



# DECIMOSEXTO INFORME ESTADO DE LA NACIÓN EN DESARROLLO HUMANO SOSTENIBLE

## Informe Final

### Situación de Potabilización y Saneamiento en Costa Rica

*Investigador:*  
M.Sc. Ana Lorena Arias Zúñiga



**Nota:** El contenido de esta ponencia es responsabilidad del autor. El texto y las cifras de las ponencias pueden diferir de lo publicado en el Decimocuarto Informe sobre el Estado de la Nación en el tema respectivo, debido a revisiones posteriores y consultas. En caso de encontrarse diferencia entre ambas fuentes, prevalecen las publicadas en el Informe.

## Indice

Resumen Ejecutivo.....	3
Introducción .....	5
1. Agua Potable .....	7
A. Sistemas de Acueductos y Potabilización .....	8
1. Riesgos de Contaminación de fuentes de agua potable.....	12
2. Inversión en Proyectos de Agua potable .....	13
2. Saneamiento.....	15
a. Alcantarillado Sanitario .....	15
b. Tratamiento de Aguas Residuales.....	18
3. Agua virtual .....	26
a. Capacidad Autodepuradora de Ríos-Casos de Estudio .....	28
Desafíos .....	33
Bibliografía.....	35

## Indice de Cuadros

Cuadro No 1: Cobertura de agua potable en función del ente operador (2006-2009).....	8
Cuadro No 2: Porcentaje de población abastecida con agua de calidad potable y agua sometida a control de calidad en relación con el tiempo (2003-2009) .....	9
Cuadro No 3: Fuente de obtención del servicio de agua potable (2008) .....	9
Cuadro No 4: Riesgos de contaminantes en las plantas potabilizadoras en los últimos años.....	13
Cuadro 5: Disposición de aguas residuales del servicio sanitario (2010) .....	16
Cuadro No 6: Estudio de Coliformes Totales y Fecales en la comunidad de San Martín.....	25
Cuadro No 7: Agua requerida para procesar diferentes bienes de consumo.....	27
Cuadro No 8: Precio del agua según ente productor .....	27

## Indice de Figuras

Figura 1: Población con agua potable en el país. Fuente Estudio Socioeconómico de Costa Rica, 2010 .....	10
Figura 2: Población con agua clorada por cantón, ProDUS, 2010.....	12
Figura 3: Cobertura de Alcantarillado Sanitario en Costa Rica, ProDUS (2010)	21

Figura 4: Principales fuentes de contaminación de acuíferos, Trejos, 2007 .....	24
Figura 5: Vulnerabilidad Hidrogeológica de SENARA, ProDUS, 2009.....	25
Figura 6: Ficha técnica utilizada en estudio de Pococí (Trejos, 2007) .....	26
Figura No 7: Modelación para la condición crítica de verano con el vertido reportado por las industrias.....	31
Figura 8: Curva de OD para descargas en el límite permisible del reglamento de vertido. En la realidad la mayoría de industrias supera el límite establecido. ...	32

## Resumen Ejecutivo

Este documento menciona los aspectos fundamentales de lo actuado en el país en los últimos años en materia de agua potable y aguas residuales. Se hace particular énfasis en el servicio de acueductos y alcantarillados. Este año se mencionan también las opciones de tratamiento de aguas residuales disponibles.

El capítulo se ha dividido en cuatro temas importantes. Primero se abarca el tema de agua potable, dándose énfasis al tema de acueductos y tratamiento del agua, seguido de riesgos de contaminación y finalmente se habla de la inversión en tema de potabilización. El segundo gran tema está relacionado con el saneamiento, dando énfasis al tema de alcantarillado, seguido del tema de tratamiento de efluentes, donde se hace una mención específica al tema de tanques sépticos y la problemática que ha tenido en país en los últimos años. El tema tres tiene que ver con el uso del agua pero desde un punto de vista virtual y finalmente se presenta un estudio de casos, relacionados con la modelación de contaminantes en los cauces de los ríos Siquiara y Quebrada Honda.

El país ha tenido un desarrollo importante en el tema de potabilización. Se sigue invirtiendo menos de lo previsto, pero las obras se han mantenido. El país sigue refiriéndose a agua potable en términos de presencia o ausencia de microorganismos patógenos, aunque está listo para dar un salto y caracterizar un agua como potable siempre que no tenga sustancias peligrosas para la salud, debería entonces realizarse de manera rutinaria análisis de metales, plaguicidas, trihalometanos y otros compuestos que son indicadores del riesgo que ésta puede presentar a la población.

