

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



**AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO: COBERTURAS EN VIVIENDAS Y MÁS
ALLÁ DEL HOGAR EN COSTA RICA AL 2017**

**PREPARADO POR: Dr. Darner Mora Alvarado
Lic. Carlos Felipe Portuquez B.**



MARZO, 2017



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



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

Yo, Annette Henchoz Castro

N° Cédula: 1-0725-0409

Dependencia: Gerencia General

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

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

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

Annette
Henchoz Castro

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

Firma: _____

AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO: COBERTURAS EN VIVIENDAS Y MÁS ALLÁ DEL HOGAR EN COSTA RICA AL 2017

Darner A. Mora Alvarado
Felipe Portuguez Barquero

RESUMEN

Dando continuidad a la publicación de informes sobre las coberturas con agua potable y saneamiento en Costa Rica, que tradicionalmente elabora el Laboratorio Nacional de Aguas desde 1991, se presenta el siguiente documento titulado *“Agua Potable y Saneamiento: Coberturas en Viviendas y Más Allá del Hogar en Costa Rica al 2017”*, cuyo objetivo es *“estimar las coberturas y calidad del ACH abastecida a la población ubicada en el territorio nacional en viviendas, centros de educación y centros de salud, además de los porcentajes de población que utilizan los diferentes mecanismos de disposición de excretas o saneamiento en el país, con el propósito de establecer las medidas correctivas y las metas a cumplir en el marco de la “Agenda 2030” de los “Objetivos de Desarrollo Sostenibles”, específicamente en el ODS-6 denominado “Agua Limpia y Saneamiento”*.

Para lograrlo se aprovechó la información generada por el *“Programa de Control y Vigilancia de la Calidad del Agua en Costa Rica”*, además de los informes denominados *“Estimación de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Centros de Salud de Costa Rica al 2017”* y *“Agua para Consumo Humano y Saneamiento en Centros Educativos de Costa Rica al Año 2017”*. Por otra parte, se aplica la metodología propuesta por la UNICEF/OMS, mediante la aplicación de la *“Escalera del Agua”*, propuesta como parte de los *“Objetivos de Desarrollo Sostenible”* en el marco de la *“Agenda 2030”*.

Los resultados indican que en Costa Rica, el 99,6% de la población del país recibe agua intradomiciliar, con un 93,9% de potabilidad, a través de 2.678 acueductos que cuentan con 5.270 fuentes de abastecimiento. El 73,6% y el 88,8% de la población, recibe agua sometida a programas de control de calidad y a tratamiento y/o desinfección, respectivamente, haciendo evidente un aumento importante en los indicadores, tanto por ente operador como para la totalidad del país. Los recientes episodios de contaminación química de los acueductos reflejan un nuevo perfil en el tipo de contaminación, típico de un país en vías de desarrollo.

En lo que respecta al saneamiento o disposición de excretas en nuestro país, el 74,5% de la población utiliza el tanque séptico, 23,4% alcantarillado, 1,7% con otros sistemas y 0,4% sin ningún tipo de servicio, prevaleciendo el uso de tanque séptico sobre el alcantarillado.

La aplicación de la metodología, y sus adaptaciones, de la *“Escalera del Agua”*, indican que en el agua de las viviendas el 94,0% es *“Gestionada en forma segura”*,

mientras que el 86,7% de las aguas residuales cuentan con “Servicio gestionado de forma segura. En lo que respecta a centro educativos, esta evaluación revela que el 86,0% cuenta con “Servicio avanzado”, mientras que el 97,0% de las aguas de entrada y el 87,5% de las aguas al interior de los centros de salud, cuentan con “Servicio avanzado”.

Se proponen metas de cobertura para los centros educativos y de salud. En el primer caso (Centros Educativos), se espera alcanzar coberturas de 95% y 99% para los años 2022 y 2030 con “Servicio avanzado”, mientras que en el segundo caso los porcentajes se establecen en 99% y 100% para los mismos periodos.

Se concluye que el país cuenta con excelentes indicadores en las coberturas con ACH y saneamiento, haciendo evidente una evolución positiva entre los años 2000 y 2017; esta situación también se ve reflejada en la aplicación de la metodología de la “Escalera del agua”.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
General	2
Específicos	2
METODOLOGÍA	3
Metodología para establecer la cobertura y calidad del agua en las viviendas	3
Estimaciones de cobertura y calidad	3
Inventario de fuentes de potabilización y acueductos con control de calidad y desinfección y/o tratamiento	4
Evolución de las coberturas de agua de calidad potable periodo 2000-2017	4
Actualización del inventario de los episodios de contaminación química en los acueductos del país	4
Adaptación de los datos de cobertura de agua de calidad potable y no potable al concepto de <i>“Agua potable gestionada en forma segura”</i>	4
Metodología para la estimación de saneamiento en aguas residuales	5
Coberturas de disposición de excretas según mecanismo	5
Evolución de la cobertura de alcantarillado y tanques sépticos en el periodo 2000 al 2017	6
Metodología para establecer la estimación de cobertura y calidad del agua suministrada en centros educativos	6
Muestreos para análisis microbiológicos y cloro residual	6
Estimación de cobertura y calidad del agua en centros educativos en Costa Rica	6
Aplicación de la “Escalera del Agua Potable” para Centros de Educación	6
Estimación de cobertura de agua potable en centros de salud	7
La estimación de cobertura de suministro de agua potable en Centros de Salud	7
Aplicación de la “Escalera del Agua” potable para centros de salud	7
RESULTADOS	7
Abastecimiento de agua en Costa Rica al 2017	7

Agua en viviendas	7
Población con agua sometida a control de calidad del agua, tratamiento y/o desinfección	8
Inventario de número y tipo de fuente de agua	9
Evolución de las coberturas y calidad del agua por entidad operadora: periodo 2000-2017	9
Episodios de contaminación química en fuentes de agua y acueductos en Costa Rica periodo 2010-2012	12
Contaminaciones químicas antropogénicas	12
Contaminaciones químicas naturales	13
Aplicación de la “Escalera del Agua” potable” en Costa Rica 2017	14
Evacuación de excretas	16
Coberturas de disposición de excretas o saneamiento en Costa Rica	16
Evacuación de excretas en Costa Rica	16
Evacuación de excretas por región programática	17
Evacuación de excretas por zona urbana y rural	18
Aplicación de la “Escalera del Saneamiento” en Costa Rica 2017	19
Agua en centros de educación	20
Estimación y aplicación de la “Escalera de Agua” potable en centros educativos en Costa Rica 2017	20
Propuesta de metas para el mejoramiento de la calidad del agua en centros educativos en Costa Rica	21
Agua en centros de salud 2017	21
Aplicación de la “Escalera de Agua Potable” a los resultados microbiológicos en centros de salud	21
Aplicación de la “Escalera de Agua Potable” a los resultados microbiológicos en el interior de los hospitales de Costa Rica	22
Propuesta de metas para el mejoramiento de la calidad del agua en centros de salud en Costa Rica	23
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	24
Conclusiones	24
Recomendaciones	26

AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO: COBERTURAS EN VIVIENDAS Y MÁS ALLÁ DEL HOGAR EN COSTA RICA AL 2017

Darner A. Mora Alvarado
MQC/Máster en Salud Pública
Director Laboratorio Nacional de Aguas

Carlos Felipe Portuguez Barquero
Lic. Gestión Ambiental
Funcionario Laboratorio Nacional de Aguas

1. INTRODUCCIÓN

Desde que iniciamos la elaboración y publicación de informes anuales de cobertura y calidad del agua para consumo humano (ACH) y saneamiento en 1991 ⁽¹⁾, han transcurrido 26 años de evolución permanente en ambos temas. Dichos informes han sido “matizados” con enfoques relacionados a diferentes temas como:

- Situación de Cobertura y calidad del Agua para Consumo Humano en Costa Rica a Finales del Año 2000 ⁽²⁾.
- 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 ⁽³⁾.
- Agua para Consumo Humano y Saneamiento en Costa Rica al 2016. Metas al 2022 y 2030 ⁽⁴⁾.

En el presente informe, correspondiente al año 2017, abordamos las coberturas de agua potable y saneamiento, o disposición de excretas, en Costa Rica. En el caso de las coberturas y calidad del ACH de calidad potable, se aplica el nuevo concepto de “*Agua potable gestionada en forma segura*”, con la implementación de la “*Escalera del agua potable doméstica*” ⁽⁵⁾; además, se extienden las estimaciones a la calidad de las ACH usadas en centros educativos y centros de salud, con el propósito de establecer la línea base para el cumplimiento de las metas de la “*Agenda 2030*”, en los nuevos “*Objetivos de Desarrollo Sostenibles*” (ODS), establecidos el 25 de setiembre del 2015 ⁽⁶⁾, específicamente en el ODS 6 “*Agua Limpia y Saneamiento*”. La inclusión de los datos de calidad del agua en centros de educación, se fundamenta por parte de la “*Organización Mundial de la Salud*” (OMS) y el “*Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia*” (UNICEF), en que las escuelas y colegios podrían funcionar como centros de atención primaria de la salud, siempre y cuando los accesos en agua potable, saneamiento e higiene eviten la transmisión de enfermedades infecciosas a través del ciclo “ano-mano-boca” ^(7, 8 y 9). Por el contrario, si los centros de educación no cuentan con los servicios básicos de acceso a agua potable y saneamiento, podrían convertirse en focos de propagación de enfermedades infecciosas, debido al contacto directo entre personas generado por las condiciones de hacinamiento en cada escuela y colegio. En este sentido y

adelantándose a la nueva propuesta de la OMS, desde el 2004 el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) incluyó en su *“Programa de Vigilancia y Control de Calidad del Agua para Consumo Humano”* ⁽¹⁰⁾ el monitoreo en centros de educación, en el marco del *“Programa Bandera Azul Ecológica”* (PBAE) ⁽¹¹⁾, publicando el primer informe en el año 2009, titulado *“Calidad del Agua para Consumo Humano en Centros Educativos de Costa Rica: 2004-2007”* ⁽¹²⁾. En el caso de los Centros de Salud”, el LNA incluyó la evaluación de la calidad microbiológica en las aguas de entrada a los principales hospitales del país, y en el marco del *“Programa Sello de Calidad Sanitaria”* (PSCS) se ha incorporado el monitoreo del agua al interior de 48 centros de salud ⁽¹³⁾. Estos datos servirán para estimar las condiciones de las aguas en Centros de Salud para el 2022 y 2030, en concordancia con el *“Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable: 2017-2030”* ⁽¹⁴⁾.

