAE-S [(23)].

El inventario indica que el AyA operó en el 2015, 21 sistemas de los cuales 9 no cumplen con el reglamento, 11 si cumplen y de uno no cuenta con resultados porque recientemente fue asumido por AyA y ya está programado para monitoreo en el 2016.

5.2.4. Sistemas de tratamiento operados por la ESPH

La ESPH operó 5 sistemas de tratamiento, de los cuales los denominados Real Santamaría Este, Real Santamaría Oeste, Los Lagos y Las Flores cumplen con el Reglamento de Aguas Residuales, con valores promedio de 10, 11, 44 y 39 mg/L de DBO, respectivamente, no así el identificado como La Aurora con un valor promedio de 74 mg/L.

5.2.5. Sistemas de tratamiento de aguas residuales operados por municipios y ASADAS

En el cuadro 11 se presentan los 32 sistemas de tratamiento de aguas residuales operados por ASADAS y Municipios. En estos sistemas no se pudo obtener resultados de la eficiencia de los respectivos sistemas.

5.2.6. Total de sistemas de tratamiento de aguas residuales en Costa Rica

En total el inventario de los sistemas de aguas residuales identificó 21 a cargo del AyA, 5 de la ESPH y 32 de Municipios y ASADAS, para un total de 58 sistemas de tratamiento.

5.2.7. Recomendaciones de la segunda etapa

Para ampliar la calidad en la cobertura de saneamiento, mediante alcantarillado sanitario, con tratamiento se recomienda:

- Acelerar la construcción de los sistemas de alcantarillado con su respectivo tratamiento en Cartago, Heredia, Alajuela y San José. Además de impulsar la implementación de saneamiento en ciudades prioritarias impulsados por el AyA.
- Implementar un Programa Nacional de Manejo adecuado de Aguas Residuales para el periodo 2016-2021, con los siguientes componentes:

  - Protección de aguas superficiales y subterráneas
  - Tecnologías de recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales
  - Vigilancia y control de los Sistemas de Alcantarillado y Drenajes
  - Vigilancia y Control de la Calidad del Vertido de Aguas Residuales
  - Evaluación de riesgos Sanitario del Alcantarillado Sanitario y Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales
  - Legislación ambiental sobre Aguas Residuales
  - Complementación de Educación Sanitaria–Ambiental
  - Proyectos de Mejoramiento Ambiental

5.3 Tercera etapa: cumplimiento de la Meta 10a y 10b, de los ODM en el mundo y Costa Rica al 2015

5.3.1 Comparación de los cambios mundiales en la aplicación de la Meta 10 a y 10 b del Objetivo 7, 1990-2015

Los resultados comparativos de los cambios mundiales en agua para consumo humano expresada con Fuentes de Agua Potable Mejoradas (FAPM) e Instalaciones de Saneamiento Mejoradas (ISM), demuestran entre otros aspectos, lo siguiente:

- En 1990 el 76% de la población usaba “FAPM” y en el 2015 se alcanzó un 91% de la población mundial.

- En 1990 el 54% usaba ISM y en el 2015, se alcanzó solamente el 68% de la población del planeta.

- En 147 países alcanzaron la meta 10 a de FAPM

- En 95 países se alcanzó la meta de saneamiento

- En 77 países se alcanzaron ambos metas (10a y 10b) de agua y saneamiento

5.3.2 Datos comparativos de la Meta 10 a y 10 b de ODM 7 en Costa Rica

- En el cuadro 13a, se observan los avances de Costa Rica en FAPM-Total, % de agua por cañería (APC) y otros, además de fuentes no mejoradas. Los resultados indican que:

  Según la OMS, Costa Rica pasó de un 93% a 98% de 1990 al 2015. Estos datos difieren de los elaborados por el INEC y el LNA, que demuestran que el país alcanzó un 99,4% de agua por cañería.

- En el cuadro 13b, se presentan los resultados de saneamiento o disposición de excretas, según la OMS pasó del 88% a un 95% de 1990 al 2015. No obstante, los resultados nacionales del INEC y el LNA indican que Costa Rica pasó de un 88% al 99,6% en ISM.

5.3.3 Recomendaciones

La variedad en los datos aportados por el Programa Conjunto de Monitoreo (PCM) de la OMS y los del INEC y el LNA, deben analizarse con el propósito de coordinar los daros línea base del Objetivo 6 de agua y saneamiento de los ODS: 2015-2030.