Los principales conflictos por el recurso hídrico que afectan o podrían afectar el abastecimiento de agua potable son el desperdicio del recurso, falta de adecuado control del consumo de agua, contaminación de fuentes superficiales y subterráneas, impermeabilización de áreas de recarga. A nivel doméstico se tienen altos índices de consumo, muchas zonas sin medición de consumo, el cobro de las tarifas incentiva el alto consumo del agua, y hay una gran cantidad de explotaciones ilegales. Falta protección a las fuentes de agua potable.

Es necesario colocar más medidores para determinar demandas futuras del recurso, se debe promover el uso de tarifas que fomenten el ahorro, no hay estímulo para el uso de accesorios de bajo consumo, se deben eliminar las fugas y conexiones ilícitas (By pass al medidor), mejorar el registro de usuarios que consumen agua desde pozos.

En términos de aguas residuales los esfuerzos no han sido suficientes. El servicio de alcantarillado sigue siendo deficiente y la cantidad de plantas de tratamiento en funcionamiento sigue siendo inferior a 3,5%. Se sigue utilizando el tanque séptico como primera opción en el tratamiento de efluentes domiciliarios, con el riesgo de contaminación de acuíferos.

Para resolver el problema es necesario poner a funcionar de manera correcta las plantas de tratamiento de aguas residuales, cumpliendo con el reglamento de vertido

y reuso de aguas. Y el diseño de tanques sépticos debe ser acorde con las necesidades de los usuarios.

Es necesario determinar áreas de recarga de acuíferos y establecer un plan nacional de protección de dichas áreas. A fin de evitar la contaminación futura del agua que se consumirá.

Seguimos utilizando mucha agua si consideramos el agua que consumimos a través de los bienes de mercado, lo que en los últimos años ha sido denominado agua virtual.

Finalmente en el documento se exponen dos casos de estudio que muestran por qué el reglamento de vertido, considerando se cumpliera completamente, tampoco es suficiente para mejorar la calidad del agua de los ríos. Aun no se ha considerado la capacidad autodepuradora de los cuerpos de agua, de ahí que muchos cuerpos de agua no puedan manejar la carga contaminante que se les vierte y se conviertan en focos de generación de molestias para las comunidades que atraviesan como malos olores, anaerobiosis y pérdida de la vida acuática.

## **Introducción**

Vivimos en un país privilegiado; basta abrir un grifo y saciamos nuestra sed, muy lejos de una realidad mundial en donde cerca de 900 millones de personas no tienen acceso al agua potable. Cerca de 2500 millones de personas ni siquiera disponen de medios adecuados para eliminar los desechos líquidos. Se estima que para el año 2025, aproximadamente 5.3 billones de personas tendrán racionamientos de agua potable en el mundo. En muchos países del mundo los ríos se han convertido en cloacas a cielo abierto. En Costa Rica la mayoría de la población cuenta con servicio sanitario y en muy pocos casos con letrina sanitaria; lo que nos aleja de los 3,3 millones de personas; especialmente niños, que mueren anualmente por carecer de infraestructura sanitaria. Sin embargo, en el país desde hace varias décadas no se realizan inversiones en infraestructura sanitaria, lo que nos coloca en nivel de alerta. Ante este problema, se ha difundido el uso de sistemas de infiltración de aguas utilizando el suelo como sistema de recepción de contaminantes, lo que ha puesto en riesgo muchos acuíferos.

Los peligros de que la contaminación de agua subterránea aflore, alcanzando el nivel del río, es un fenómeno normalmente ignorado. El agua subterránea, con su lento movimiento, acarrea contaminantes que han sido enterrados. La sobre explotación de acuíferos también debería llamar la atención; sin embargo, tanto a nivel privado como público, las ganancias a corto plazo, la ambición y la simplicidad en la solución de problemas tiene la curiosa habilidad de cegarnos para un análisis más integral y a largo plazo. La contaminación de acuíferos no se resuelve de la noche a la mañana, este es un problema cuya solución podría tomar décadas.