A raíz de lo expresado anteriormente, se presenta el siguiente estudio descriptivo-retrospectivo, con la intención de describir la situación en los aspectos referidos al año 2017.

2. OBJETIVOS

2.1 General

Estimar las coberturas y calidad del ACH abastecida a la población ubicada en el territorio nacional en viviendas, centros de educación y centros de salud, además de los porcentajes de población que utilizan los diferentes mecanismos de disposición de excretas o saneamiento en el país, con el propósito de establecer las medidas correctivas y las metas a cumplir en el marco de la “Agenda 2030” de los “Objetivos de Desarrollo Sostenibles”, específicamente en el ODS-6 denominado “Agua Limpia y Saneamiento”.

2.2 Específicos

- Estimar la cobertura y calidad del ACH suministrada en viviendas en el 2017 por el AyA, municipios, la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), y de los acueductos a cargo de Comités de Acueductos Rurales (CAAR’s) y Asociaciones Administradoras de Acueductos Rurales y Saneamiento (ASADAS), a nivel nacional.
- Estimar la cobertura nacional de población abastecida con agua sometida a tratamiento y /o desinfección, además de la que cuenta con programa de control de calidad del agua.
- Inventariar y distribuir los tipos de fuentes para potabilización de cada entidad operadora y la totalidad del país.

- Analizar la evolución del suministro de agua de calidad potable, en forma anual, a partir del año 2000.
- Inventariar los episodios de contaminación química en el territorio nacional, tanto de origen antropogénico como natural.
- Aplicar la “Escalera del Agua” a las coberturas de agua de calidad potable a nivel nacional.
- Determinar las coberturas de disposición de excretas por alcantarillado sanitario, tanque séptico, letrinas y a cielo abierto, en el 2017.
- Aplicar la “Escalera del Agua” a las coberturas de saneamiento en aguas residuales a nivel nacional.
- Estimar la cobertura y calidad del ACH suministrada “más allá del hogar”, específicamente en centros de salud y de educación en Costa Rica, con sus respectivas “Escaleras del Agua” aplicadas a la calidad del agua identificada.
- Establecer los datos línea base al 2017 y las metas al 2022 y 2030, en cuanto a cobertura de vigilancia de la calidad del ACH en Centros de Salud y Centros de Educación en Costa Rica.

3. METODOLOGÍA

Para efectos de orden, el presente estudio está dividido en 4 etapas:

- Estimación de cobertura y calidad del ACH suministrada a la población en viviendas.
- Coberturas de disposición de excretas o saneamiento en Costa Rica.
- Estimación de cobertura y calidad del ACH en centros de educación.
- Estimación de cobertura y calidad del ACH en centros de salud.

3.1 Metodología para establecer la cobertura y calidad del agua en las viviendas

3.1.1 Estimaciones de cobertura y calidad

Con los datos del Programa Nacional de Vigilancia y Control de Calidad del Agua para Consumo Humano del LNA, se estima la cobertura y calidad del agua suministrada por cada ente operador: AyA, Municipalidades y las ASADAS y/o CAAR's, en el año 2017. Además, utilizando como complemento la Encuesta

Nacional de Hogares de Julio del 2017, se estima la cobertura de población con agua de calidad potable en el mismo año ⁽¹⁵⁾. Por otra parte, el aporte de información del Área de Estadísticas en Salud de la C.C.S.S., coadyuva en el cálculo del porcentaje de población cubierta con agua sometida a control de calidad ⁽¹⁶⁾.

3.1.2 Inventario de fuentes de potabilización y acueductos con control de calidad y desinfección y/o tratamiento

Con los datos del LNA, se realiza un inventario de las fuentes utilizadas por cada ente operador, según tipo: pozos, nacimiento superficial. Además, se define el porcentaje de población abastecida con agua sometida a control de calidad y a desinfección y/o tratamiento.

3.1.3 Evolución de las coberturas de agua de calidad potable periodo 2000-2017

Con los datos de las estimaciones de cobertura de agua potable de los informes anuales de cobertura y calidad del agua, elaborados por el LNA, se establece la evolución de agua potable en Costa Rica en el periodo 2000 al 2017.

3.1.4 Actualización del inventario de los episodios de contaminación química en los acueductos del país

Con los datos del mismo LNA, se actualiza el dato de los acueductos contaminados con sustancias químicas al año 2017 ⁽¹⁷⁾.

3.1.5 Adaptación de los datos de cobertura de agua de calidad potable y no potable al concepto de “Agua potable gestionada en forma segura”

Los datos de cobertura y calidad del agua, al nuevo concepto de “Agua potable gestionada en forma segura”, se realiza aplicando la “Escalera para los Servicios de Abastecimiento de Agua Potable Doméstica”, modificada por los autores incluyendo un escalón más titulado “Gestión del agua en forma insegura”. Dicha escalera se presenta en la siguiente tabla 1.

Tabla 1. Escalera para los servicios de abastecimiento de agua potable doméstica

Nivel de servicio	Definición
Gestionado de forma segura	Agua para consumo procedente de una fuente mejorada ubicada dentro de la vivienda o en el patio o parcela, disponible en el momento necesario y libre de contaminación fecal y sustancias químicas prioritarias.
Básico	Agua para consumo procedente de una fuente mejorada cuyo tiempo de recogida no supera los 30 minutos, incluyendo el trayecto de ida y vuelta y tiempo de espera, además se incluye el agua suministrada por cañería, pero con contaminación fecal o alguna sustancia química tóxica.
Limitado	Agua para consumo procedente de una fuente mejorada, cuyo tiempo de recogida supera los 30 minutos incluyendo trayecto de ida y vuelta y tiempo de espera.
No mejorado	Agua para consumo procedente de un pozo o manantial no protegido.
Sin servicio	Agua para consumo recogida directamente de un río, arroyo, represa, lago, estanque, canal o de un canal de irrigación.

FUENTE: OMS/UNICEF, adaptada por el LNA.

3.2 Metodología para la estimación de saneamiento en aguas residuales

En esta cuarta etapa se estiman las coberturas de disposición de excretas por alcantarillado (cloacas) y alcantarillado con sistema de tratamiento, tanque séptico, letrinas y sin servicio (defecación a cielo abierto), mediante los datos aportados por la ENAHO (2014) y el Laboratorio Nacional de Aguas.

3.2.1 Coberturas de disposición de excretas según mecanismo

Apoyados en los datos de ENAHO del INEC, se grafica la disposición de excretas por alcantarillado con y sin tratamiento, tanques sépticos, letrinas y sin servicio o defecación a cielo abierto.

3.2.2 Evolución de la cobertura de alcantarillado y tanques sépticos en el periodo 2000 al 2017

La evolución de disposición de excretas por alcantarillado y tanques sépticos se realizó con los datos de la ENAHO 2017.

3.3 Metodología para establecer la estimación de cobertura y calidad del agua suministrada en centros educativos

3.3.1 Muestreos para análisis microbiológicos y cloro residual

Con fundamento en el PBAE se inició, en el año 2004, un programa de monitoreo a través de análisis microbiológicos y cloro residual en los centros educativos del país. En el año 2009 se publicó el primer *“Informe sobre la Calidad del Agua en Centros Educativos para el Periodo 2004-2007”* ⁽¹⁸⁾; posteriormente, este monitoreo se amplió para los años 2016 y 2017.

3.3.2 Estimación de cobertura y calidad del agua en centros educativos en Costa Rica

Con los datos de los análisis de contaminación fecal y cloro residual se estima la cobertura de calidad de agua potable suministrada en los centros educativos en los años 2016-2017.

3.3.3 Aplicación de la “Escalera del Agua Potable” para Centros de Educación

Mediante la siguiente tabla 2, se clasifica los servicios de agua potable en los centros educativos.

Tabla 2. Escalera de Agua Potable en Centros Educativos

Nivel de servicio	Definición
Servicio avanzado	Debe definirse a nivel nacional (por ejemplo, el agua está disponible cuando se necesita, está accesible para todos, libre de contaminación, etc).
Servicio Básico	Se dispone de agua procedente de una fuente mejorada en la escuela, además se incluye en el caso de agua suministrada por cañería, pero con contaminación fecal o alguna sustancia química tóxica.
Servicio Limitado	Existe una fuente mejorada, pero el agua no está disponible en el momento de realizar la encuesta.
Sin servicio	Ausencia de fuente de agua o presencia de una fuente no mejorada.