5.4 Cuarta etapa: asociación entre cobertura con agua potable y los indicadores básicos de salud en Costa Rica periodo 1999 al 2014

Los datos de cobertura con ACH y agua potable y las Correlación Lineal de los cuadros 14 y 15 evidencian que, sin ser los únicos factores involucrados, la cobertura con ACH y con mucha más razón la cobertura con agua potable, tienen un efecto directo muy importante sobre los IBS, específicamente en la TM<5 años/10.000 y la TMI/1.000, ya que muchos de los datos demuestran que a mayor cobertura con ACH y AP menores resultan estas estadísticas en salud.

5.5. Quinta etapa: Objetivos de Desarrollo Sostenibles: agua y saneamiento al 2030

Una de las debilidades de los antiguos ODM fue el uso de los indicadores de FAPM e ISM para medir el avance en agua potable y saneamiento en el periodo 1990 al 2015. En el caso del indicador FAPM no tomó en cuenta la calidad del agua y menos la calidad de los servicios de agua potable; es decir, la cantidad, continuidad, calidad, costos y cobertura de los servicios. Con respecto al saneamiento, se le dio el mismo peso a la disposición de excretas por alcantarillado, tanques sépticos y letrinas en el concepto ISM.

Ante estas debilidades, las cuales repercuten en los IBS como las tasas de mortalidad en niños menores de 5 años/10.000 nacidos, proponemos cuatro indicadores para agua para consumo humano:

- Cobertura de población con agua de calidad potable.
- Cobertura de población con agua por cañería.
- Cobertura de población abastecida por pozos, nacientes y piletas públicas.
- Cobertura de población con servicios de agua de buena a excelente calidad: cantidad, continuidad, calidad, costos y cobertura.
-

En saneamiento se recomienda aplicar cinco indicadores:

- Cobertura de población con disposición de excretas por alcantarillado sanitario con tratamiento.
- Cobertura de población con disposición de excretas por tanques sépticos.
- Cobertura de población con disposición de excretas por letrinas.
- Cobertura de población con disposición de excretas a cielo abierto.
- Cobertura de población con disposición de excretas mediante ISM (a+b+c).
- Cobertura de población con disposición de excretas con alcantarillado sin tratamiento.

6. RECOMENDACIONES FINALES

Para poder abordar con éxito el Objetivo 6 sobre "Agua y Saneamiento" es recomendable: Establecer el Sector Agua Potable y Saneamiento en Costa Rica y en todos los países de la región Latinoamericana y en los países pobres del mundo.

- En nuestro país, el AyA debe implementar a lo interno y a lo externo la Rectoría en Agua Potable y Saneamiento.
- En Latinoamérica, se deberá implementar el Observatorio en Agua Potable y Saneamiento, como lo sugiere la Agenda de la IV Edición de LATINASAN [(24)].
- El AyA, como parte de su función rectora, deberá desarrollar el "Centro de Capacitación en Agua Potable y Saneamiento", para su implementación a partir del año 2017.
- El AyA deberá fortalecer y modernizar el Laboratorio Nacional de Aguas, para ampliar los programas de vigilancia y la calidad del agua en sus diferentes usos, y ampliar sus acciones para valorar la calidad de los servicios de agua potable, mediante los aspectos integrados de la cantidad, continuidad, calidad, costos y cobertura, con la aplicación del "Sistema Estimado de la Calidad de los Servicios de Agua Potable" [(25)].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. UNICEF/OMS. **25 progress on sanitation and drinking water 2015**. Update and MDG Assesment. Genova; 2015: 1-82.