Como resultado del estilo de vida que lleva la población, se utiliza agua en exceso. De ahí que en los últimos años se haya puesto restricciones a la capacidad de explotación del recurso en diferentes actividades humanas, entre ellas la irrigación. Razón por la que países como China hayan decidido cambiar productos como el

trigo por maíz. Productos que si bien es cierto consumen una cantidad menor de agua, también es cierto que germinan y crecen con un rendimiento menor. De ahí que China, por primera vez en su larga historia esté importando “agua virtual” en forma de bienes de consumo.

Bangladesh es otro ejemplo que debe llamar la atención. Este país se ha caracterizado por ser uno de los más húmedos del mundo. Irrigado por los ríos Ganges y Brahmaputra, el agua en Bangladesh es en su mayoría de fuentes superficiales, lo que la hace vulnerable a la contaminación industrial y doméstica. Se ha presentado en los últimos años diferentes enfermedades, entre ellas el cólera. Naciones Unidas consideró que la solución era utilizar agua subterránea. Se construyeron pozos profundos que suplían las necesidades de la población a fin de evitar que consumieran el uso de agua superficial. Desafortunadamente no se realizaron análisis físico-químicos al agua. No fue sino hasta que la comunidad de Bangladesh enfermó que se realizaron análisis completos al agua, encontrándose masivas cantidades de arsénico que poco a poco había estado envenenando a la población.

Costa Rica no ha estado exenta de esta problemática. En los últimos veinte años, la población aumentó en casi el 50%, esto representa casi un millón y medio más de habitantes, la mayoría en el Área Metropolitana. De acuerdo con Araya y Delgado, (2006) “más personas viven hoy en zonas urbanas que en zonas rurales, y quienes viven en estas últimas trabajan más en el comercio y los servicios que en la agricultura. En pocos años el turismo se convirtió en el principal generador de divisas. La economía es más abierta, la inversión extranjera directa y las exportaciones se multiplicaron, y la producción se diversificó como nunca antes en la historia; aunque sin generar suficientes empleos de calidad. Se logró controlar el proceso de deforestación, y en la actualidad el porcentaje del territorio nacional con cobertura forestal es mayor que en 1990, pero la contaminación del agua alcanza niveles alarmantes”.

Costa Rica presenta una gran riqueza hídrica; sin embargo, la carencia de infraestructura sanitaria ha hecho que muchos de nuestros ríos se ubiquen dentro de los más contaminados a nivel centroamericano, el río Grande de Tárcoles recibe 3,2 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales sin tratar sólo provenientes de una parte del área metropolitana (Agüero, 2007). A más de diez años de la entrada en vigencia del reglamento de vertido y reuso de aguas residuales, se ha buscado disminuir la cantidad de contaminantes que llegan directamente a los ríos. Sin embargo, un marco legal que no se acompaña de seguimiento y control, así como de la construcción de infraestructura básica, por si sólo no es suficiente. No se puede decir que las últimas décadas han sido perdidas o menguadas en infraestructura de saneamiento, se puede decir que han sido décadas en donde los esfuerzos han sido insuficientes.

La contaminación de las fuentes superficiales es solamente una parte del problema, la mayoría de la contaminación sigue enterrándose. Más del 60% del agua para consumo humano y más del 36% de la de uso industrial se obtiene de fuentes subterráneas. Este hecho, unido al uso generalizado de tanques sépticos y sumado al vertido sin tratar de aguas residuales a los cauces, termina por producir en el largo plazo contaminación por nitratos en los mantos acuíferos. A manera de

ejemplo, en los ríos Torres, Rivera, María Aguilar, Tiribí entre otros, se vierten diariamente y sin tratamiento las aguas residuales recolectadas por redes de alcantarillado sanitario de la ciudad y urbanizaciones de San José. Otro caso se presenta en Pococí, donde muchos pozos de uso doméstico se ubican a pocos metros del tanque séptico y del drenaje de la vivienda, lo que añade un problema al agua que consume la población pues en el 100% de las muestras se midieron Coliformes Fecales. De forma tal que el estado de los acuíferos se desconoce en gran medida, pues la información que se posee sobre los acuíferos es insuficiente. Sólo se han comenzado a detectar niveles altos de nitratos en aguas del acuífero Barva, y se presume una condición de vulnerabilidad del Colima Superior (Araya y Delgado, 2006).