FUENTE: OMS/UNICEF, adaptada por el LNA.

3.4 Estimación de cobertura de agua potable en centros de salud

3.4.1 La estimación de cobertura de suministro de agua potable en Centros de Salud

Se realiza con los datos de muestreo realizados por el LNA, en el marco del Programa Sello de Calidad Sanitaria y el programa de Vigilancia y Control de Calidad del Agua, en donde a varios hospitales se les realiza muestreos a las aguas de las entradas.

3.4.2 Aplicación de la “Escalera del Agua” potable para centros de salud

Mediante la tabla 3, se presenta la clasificación al acceso a agua potable en los centros de salud de Costa Rica.

Tabla 3. Escalera de agua potable para Centros de Salud

Nivel de servicio	Definición
Servicio avanzado	Debe definirse a nivel nacional (por ejemplo, el agua está disponible cuando se necesita, está accesible para todos, libre de contaminación, etc).
Servicio Básico	Se dispone de agua procedente de una fuente mejorada en las instalaciones, además se incluye en el caso de agua suministrada por cañería, pero con contaminación fecal o alguna sustancia química tóxica.
Servicio Limitado	Existe una fuente mejorada, pero no se encuentra en las instalaciones o el agua no está disponible.
Sin servicio	Ausencia de fuente de agua o presencia de una fuente no mejorada.

Fuente: OMS/UNICEF, adaptada por el LNA.

4. RESULTADOS

4.1 Abastecimiento de agua en Costa Rica al 2017

4.1.1 Agua en viviendas

En el siguiente cuadro 1, se presenta la estimación de cobertura y calidad del agua por entidad operadora al año 2017

Cuadro 1. Agua para consumo humano: estimación general de cobertura y calidad en Costa Rica - Período 2017

Abastecimiento	N°	Población cubierta		Población con agua potable		Población con agua No Potable		Acueductos	
		Población	%	Población	%	Población	%	Pot.	No Pot.
AyA	204	2.325.452	47,0	1.302.198	99,0	23.254	1,0	173	31
Municipalidades	237	623.057	12,6	593.151	95,2	29.906	4,8	217	20
ESPH	14	224.665	4,6	224.665	100	0	0	14	0
CAAR /ASADAS *	956	996.143	20,1	847.718	85,1	148.425	14,9	718	238
CAAR /ASADAS **	1.267	583.644	11,8	496.681	85,1	86.963	14,9	952	315
Subtotal por entidad operadora	2.678	4.752.961	96,1	4.464.413	94,0	288.548	6,0	2.074	604
Otros con cañería intradomiciliar ***	ND	22.081	0,4	20.756	94,0	1.325	6,0	ND	ND
Otros con agua por cañería en el patio ***	ND	151.865 (1)	3,1	1421.753	94,0	9.112	6,0	ND	ND
Subtotal de población abastecida por cañería ***	2.678	4.926.907	99,6	4.627.922	94,0	298.985	6,0	2.074	604
Sin tubería: pozos-nacientes ***	ND	19.793 (1)	0,4	18.605	94,0	1.188	6,0	ND	ND
TOTALES	2.678	4.946.700 (1)	100	4.646.527	93,9	300.173	6,1	2.074	604

ND: no determinado.

(1) Población estimada por el INEC con la ENAHO julio 2017.

* Evaluados en el período 2015 al 2017, con un 85,1% de población con agua potable.

** De acuerdo a la metodología, se aplica el 85,1% obtenido en los acueductos evaluados.

*** Se aplica el 94,0% obtenido en el subtotal de los sistemas de entes operadores oficiales.

FUENTE: LNA e INEC.

4.1.2 Población con agua sometida a control de calidad del agua, tratamiento y/o desinfección

En los cuadros 2 y 3, se presentan los porcentajes de población que reciben agua con control de calidad, tratamiento y/o desinfección, respectivamente.

Cuadro 2. Porcentaje de Población con Agua Sometida a Programas de Control de Calidad del Agua 2010-2017

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Porcentaje	78,2	74,9	75,3	75,5	78,5	76,6	74,1	73,6

FUENTE: elaboración de los autores.

Cuadro 3. Porcentaje de Población Abastecida con Tratamiento y/o Desinfección en Costa Rica: 2010-2017

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Porcentaje	82,6	84,5	86,8	87,3	88,4	89,3	86,3	88,8

FUENTE: elaboración de los autores.

4.1.3 Inventario de número y tipo de fuente de agua

En el siguiente cuadro 4 se presenta el número y tipo de fuente de abastecimiento de los acueductos, por entidad operadora.

Cuadro 4. Fuentes de abastecimiento de los acueductos operados por AyA, municipios, ASADAS y/o CAARs al 2017

Ente Operador	Fuentes de abastecimiento			
	Total	Pozos	Nacientes	Superficiales
AyA	570	321	191	58
Municipalidades	441	52	358	31
E.S.P.H.	34	21	3	10
CAAR's/ASADAS	4.225	853	3.109	263
Totales	5.270	1.247	3.661	362

FUENTE: elaboración de los autores.

4.1.4 Evolución de las coberturas y calidad del agua por entidad operadora: periodo 2000-2017

En los siguientes gráficos 1, 2, 3, 4, se presentan la evolución de las coberturas con agua de calidad potable o no potable, en el periodo 2000 al 2017, suministrados por el AyA, Municipalidades, CAARs y/o ASADAS y la totalidad del país, respectivamente:

Gráfico 1. Evolución de la Calidad del Agua suministrada por el AyA en el periodo 2000 al 2017

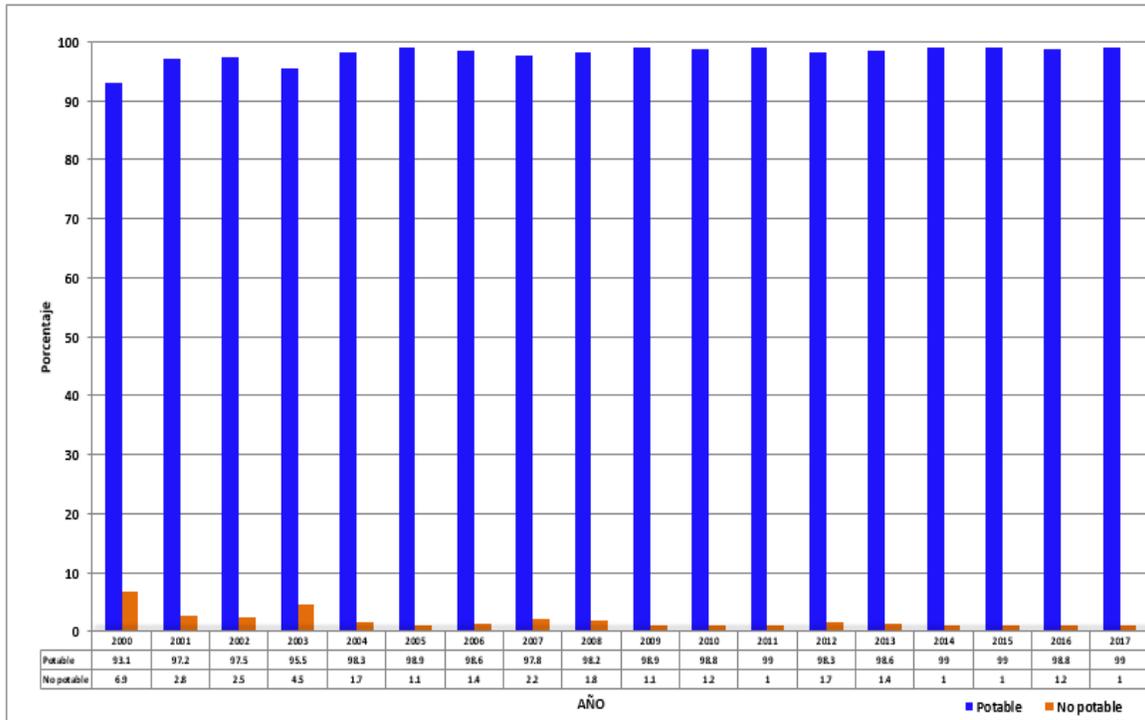


Gráfico 2. Evolución de la Calidad del Agua suministrada por los Municipios y la ESPH en el periodo 2000 al 2017