2. Leo Heller. **Saneamiento y salud. Brasilia**. OPS/OMS, CEPIS; 1997: 1-83.
3. Darner Mora. Saneamiento, educación y salud. San José, Costa Rica. Editorama; 2005: 1-122.
4. Baltazar, J.C; Salom F.S. **Disposal of faeces on children under two years old and diarrhoea**. V.18, N°4 (supp); 1989: 16-19.
5. OMS/OPS. **La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible**. Washington D.C. Publicación científica N° 572; 2000: sp.
6. Mora, Darner. **Situación actual del agua para consumo humano y aguas residuales en Costa Rica**. San José, Costa Rica. Revista Biogenesis. UNED; Vol 3: 1991: 74-80.
7. Ministerio de Planificación y Política Económica. **Proyecto Bicentenario: objetivos, metas e indicadores para Costa Rica al 2021**. MIDEPLAN; San José, Costa Rica; 2009: sp.
8. Programa Estado de La Nación. **Decimoséptimo Informe. Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible**. Programa –Estado de la Nación; 17 ed. San José, Costa Rica; 2010.
9. Programa Estado de La Nación. **Vigésimoprimer Informe. Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible**. Programa –Estado de la Nación; San José, Costa Rica; 2015; 1-125.
10. Consejo Social/Gobierno de la República y Sistema de las Naciones Unidas en Costa Rica. **Primer informe de Costa Rica sobre avances en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio**. San José, Costa Rica; 2004.
11. Mora, Darner; Chavez, Arcelio. **Programa Bandera Azul Ecológica: 15 aniversario; 1996-2010**. Tres Ríos, La Unión; Campo Directo; KSCA; 2011.
12. Barrantes, Luis. **Programa Sello de Calidad Sanitaria: informe de labores del año 2012**. Tres Ríos, La Unión. Laboratorio Nacional de Aguas; 2013: SP.
13. Mora, Darner; Feoli, Héctor. **Programa Nacional de MNejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable 2007-2015**. Tres Ríos, La Unión; Laboratorio Nacional de Aguas; 2007: sp.
14. Mora, Darner; Mata, Ana; Portuguez, Felipe. **Agua para consumo humano y saneamiento: situación de Costa Rica en el contexto de las Américas 1960-2011**. Laboratorio Nacional de Aguas; La Unión, Tres Ríos; 2012: sp.
15. Mora, Darner; Mata, Ana; Portuguez, Felipe. **Costa Rica: acceso a agua para consumo humano y saneamiento en el año 2012 y su ubicación por la satisfacción de calidad del agua y calidad de vida en el contexto mundial**. Laboratorio Nacional de Aguas; Tres Ríos, La Unión; 2012: sp.
16. Mora, Darner; Mata, Ana; Portuguez, Felipe. **Cobertura y calidad del agua para consumo humano en Costa Rica periodo 2000 al 2014 y expectativas al 2021**. Laboratorio Nacional de Aguas; Tres Ríos, La Unión; 2015: sp.

17. Naciones Unidas. **Objetivos de Desarrollo Sostenible. Objetivo 6: garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos**. Documento en línea: www.un.org>sustainabledevelopments; 22 desp; 2015.
18. Instituto Nacional de Estadística y Censos. **Encuesta Nacional de Hogares 2015**. Resultados generales; San José, Costa Rica; Octubre 2015: 3-34.
19. Mata, Ana; Sequeira, Marco. **Cobertura y calidad del agua suministrada por los acueductos municipales 2014**. Tres Ríos, La Unión; Laboratorio Nacional de Aguas; 2015: sp.
20. Mata, Ana; Sequeira, Marco. **Cobertura y calidad del agua suministrada por el AyA en el 2014**. Tres Ríos, La Unión; Laboratorio Nacional de Aguas; 2015: sp.
21. Mata, Ana; Sequeira, Marco. **Cobertura y vigilancia de la calidad del agua suministrada por los acueductos rurales 2012, 2013 y 2014**. Tres Ríos, La Unión; Laboratorio Nacional de Aguas; 2015: sp.
22. Consejo Social del Poder Ejecutivo de Costa Rica y Naciones Unidas. **25 Progress on Sanitation and Drinking Water"-"Objetivos y Metas: transformando nuestro mundo Agenda 2030". San José, Costa Rica.**
23. Ministerio de Ambiente y Energía y Ministerio de Salud. **Decreto Ejecutivo 33601 Minae-S**. San José , Costa Rica; Gaceta N°55 del 19/03/2007.
24. IV Conferencia Latinosan. **Agenda Establecimiento del Observatorio en Agua Potable y Saneamiento**. Lima, Perú-9 al 15 de marzo; 2016.
25. Mora, Darner; Barrantes, Luis. **Sistema de la Evaluación Estimada de la Calidad de los Servicios de Agua Potable**. Tres Ríos, La Unión; Laboratorio Nacional de Aguas; 2016:sp.