Las últimas plantas de tratamiento de aguas residuales para ciudades se construyeron en los años 20's y 30's del siglo pasado en las principales ciudades del país (Heredia, Alajuela, San José y Cartago), desde entonces no se construye nueva infraestructura de gran envergadura para el saneamiento ambiental. El primer paso para la gestión efectiva del saneamiento de una población en general, consiste en la recolección y conducción de las aguas residuales desde los diversos puntos en que esta se origina: viviendas, comercio, industrias, Instituciones del Gobierno, Hospitales, Escuelas, etc., con el fin de mejorar las condiciones de salud pública en las áreas urbanas y causar el menor impacto posible en los ecosistemas que las reciben.

Se hace necesario un análisis más integral de los problemas de potabilización y saneamiento, nuevamente se debe considerar la cuenca como unidad de análisis, siguiendo un enfoque sistémico, lejos de un estudio separado de cada uno de los componentes. Se requiere que las instituciones unan esfuerzos para la solución de los problemas que finalmente afectan a todos los ciudadanos, con un mayor compromiso de parte de cada uno de los actores participantes, compromiso que implique devolver a la naturaleza los recursos de la forma en que fueron consumidos inicialmente.

## 1. Agua Potable

De acuerdo con el Reglamento de Calidad del Agua Potable, la misma se define como “toda agua que, empleada para la ingesta humana, no causa daño a la salud y cumple con las disposiciones de valores recomendables o máximos admisibles estéticos, organolépticos, físicos, químicos, biológicos y microbiológicos emitidos mediante el presente reglamento y que al ser consumida por la población no causa daño a la salud”.

El reglamento establece una serie de parámetros físico, químicos, biológicos, y microbiológicos que deben ser cumplidos en función del nivel en que se encuentren, por ejemplo el **Nivel Primero (N1)** corresponde al programa de control operativo para los acueductos rurales que sirvan a una población menor que 10 000 habitantes y cuyo sistema de abastecimiento cuenta con el proceso de desinfección. Las mediciones y controles son: olor, sabor y cloro residual. Se harán anotaciones de presencia de color y turbiedad en el agua. El **Nivel Segundo (N2)** corresponde al programa de análisis básico, fácilmente ejecutable por cada laboratorio de control

de calidad del agua autorizado. Los parámetros en esta etapa de control son los de N1 más Coliformes fecal, turbiedad, color, conductividad, concentración de iones hidrógeno y temperatura. El **Nivel Tercero (N3)** corresponde al programa de análisis normal y comprende la ejecución de los parámetros de N2 ampliados con: cloruros, dureza, sulfatos, calcio, magnesio, sodio, potasio, zinc, aluminio, cobre, nitratos, nitritos, amonio, hierro, manganeso, fluoruro, sulfuro de hidrógeno, arsénico, cadmio, cianuro, cromo, mercurio, níquel, plomo, antimonio, selenio. Y finalmente, el **Nivel Cuarto (N4)** corresponde a un programa de análisis avanzado del agua potable. Comprende la ejecución de los parámetros de N3, ampliados con sólidos totales disueltos, desinfectantes, sustancias orgánicas (plaguicidas) con significado para la salud, y subproductos de la desinfección.

Se recomienda que todos los acueductos del país cumplan con los parámetros establecidos en el nivel 1, los parámetros del nivel N2 se deberán realizar para acueductos que abastezcan más de 10,000 habitantes y los parámetros del nivel 3 para acueductos cuya población de servicio sea de más de 50,000 habitantes.

El problema es que en las zonas rurales donde el acueducto atiende a menos de 10,000 pero donde se usan sustancias orgánicas y pueden generarse bioproductos por la desinfección sólo se analiza hasta el nivel 1. En otras palabras, aún se sigue analizando la potabilidad del agua en función de la presencia o ausencia de coliformes, pero no se consideran otros peligros aún mayores para la población como la presencia de plaguicidas, trihalometanos, o metales pesados.

#### a. Sistemas de Acueductos y Potabilización

En cobertura del agua potable el país ha mejorado en los últimos años, en particular en este último año la cobertura mejoró 83.4% a 87.3%, obteniéndose valores históricos y colocando a Costa Rica en la posición número uno a nivel de América Latina (Sancho, 2010).