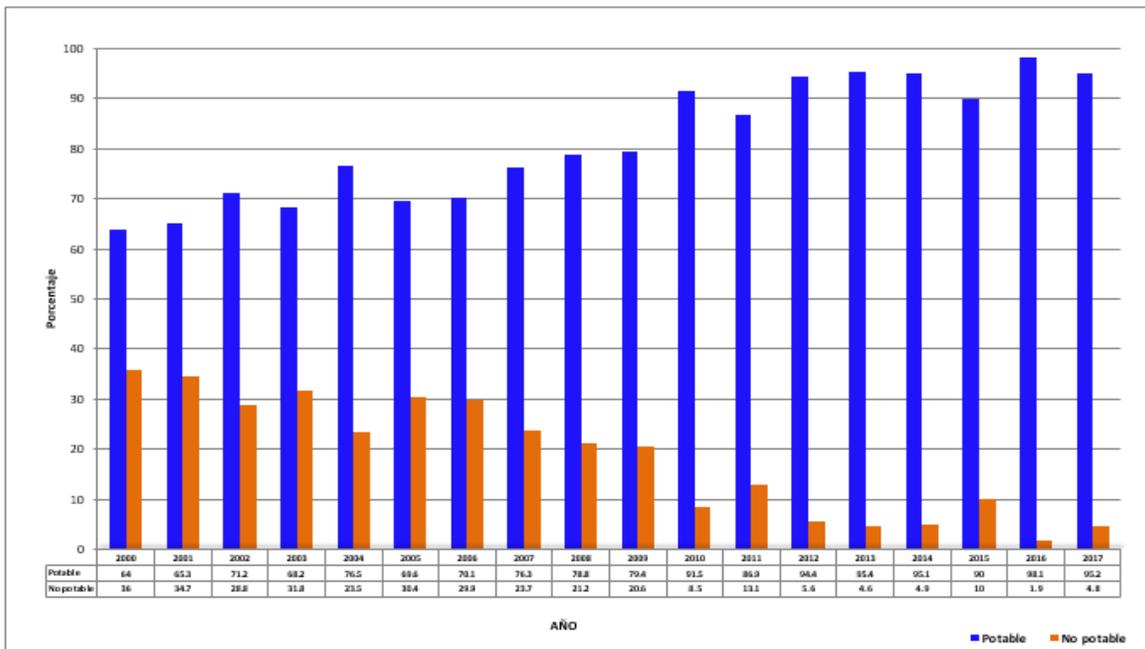


Gráfico 3. Evolución de la Calidad del Agua suministrada por ASADAS y/o CAAR's en el periodo 2000 al 2017

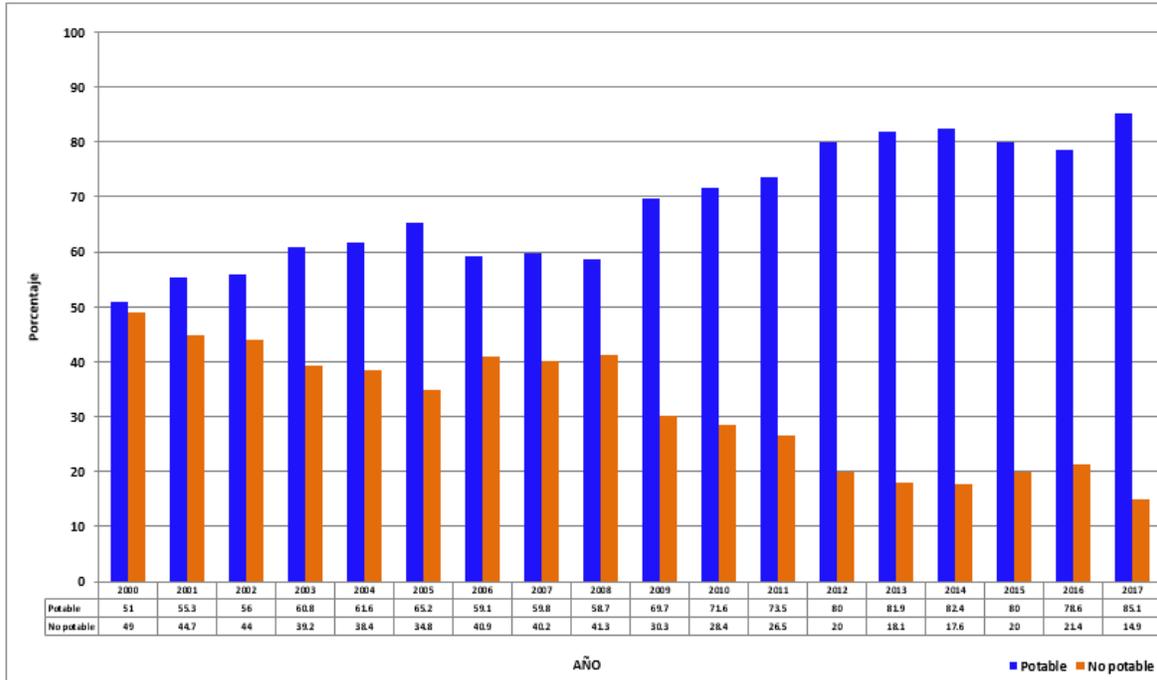
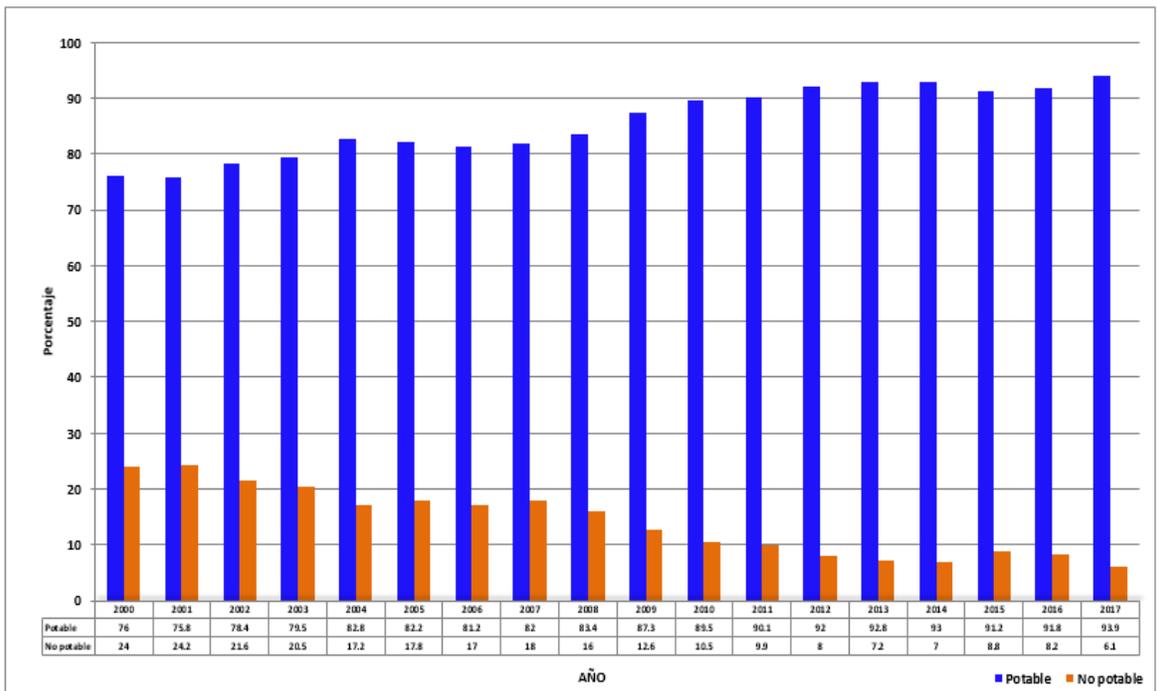


Gráfico 4. Evolución de la Cobertura y Calidad del Agua suministrada en Costa Rica en el periodo 2000 al 2017



4.1.5 Episodios de contaminación química en fuentes de agua y acueductos en Costa Rica: periodo 2010-2017

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 5 se presentan los episodios de contaminación química de origen antropogénico, identificadas en los acueductos nacionales.

Cuadro 5. Episodios de Contaminación Química Antropogénica en los Acueductos de Costa Rica: 2001-2017

Año	Acueductos evaluados	Acueductos No potables (Contam.fecal)	%	Episodios de contaminación química	Acueducto
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				Nitratos	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 Eduvigis

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

4.1.5.2 Contaminaciones químicas naturales

En el cuadro 6 se presentan los acueductos del país con contaminación química de origen natural vinculada con la salud.

Cuadro 6. Episodios de Contaminación Química Natural en los Acueductos de Costa Rica: 2007-2017

Año	Acueductos evaluados	Acueductos No potables (Contam.fecal)	%	Episodios de contaminación química	Acueducto
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
2015 y 2016	2.588	600	23,2	Salinización	Pozos en Guanacaste: Condovac, Cacique 1, Cacique 2, Cacique 3, Pozo 484 y Pozo 379

2016 y 2017	2.678	604	22,6	Aluminio, hierro y manganeso	Quebrada La Victoria de Curubandé de Liberia, Pozo Albín de Tamarindo, Pozo Sandillal de Cañas, Pozo 1 de San Joaquín de Colorado-Raizal-Higuerilla, Naciente Cabuyal de Zagala-Villa Bruselas-Cebadilla, Pozo 4 de Davao de Batán, Pozo Y Griega de Palmares-Zaragoza, Quebrada Guayabal de Dominical de Osa, Pozo 9 de Los Chiles, Pozo de Alto López, Naciente de Barroeta, Pozos Las Catalinas de Tejar de El Guarco, Pozo de La Guaría del Valle de la Estrella, Pozo de Hone Creek, Pozo de de Palmar Sur Fincas 3, 2-4, 6-11, 12 y 10, Poozos de Palmar Sur Fincas 5, 7 y 8, Pozo en Coto 44, Naciente en Casquillo de San Pablo de León Cortés, Sector Naciente El Rodeo de San Marcos de Tarrazú, Pozo de El Rótulo de La Rita, Pozos de Sagrada Familia, Pozos de Campo Dos de Cariari, Pozo de Mayland de Siquirres, Pozos de Sahara de Batán, Pozos de Larga Distancia de Carrandi, Pozos de Bananito Norte y Sur, Mata de Limón de Gandoca.
-------------------	-------	-----	------	------------------------------	--

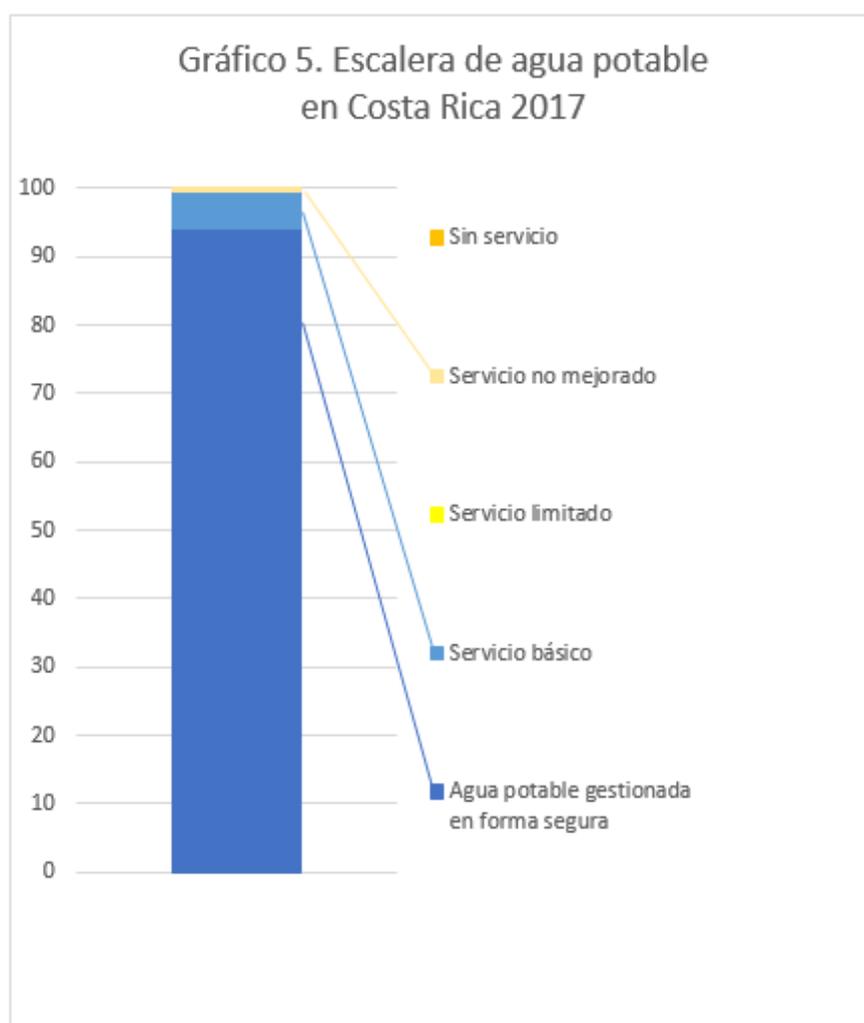
FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

4.1.6 Aplicación de la “Escalera del Agua” potable” en Costa Rica 2017

En la tabla 4 y gráfico 5 muestra la aplicación de la “Escalera del Agua”, de acuerdo a la calidad del agua en Costa Rica durante el año 2017.

**Tabla 4. Aplicación de la “Escalera del Agua” Potable en Costa Rica
Periodo 2017**

Agua potable gestionada de forma Segura	Fuente mejorada ubicada en las instalaciones, “disponible cuando sea necesario”, y libre de contaminación.	94,0%
Servicio básico	Fuentes de agua mejoradas en 30 minutos, incluido ida y vuelta, o en las instalaciones pero con contaminación.	5,6%
Servicio limitado	Fuente de agua mejorada que consigue agua por encima de 30 minutos, incluido ida y vuelta.	0,0%
Servicio no mejorado	Fuente de agua no mejorada que no protege de la contaminación.	0,4%
Sin servicio	Agua superficial.	0,0%



FUENTE: Elaborado por los autores.

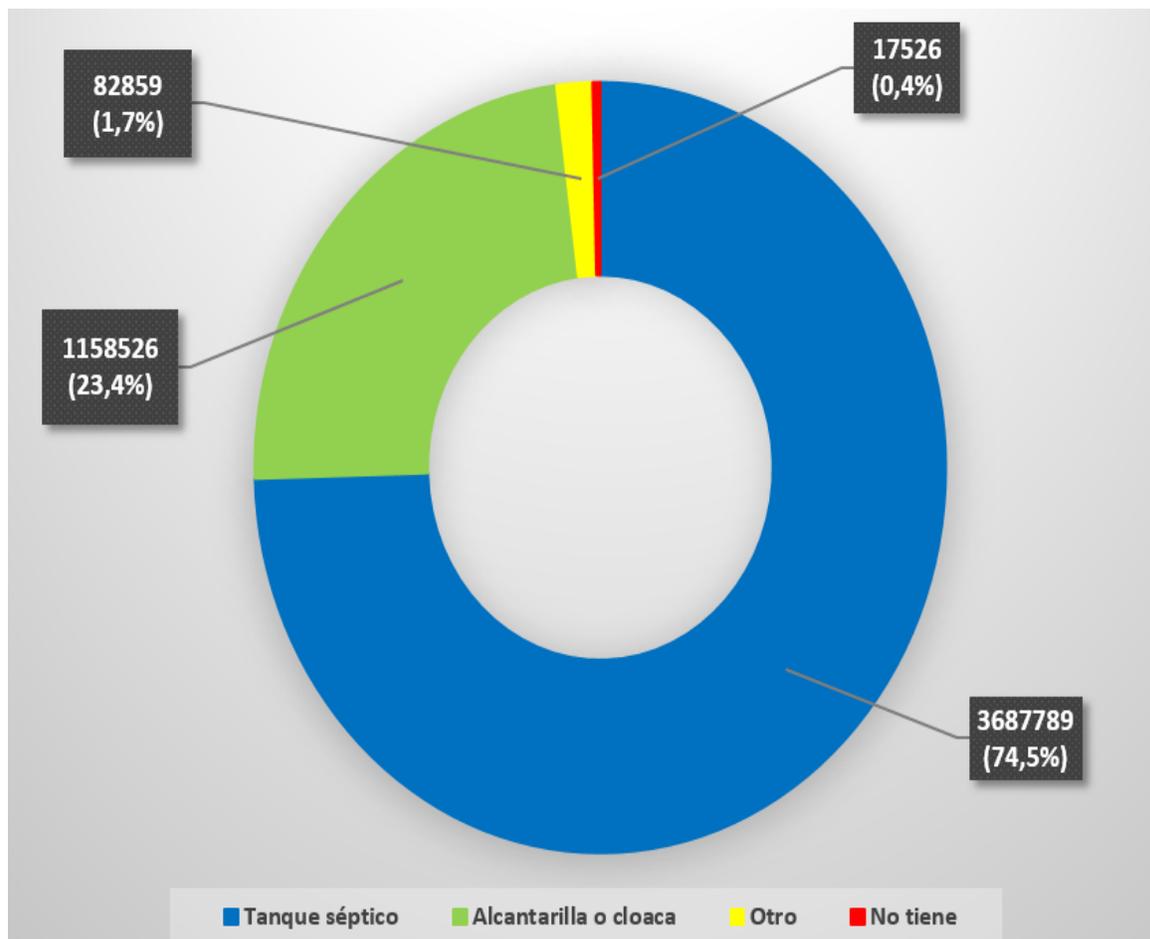
4.2 Evacuación de excretas

4.2.1 Coberturas de disposición de excretas o saneamiento en Costa Rica

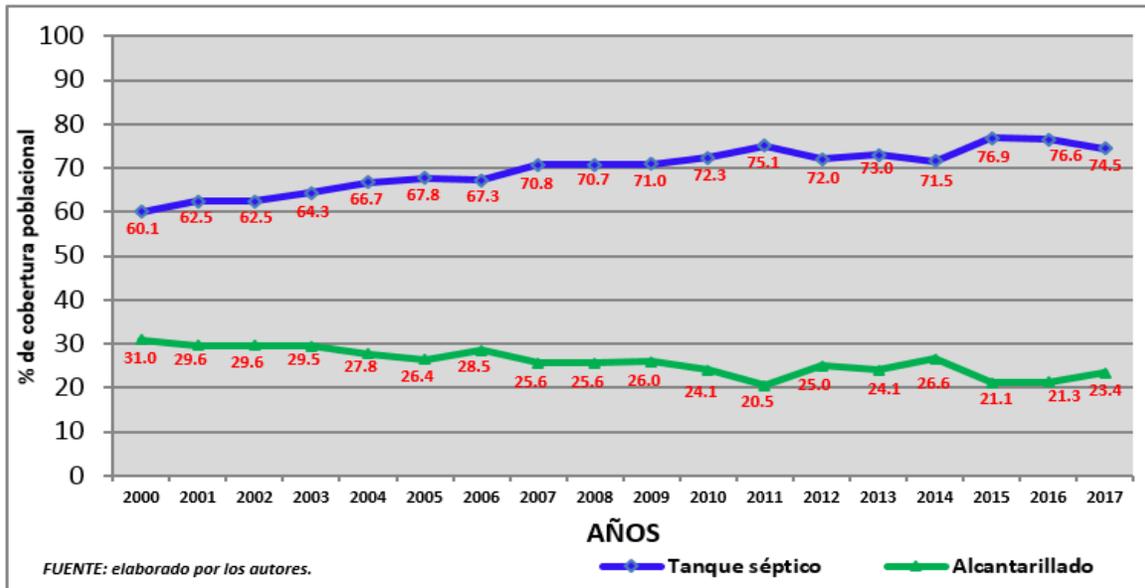
4.2.1.1 Evacuación de excretas en Costa Rica

La información aportada por el INEC, a través de la ENAHO de julio del 2017, permite identificar los tipos de evacuación de excretas utilizados en Costa Rica, a saber “Conectado a tanque séptico”, “Conectado a alcantarilla o cloaca”, “Otro” y “No tiene”. En este sentido, el gráfico 6 permite apreciar los datos obtenidos a nivel nacional. Por su parte, el gráfico 7 muestra el comportamiento comparativo nacional en el uso de alcantarillado sanitario versus el uso del tanque séptico.