**Cuadro No 1: Cobertura de agua potable en función del ente operador (2006-2009)**

Ente que suministra el agua potable	2006	2007	2008	2009
AyA	98.6 %	97.8 %	98.2 %	98.9 %
ASADAS	59.1 %	59.8 %	58.7 %	69.7 %
MUNICIPALIDADES	70.1 %	76.3 %	78.8 %	79.4 %
ESPH	99.7 %	100 %	99.6 %	100 %
TOTAL	81.2 %	83.5 %	83.4 %	87.3 %

Se observa un incremento en la calidad del agua suministrada por los municipios y un aumento en los ya altos índices de potabilidad del AyA y de la ESPH. Los que dieron un salto importante en la calidad del agua fueron las ASADAS, pues aumentaron en más de 10 puntos porcentuales la cobertura de potabilización. Las ASADAS administran la mayoría de acueductos en el país; sin embargo sus plantas potabilizadoras normalmente apenas poseen tecnología básica para la potabilización. En muchos casos los procesos de desinfección son intermitentes o

no existen. En el **cuadro No 2** se observa el porcentaje de población que recibe agua potable y agua sometida a control de calidad en relación con el tiempo.

**Cuadro No 2: Porcentaje de población abastecida con agua de calidad potable y agua sometida a control de calidad en relación con el tiempo (2003-2009)**

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Población que recibe agua de calidad potable (%)	79.5	82.8	82.2	81.2	82.0	83.4	87.3
Población que recibe agua sometida a control de calidad (%)	65.5	68.1	63.5	73.4	76.0	76.0	76.0

Según la encuesta de hogares de Propósitos Múltiples, la variación porcentual por región para las distintas fuentes de obtención del servicio de agua potable es como sigue:

**Cuadro No 3: Fuente de obtención del servicio de agua potable (2008)**

Región	Central		Chorotega		Pacífico Central		Brunca		Huetar		Huetar Norte	
	Casos	%	Casos	%	Casos	%	Casos	%	Casos	%	Casos	%
Acueducto ICAA	445,313	56.9	53,282	57.7	41,398	64.6	53,377	59,9	90,853	71	3,420	5.18
Acueducto rural	80,644	10.3	22,136	24	14,853	23.2	22,631	25,4	18,969	14.8	43,970	66.5
Acueducto Municipal	193,950	24.8	4,481	4.86	4,894	7.63	1,692	1,9	274	0.21	7,859	11.9
Empresa o Cooperativa	51,144	6.54	362	0.39	740	1.15	977	1,1	932	0.73	400	0.61
Pozo	1,924	0.25	7,664	8.31	982	1.53	3,231	3,62	12,370	9.66	7,048	10.7
Río, quebrada o nacimiento	7,588	0.97	3,829	4.15	1,183	1.84	7,274	8,16	3,909	3.05	3,139	4.75
Lluvia u otro	1,886	0.24	519	0.56	74	0.12			740	0.58	240	0.36
Total	782,440	100	92,273	100	64,124	100	89,182	100	128,047	100	66,076	100

Fuente: Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples (2008).

Del total de la población cubierta, 94,3% recibe agua intradomiciliar de acueductos, mientras que 4% recibe agua de pozo y nacientes propios o acueductos privados, administrados por los usuarios. El 1,7% restante no tiene información. El 46,4% está cubierta por Acueductos y Alcantarillados, de los cuales 141 acueductos se abastecen con agua potable y 39 abastecen con agua no potable. De los 240 acueductos municipales, 136 son potables. La ESPH cubre el 4,2% del territorio del país con agua 100% potable. Es importante señalar que la potabilización del agua se mide en función de la presencia o no de Coliformes Fecales.