Gráfico 6. Cobertura por Sistema de Disposición de Excretas en Costa Rica Periodo 2017



**Gráfico 7. Cobertura por Sistema de Disposición de Excretas en Costa Rica
Periodo 2017**

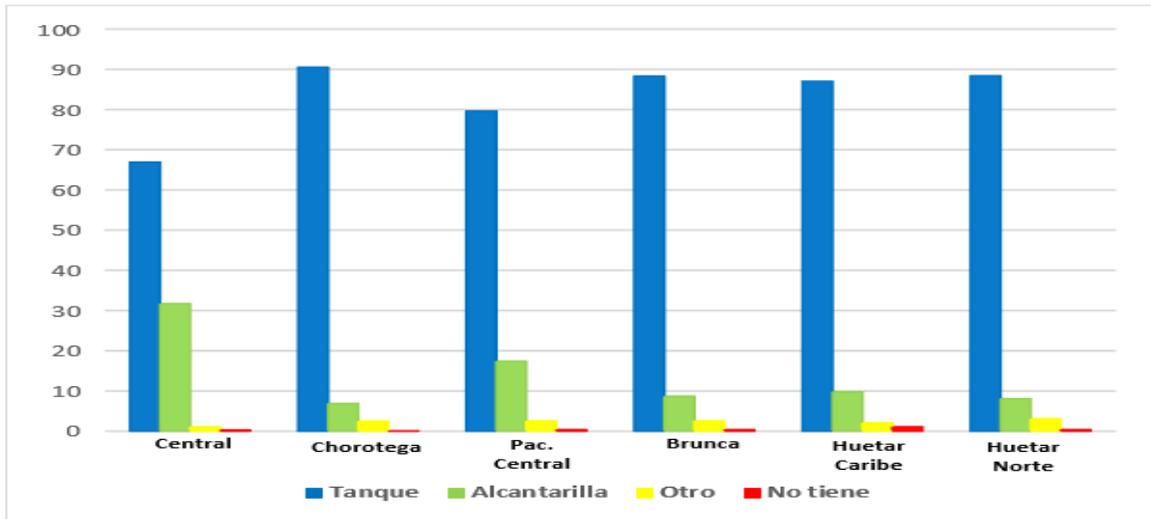


Los datos permiten identificar que la cobertura nacional con algún sistema de disposición adecuada de excretas (DAE), para el año 2017, es de 99,6%, y solamente el 0,4% de la población defeca a cielo abierto. Por otra parte, sigue manteniendo hegemonía el uso de tanque séptico sobre el alcantarillado, con un 74,5% en el primer caso y 23,4% en el segundo.

4.2.1.2 Evacuación de excretas por región programática

No obstante, estos alentadores datos, el gráfico 8 muestra el tipo de sistema para disponer las excretas distribuido por región programática. Logra evidenciarse un impacto importante en la región Central por la implementación del “Programa de Saneamiento del Área Metropolitana”, actualmente en ejecución por parte de AyA, en donde el uso de alcantarillado sobrepasa levemente el 30%, disminuyendo el uso de tanque séptico a menos de un 70%. En las restantes cinco regiones (Chorotega, Pacífico Central, Brunca, Huetar Caribe y Huetar Norte) se mantiene el comportamiento inverso, debido a que el uso de tanques sépticos sobrepasa el 75% en todos los casos.

Gráfico 8. Tipo de Disposición de Excretas por Región Programática de Costa Rica en el Año 2017



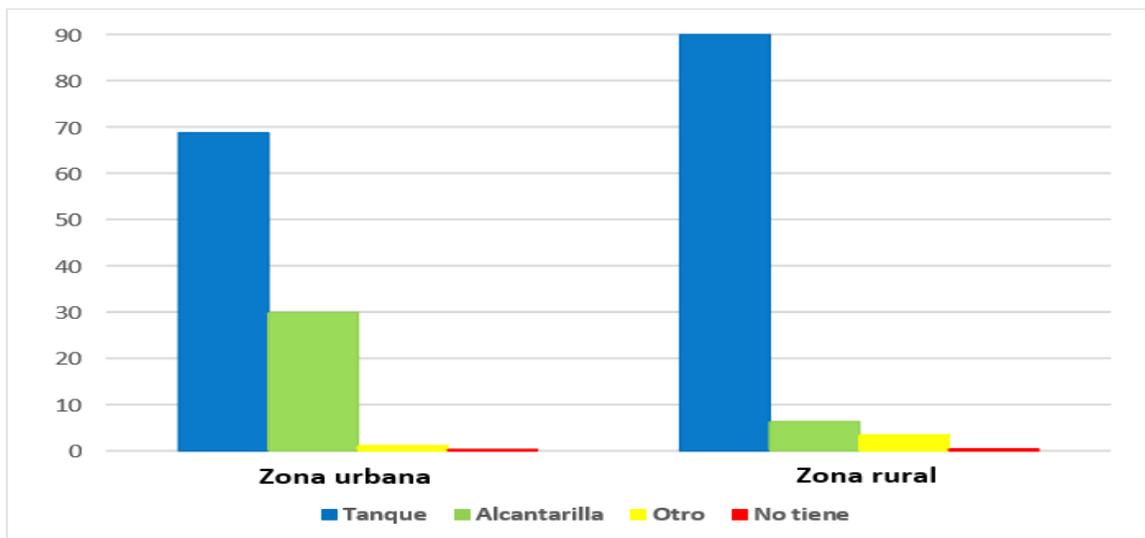
FUENTE: Elaborado por los autores.

Es importante resaltar que la Región Huetar Caribe es la zona que presenta el mayor dato en cuanto a la defecación a cielo abierto, alcanzando un 1,1%; esto contrasta y llama la atención al realizar una comparación con las demás regiones, en donde el registro no sobrepasa el 0,4%.

4.2.1.3 Evacuación de excretas por zona urbana y rural

El gráfico 9 nos muestra el tipo de disposición de excretas en las zonas urbana y rural de Costa Rica, durante el año 2017.

Gráfico 9. Tipo de Disposición de Excretas por Zonas Urbana y Rural de Costa Rica en el Año 2017



FUENTE: Elaborado por los autores.

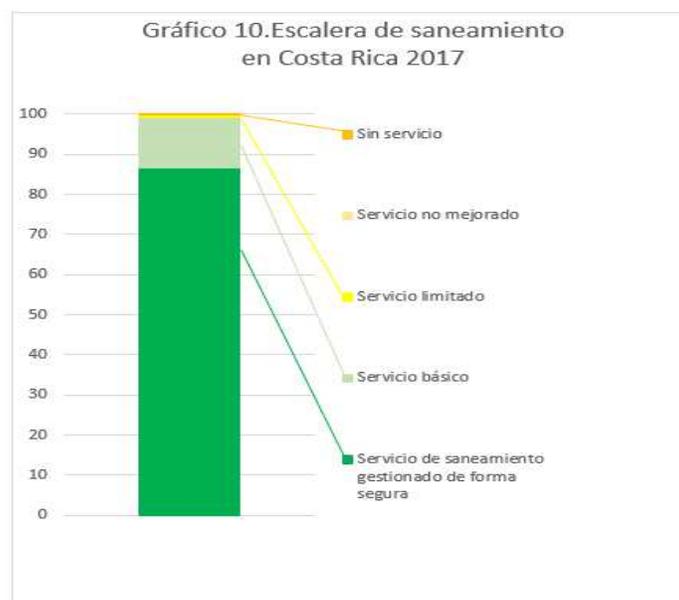
Llama la atención la prevalencia en el uso de tanques sépticos en la zona rural. Lo anterior se debe a dos situaciones; la primera al aporte en la cobertura por la implementación y puesta en operación de la Planta de Aguas Residuales de “Los Tajos”, como principal respuesta al “Programa de Saneamiento del Área Metropolitana”; en un segundo plano, a la ausencia de proyectos de tratamiento de aguas residuales diferentes al tanque séptico, sean estos estatales o locales a través de las municipalidades. Esta situación resulta lógica, si se considera que este tipo de infraestructura contiene un matiz poco beneficioso políticamente.

4.2.2 Aplicación de la “Escalera del Saneamiento” en Costa Rica 2017

La tabla 5 y gráfico 10 presentan la aplicación de la “Escalera del Saneamiento”, de acuerdo con la clasificación establecida por la UNICEF/OMS.