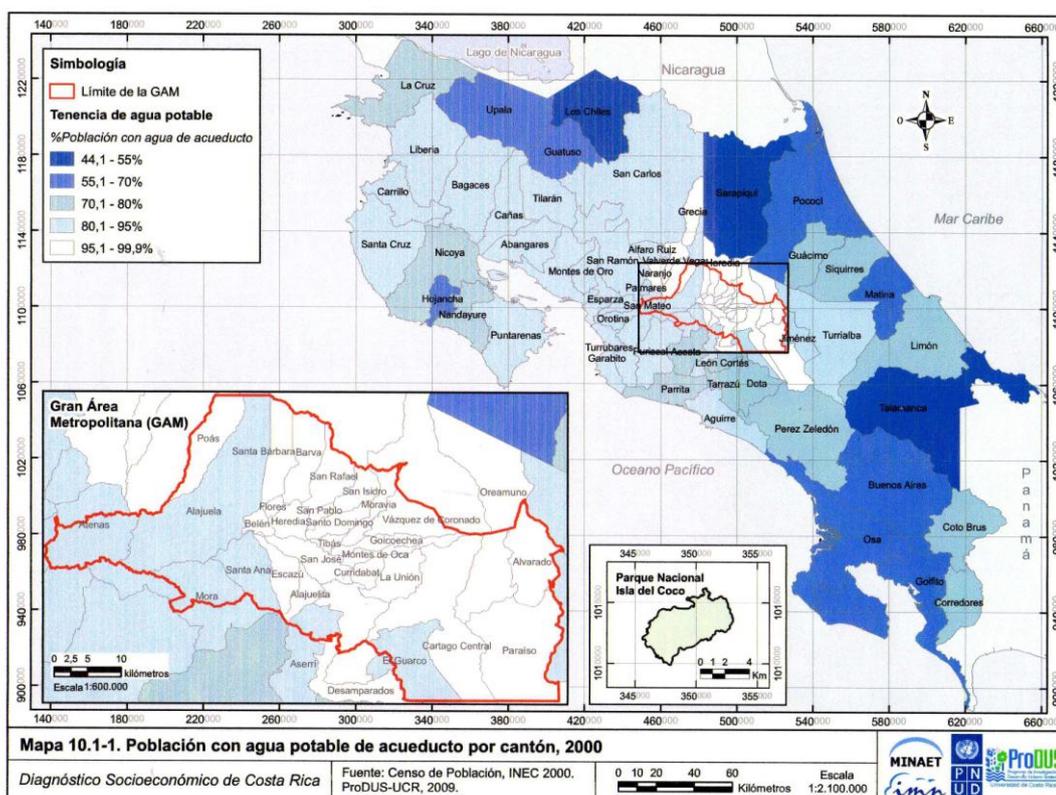
En términos generales, en el país un 88,9% de la población tiene servicio de agua de acueducto. Sin embargo, los cantones con menor cobertura presentan valores menores a 50%, presentando una gran desviación con respecto a los valores nacionales. Los 12 cantones con menor cobertura de acueducto son Talamanca (44,1%), Sarapiquí (46,4%), Los Chiles (50,45%), Buenos Aires (61%), Guatuso (63,1%), Upala (63,4%), Osa (65,5%), Pococí (66,8%), Hojanca (67,4%), Golfito (67,5%), Matina (68,1%) y Guácimo (70,5%). En contraposición con cantones como San José, Moravia, Tibás, Montes de Oca, Curridabat, San Rafael y San Pablo que poseen un 100% de la población abastecida con agua potable. Los cantones de Heredia, La Unión, Palmares, Santa Ana y Belén poseen más del 98.4% (Diagnóstico Socioeconómico de Costa Rica, 2010).

En el cantón de Santo Domingo, a pesar de que el 100% de la población se abastece con agua clorada, solamente 72,9% recibe agua de calidad potable, caso similar ocurre en Vásquez de Coronado, donde un 95,9% de la población se abastece con agua clorada, y sólo 72% de la población recibe calidad de agua potable. En los Chiles, sólo el 29,4% de la población recibe agua que es clorada, un 94,1% de la población es abastecida con agua de calidad potable.

En los acueductos rurales, el Programa de Desarrollo Urbano Sostenible analizó una muestra de 60 Acueductos, y se encontraron diferentes problemas en las fichas técnicas de cada acueducto, entre ellos corrosión de la tuberías, fugas en tuberías, falta de protección de tanques de almacenamiento y de protección a las fuentes, rebalse de los tanques del sistema, bajas presiones durante la época seca, altas presiones durante la época lluviosa, ausencia de un sistema de desinfección para el agua, contaminación del agua en la fuente, no existen planos del sistema, no se ha solicitado concesión de las fuentes de agua potable, no se ha dado capacitación al operador, falta de organización para el cobro, no se da mantenimiento al sistema, las tarifas son bajas, forma en que se dosifica el desinfectante.

El siguiente mapa muestra la distribución de población que tiene acceso a agua potable. Es importante señalar que se considera potable sólo si ha sido clorada. No hay registro disponible de análisis diario o semanal de parámetros como trihalometanos, plaguicidas, metales pesados y otros compuestos que son dañinos para la salud humana.

Figura 1: Población con agua potable en el país. Fuente Estudio Socioeconómico de Costa Rica, 2010



En el caso del área metropolitana, el informe Análisis y Prospección del sistema urbano de la GAM indica que la mayoría de viviendas abastecidas con agua potable están ubicadas en el centro del área metropolitana y otra parte hacia el oeste de la GAM, ubicando a cantones como Atenas, Santa Ana, Alajuela y Mora. La única excepción la constituye Aserrí, donde la mayoría de la población es abastecida de acueducto municipal o rural.

La mayoría de cantones con acueducto Municipal o Rural se ubican al noeste de la GAM y al Este, incluyendo cantones como San Isidro, Santo Domingo, Cartago y Oreamuno, entre otros. En las provincias de Alajuela, Cartago y Heredia la mayoría de distritos se abastecen de acueductos rurales o municipales; con excepción de San Antonio de Alajuela, San Juan de Poás, San Ramón de La Unión, Río Azul de La Unión y San Pablo de San Pablo, donde la mayoría de viviendas son abastecidas por el ICAA.

Son muy pocos los segmentos censales abastecidos mediante pozo, río, quebrada. Los distritos con más de 15% de las viviendas abastecidas por esos medios incluyen Rancho Redondo, Salitral de Santa Ana, San Antonio de Alajuelita, San Isidro de El Guarco y Concepción de San Isidro.

El mismo informe de la GAM sostiene que las pérdidas en las redes son muy altas: 12% en la Uruca, 24% en Pavas, 44% en Escazú, 33% en Santa Ana, y 23% en Ciudad Colón, con un promedio ponderado de 32% para el área de estudio.

De los acueductos administrados por Municipalidades en la GAM, el 77,3% de los sistemas ofrece agua que es apta para el consumo humano, y el 63,6% de los sistemas cuenta con desinfección. Los planos del acueducto sólo los posee el 27,3% de los municipios y sólo el 68,2% de ellos realiza micromedición. El 50% de los municipios poseen fugas que reparan de forma inmediata o al día siguiente del reporte. El 77.3% no dispone de un plan de demanda actual y futura, por lo que se desconoce los requerimientos futuros.

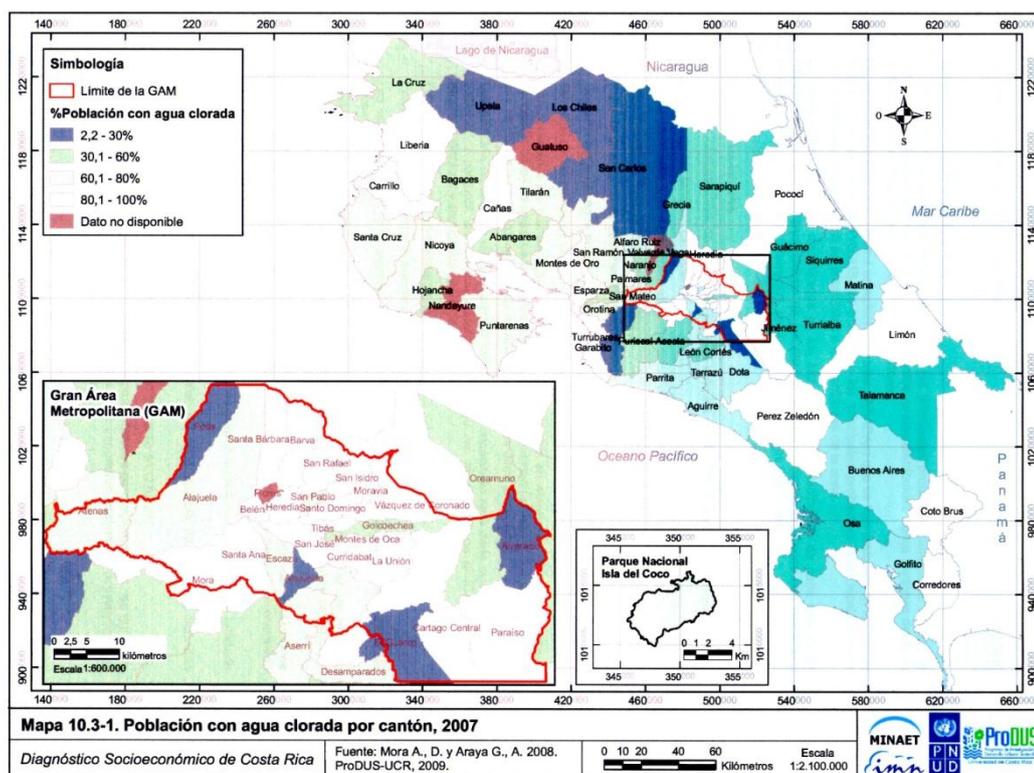
Algunos aspectos de excelencia es que se mantiene un 50% de protección en las fuentes.