**Tabla 5. Aplicación de la “Escalera del Saneamiento” en Costa Rica
Periodo 2017**

Servicio de saneamiento gestionado de forma Segura	Instalaciones privadas mejoradas donde los desechos fecales se depositan en un sitio de manera segura o se transportan y se tratan fuera del lugar, además de un lavado de manos con agua y jabón.	86,7%
Servicio básico	Instalaciones privadas mejoradas que separan el excremento del contacto humano.	12,5%
Servicio limitado	Instalaciones mejoradas compartidas con otros hogares.	0,5%
Servicio no mejorado	Instalaciones no mejoradas que no separan las excretas del contacto humano.	0,0%
Sin servicio	Defecación al aire libre.	0,3%



FUENTE: Elaborado por los autores.

4.3 Agua en centros de educación

En concordancia con el orden de los objetivos específicos y la respectiva metodología, a continuación, se presentan los resultados de este estudio:

4.3.1 Estimación y aplicación de la “Escalera de Agua” potable en centros educativos en Costa Rica 2017

La estimación de la aplicación de la escalera del agua potable en Centros Educativos en Costa Rica, se realiza con los datos de calidad del agua potable del LNA y los datos aportados por el MEP en el año 2017, y se presenta a través de la tabla 6 y el gráfico 11.

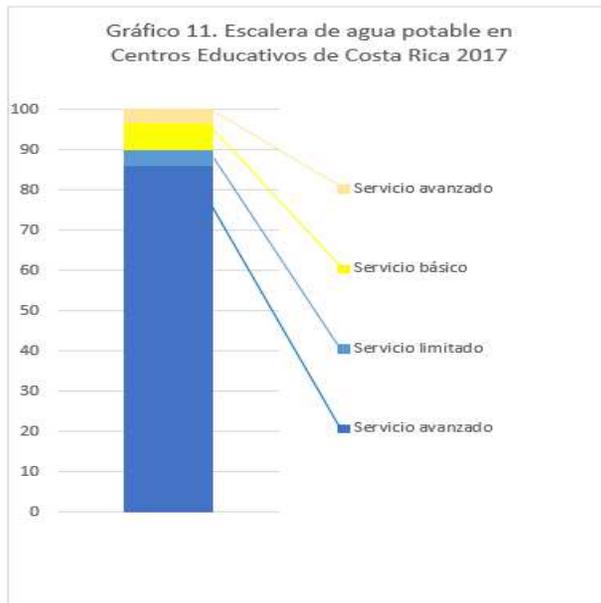
Tabla 6. Aplicación de la “Escalera de Agua Potable” en Centros Educativos Públicos: 2017

Nivel de servicio	Definición	Cobertura por cañería 2017	Calidad microbiológica	Cobertura del país por cañería y otras fuentes
Servicio Avanzado	Debe definirse a nivel nacional (por ejemplo, el agua está disponible cuando se necesita, está accesible para todos, libre de contaminación, etc).	82,2%	95,9% (potable)	86,0% * (potable)
Servicio Básico	Se dispone de agua procedente de una fuente mejorada en centros educativos	ND	4,1 (por cañería)	4,1
Servicio Limitado	Existe una fuente mejorada, pero el agua no está disponible en el momento de realizar la encuesta.	---	ND	6,7 (pozos)
Sin servicio	Ausencia de fuente de agua o presencia de una fuente no mejorada.	---	ND	1,3 % 9,0 (Ríos) 0,8 (otros)
Total del país		82,2	100%	100%

*Corresponde al cálculo del 95,9% (“Calidad microbiológica”) al dato de “Cobertura por cañería 2017”.

ND: no determinado.

FUENTE: elaborado por los autores.



FUENTE: elaborado por los autores.

4.3.2 Propuesta de metas para el mejoramiento de la calidad del agua en centros educativos en Costa Rica

Con fundamento a la línea base obtenida en el 2017 de la Escalera del Agua Potable, se propone avanzar en el escalón de “Servicio Avanzado” de 86% a 95% en el 2022 y a 99% en el 2030. Estas metas son concordantes con las metas de acceso a agua potable a nivel nacional en Costa Rica, en ambos periodos.

4.4 Agua en centros de salud 2017

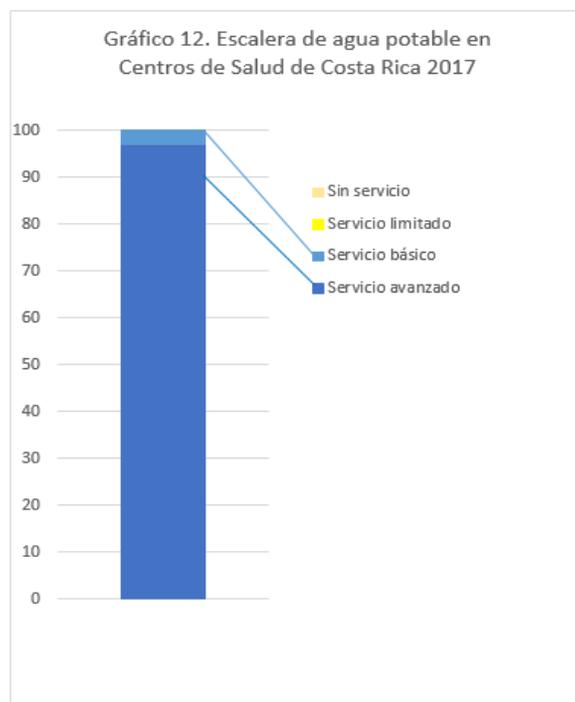
4.4.1 Aplicación de la “Escalera de Agua Potable” a los resultados microbiológicos en centros de salud

En la tabla 7 y gráfico 12 se presenta la aplicación de la “Escalera del Agua Potable”, con respecto a los resultados microbiológicos de análisis realizados en centros de salud de Costa Rica.

Tabla 7. Aplicación de la “Escalera del Agua” en las aguas de entrada de los Centros de Salud de Costa Rica

Servicio avanzado	Acceso a agua disponible cuando se necesita, accesible para todos sin contaminación fecal y sustancias	% Cobertura sin contaminación fecal y <i>Pseudomona aeruginosa</i> , y sustancias químicas tóxicas	97% de aguas de entrada sin contaminación microbiológica
Servicio Básico	Se dispone de agua procedente de una fuente mejorada en las instalaciones pero, con contaminación microbiológica	% de cobertura de agua con contaminación microbiológica	3%
Servicio Limitado	Existe una fuente mejorada pero no se encuentra en....	% de cobertura	0%
Sin servicio	Ausencia de fuente de agua disponible o presencia de una fuente mejorada	% de cobertura	0%

FUENTE: LNA, elaborado por los autores.



FUENTE: LNA, elaborado por los autores.

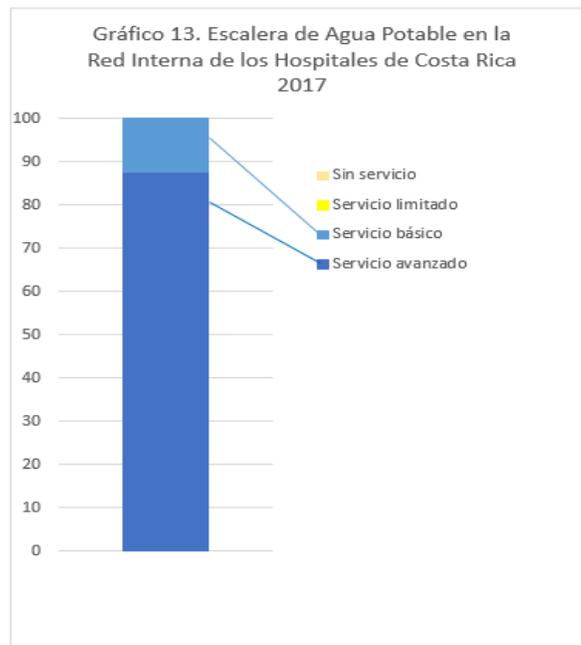
4.4.2 Aplicación de la “Escalera de Agua Potable” a los resultados microbiológicos en el interior de los hospitales de Costa Rica

En la tabla 8 y gráfico 13 se presenta la aplicación de la “Escalera del Agua Potable”, con respecto a los resultados microbiológicos de análisis realizados en el interior de los hospitales de salud de Costa Rica.

Tabla 8. Aplicación de la “Escalera del Agua” en las aguas en el interior de los hospitales de Costa Rica 2017

Servicio avanzado	Acceso a agua disponible cuando se necesita, accesible para todos sin contaminación fecal y sustancias	% Cobertura sin contaminación fecal y <i>Pseudomona aeruginosa</i> , y sustancias químicas tóxicas	87,5% de aguas internas sin contaminación microbiológica
Servicio Básico	Se dispone de agua procedente de una fuente mejorada en las instalaciones pero, con contaminación microbiológica	% de cobertura de agua con contaminación microbiológica	12,5%
Servicio Limitado	Existe una fuente mejorada pero no se encuentra en....	% de cobertura	0%
Sin servicio	Ausencia de fuente de agua disponible o presencia de una fuente mejorada	% de cobertura	0%

FUENTE: LNA, elaborado por los autores.



FUENTE: LNA, elaborado por los autores.

4.4.3 Propuesta de metas para el mejoramiento de la calidad del agua en centros de salud en Costa Rica

Con estos datos línea base de cobertura de calidad del ACH en centros de salud de Costa Rica, se proponen las siguientes metas:

- Ampliar a 100% la participación de los hospitales en el Programa Sello de Calidad Sanitaria, aumentando las inscripciones a 80% en el 2022 y 100% en el 2030.

- Ampliar la participación de los hospitales, clínicas y áreas rectoras de Salud en la categoría de “Salud Comunitaria” en un 30% para el 2022 y un 60% para el 2030.
- Sobrepassar la cobertura de agua con calidad potable en centros de salud a un 99% en el 2022 y 100% en el 2030, y en el agua intrahospitalaria a un 95% y 100%, respectivamente.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desarrollo de este estudio permite emitir las siguientes conclusiones y recomendaciones.

5.1 Conclusiones

- Costa Rica presenta al año 2017 una cobertura de 99,6% con agua por cañería, de la cual el 93,9% es de calidad potable.
- Por ente operador, AyA cubrió al 47,0% de la población de Costa Rica con un 99,0% de potabilidad; las municipalidades abarcaron el 12,6% de la población con un 95,2% de la potabilidad; la ESPH cubre el 4,6% de la población del país, y el 100% recibió agua de calidad potable; las ASADAS y CAAR´s abastecen el 31,9% de la población, con un 85,1% de cobertura con agua de calidad potable.
- Durante el año 2017 se evaluó un total de 2.678 acueductos, de los cuales 2.074 (77,4%) abastecieron agua de calidad potable y 604 (22,6%) agua no potable.
- El 73,6% de la población que reside en Costa Rica recibe agua sometida a programas de control de calidad, mientras que el 88,8% es abastecida con agua sometida a tratamiento y/o desinfección.
- Para el abastecimiento de ACH en Costa Rica, se utilizan 5.270 fuentes de agua, de las cuales 1.247 son pozos, 3.661 nacientes y 362 son aguas superficiales.
- Entre los años 2000 y 2017 la evolución de la calidad del agua de calidad potable, por ente operador, en el AyA pasó de 91,1% a 99,0%, las municipalidades-ESPH pasaron de 64% a 96,2%, y los acueductos rurales de 51% a 85,1% en el mismo periodo de tiempo. En resumen, Costa Rica pasó de

un abastecimiento con agua de calidad potable de 76,0% a 93,9% entre los años 2000 y 2017.

- El análisis de los episodios de contaminación química, tanto de origen antropogénico como natural, demuestran que en los últimos años se han incrementado las emergencias con la presencia de contaminantes químicos en el agua, como hidrocarburos, plaguicidas, nitratos, calcio, arsénico, aluminio, hierro y magnesio, propios de un país en vías de desarrollo.
- La aplicación de la “Escalera del agua” en la calidad del ACH, indica que el 94,0% recibe “Agua gestionada en forma segura”, el 5,6% recibe “Servicio básico” y el 0,4% “Servicio no mejorado”.
- En cuanto a la evacuación de excretas en Costa Rica, el 74,5% de la población (3.687.789 habitantes) desechan sus aguas residuales a través de tanques sépticos, el 23,4% (1.158.526 habitantes) por alcantarillado, el 1,7% (82.859 habitantes) por otros sistemas y 0,4% (17.526 habitantes) no cuentan con servicio y defecan a cielo abierto.
- Continúa prevaleciendo el uso de tanque séptico sobre el alcantarillado sanitario para desechar las aguas residuales en Costa Rica en el año 2017, con un 74,5% y un 23,4%, respectivamente.
- La Región Huetar Caribe presenta el mayor dato de defecación a cielo abierto, con un 1,1% de la población, dato que contrasta con el registro de las demás regiones programáticas que no sobrepasan el 0,4%.
- La situación nacional se refleja de igual manera a nivel de zonas urbana y rural, con una amplia prevalencia en el uso de tanques sépticos como alternativa principal de disposición de las aguas residuales.
- La “Escalera del saneamiento” indica que el 86,7% de la población califica como “Servicio gestionado de forma segura”, el 12,5% como “Servicio básico”, el 0,5% como “Servicio limitado” y 0,3% “Sin servicio”.
- La evaluación del ACH en los centros educativos del país, en conjunto con la aplicación de la “Escalera del agua”, indican que el 86,0% de los centros educativos tienen un “Servicio avanzado”, 4,1% cuentan con “Servicio básico”, 6,7% “Servicio limitado” y 1,3% se califican como “Sin servicio”. Las metas a alcanzar consisten en lograr un 95% y un 99% de cobertura con “Servicio avanzado” para los años 2022 y 2030, respectivamente.

- El agua de entrada a los centros de salud, y con el ajuste y aplicación de igual manera de la “Escalera del agua”, se concluye que el 97% de los centros de salud reciben “Servicio avanzado” y 3,0% “Servicio básico. Con respecto a la evaluación de la calidad del agua al interior de los centros de salud, los datos indican que el 87,5% tiene “Servicio avanzado” y 12,5% “Servicio básico”. Las metas a alcanzar consisten en lograr un 99% y un 100% de cobertura con “Servicio avanzado” para los años 2022 y 2030, respectivamente.

5.2 Recomendaciones

- 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 LATINOSAN ⁽¹⁹⁾.
- 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 2018.
- 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” ⁽²⁰⁾.
- Los PNMSCSAP y el PNMAAR 2017-2030 deberían ponerse en práctica mediante planes de acción y modelos de seguimiento realistas, definiendo las metas a alcanzar tanto en los servicios de agua potable como en los de saneamiento en aguas residuales en el país, en el marco de las políticas nacionales de agua potable ⁽²¹⁾ y saneamiento en aguas residuales ⁽²²⁾. Dichos planes de acción deberían tener un continuo y persistente fortalecimiento del eje transversal de la cultura en la población sobre el agua y el saneamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Darner a. Mora; Carlos F. Portuguez. *Situación actual del agua para consumo humano y las aguas residuales en Costa Rica*. San José. Costa Rica. Revista Biocenosis, UNED, volumen 2, N°16; 1991: PÁG 74-80.
2. Darner A. Mora, Carlos F. Potuguez. *Situación de cobertura y calidad del agua para consumo humano en Costa Rica a finales del año 2000*. La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas; AyA; abril 2001; sp.
3. Darner A. Mora, Ana Mata Solano, Carlos F. Portuguez. *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*. La Unión, Cartago, LNA; 2016: pág 1-34.
4. Darner A. Mora, carlos F. Portuguez. *Agua para Consumo Humano*. La Unión, Cartago; 2017: pág 1-24.
5. UNICEF/OMS. *Agua potable gestionada en forma segura*. Nueva York, EUA; 2017: pág 1-53.
6. Organización Mundial de las Naciones Unidas. *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Documento en línea. [www.undp.org>content>undp>home](http://www.undp.org/content/undp/home).
7. Léo Heller. *Saneamiento y Salud*. Brasilia. OPS/OMS; 1997: pág. 1-83.
8. Hazel J. Roed R. *Water and sanitation for disabled people and other vulnerable groups-designing services to improne accessibility lo ughbo vough (Reino Unido)* *Water*. Engineering and Development Centre (disponible en: http: under, lboro.ac.uk; 2005: sp.
9. Diaz L. Savape G. *Risks and costs associated with the management of infections wastes*. Manila. Organization Mundial de la Salud (oficina Regional para el Pacifico Occidental) (disponible en http: wpro.who.int/publications); 2003; sp.
10. Laboratorio Nacional de Aguas. *Programa de Vigilancia y Control de Calidad del Agua para Consumo Humano*. La Unión, Cartago, LNA: 2004; sp.
11. Darner A. Mora, Arcelio Chavez. *Programa Bandera Azul Ecológica*. San José, Costa Rica. Campo Directo K.C.S.A; 2011: Pág. 1-85.
12. Laboratorio Nacional de Aguas. *Calidad del Agua para Consumo Humano en Centros Educativos en Costa Rica: 2004-2007*. La Unión, costa Rica; 2009: sp.
13. Laboratorio Nacional de Aguas. *Programa Sello de Calidad Sanitaria*. Categoría de Establecimientos de Salud 2017. La Unión, Cartago, Costa Rica; 2017; pág. 1-12.
14. Darner A. Mora, Carlos F. Portuguez. *Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable: 2017-2030*; 2017: sp.

15. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. *Encuesta Nacional de Hogares 2017*. San José, Costa Rica; INEC; julio 2017; sp.
16. Área de Estadísticas. *Número de Camas Según Red de Servicios y Establecimiento de Salud*. San José, Costa Rica; C.C.S.S.; 2017.
17. Betzabel Arias. *Inventario de fuentes contaminadas con aluminio, hierro y manganeso en Costa Rica: 2013-2016*. Diciembre 2017; pág. 1-47.
18. Darner Mora; Pablo Rivera; Flora Acuña; Felipe Portuquez. *Informe sobre la Calidad del Agua en Centros Educativos para el Periodo 2004-2017*. Laboratorio Nacional de Aguas-AyA; LaUnión, Cartago; 2018.
19. IV Conferencia Latinosan. *Agenda Establecimiento del Observatorio en Agua Potable y Saneamiento*. Lima, Perú-9 al 15 de marzo; 2016.
20. 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.
21. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. *Política Nacional para el Subsector de Agua Potable de Costa Rica 2017 – 2030*. / Comisión Interinstitucional. San José, Costa Rica. AyA: 2016.
22. AyA, MINAE y MS. *Política Nacional de Saneamiento en Aguas Residuales 2016-2045*, AyA-MINAE-MS – Primera edición – San José, Costa Rica; 2016.