El ICAA y el IFAM concluyeron para los acueductos administrados por municipios (Informe Final, Análisis y Prospección del Sistema Urbano de la GAM, 2009):

- Las municipalidades que administran sistemas de acueductos y alcantarillados no disponen de espacio, personal, equipos y estructura organizativa requeridos para un buen desempeño de la gestión del servicio de agua potable.
- En un porcentaje alto de la municipalidades no se cuenta con un reglamento para la prestación del servicio. Esto dificulta la gestión eficiente del servicio público de acueducto.
- Que se debe promover la implantación de un sistema informático, que permita actualizar adecuada y oportunamente las tarifas del servicio y aplicar correctamente los recursos provenientes del cobro de las tarifas al mantenimiento y capacitación de infraestructura.

- No se llevan controles sobre producciones de agua en las diferentes fuentes que abastecen los acueductos municipales, así como tampoco demanda de la población abastecida. En cuanto al desconocimiento de demanda futura, no permite establecer acciones de inversión a futuro de una forma más objetiva, no se cuenta con planes de inversión ni protección de fuentes en la mayoría de los operadores municipales.
- Al no contar el 40,9% de los municipios con zonas de protección para las fuentes de agua, se exponen a riesgos de contaminación por plaguicidas y otro elementos.
- El IFAM y el ICAA deben promover la evaluación técnica detallada de cada sistema municipal, estableciendo planes de acción e indicadores de gestión para medir el avance en el fortalecimiento de la gestión, en coordinación con las municipalidades.

Figura 2: Población con agua clorada por cantón, ProDUS, 2010.



### b. Riesgos de Contaminación de fuentes de agua potable

Riesgos de contaminación de los sistemas de abastecimiento de agua se han incrementado desde el año 2001, fecha en la que han ocurrido incidentes que atentan contra los sistema de potabilización del agua y por lo tanto contra la población. La desprotección en la que se mantienen las tomas de agua para potabilización es sólo un ejemplo de las causas del problema, otro son las prácticas agrícolas en Costa Rica debido al uso excesivo de plaguicidas en actividades agrícolas de monocultivo o la contaminación accidental o deliberada (en ningún caso

ha sido posible comprobarlo) de las fuentes de agua potable. El siguiente cuadro resume los episodios ocurridos desde el año 2001.

**Cuadro No 4: Riesgos de contaminantes en las plantas potabilizadoras en los últimos años**

Nombre del acueducto	Años	Contaminante
Planta de Guadalupe	2001	Hidrocarburos
Río Quebradas-Pérez Zeledón	2002	Hidrocarburos
Planta Los Sitios, Moravia	2003	Hidrocarburos
Embalse El Llano, Orosi	2004	Hidrocarburos
Pozo AB-1089-Belén	2005	Gasolina-diesel
Fuentes de Moín-Limón	2006	Hidrocarburos
Planta San Ignacio de Acosta	2007	Hidrocarburos
Banderillas de Cartago	2005	Nitratos
El Cairo, Milano y Luisiana de Siquirres	2003-2008	Bromacil, Diurón, y otros
Veracruz, San Carlos	2008-2009	Terbufos

Un aspecto importante de destacar es la protección de las zonas de recarga acuífera. Nótese que no se trata sólo de la zona de toma de agua, zona de la que se deriva el agua para la planta de potabilización, se trata más bien de la zona misma de recarga acuífera, cuyo uso de suelo debería priorizarse y protegerse, pues no deberían establecerse proyectos cuyos impactos puedan hacer que el acuífero sea vulnerable a la contaminación. Es importante generar un protocolo que evite la contaminación de acuíferos o este tipo de riesgos. En este sentido el tema de ordenamiento territorial y la protección de zonas de recarga acuífera debería ser una prioridad.

### c. Inversión en Proyectos de Agua potable

De acuerdo con el informe de la Contraloría General de la República (CGR), en el año 2009 se destaca que el ICAA ha presentado debilidades en la ejecución del presupuesto y el proceso de planeación desde periodos anteriores al 2009, situación que ha evidenciado la CGR, sin que se hayan evidenciado las mejoras. El informe menciona que no fueron realizadas, con la oportunidad requerida, las gestiones ante la ARESEP para contar a tiempo con los recursos necesarios para financiar sus diferentes actividades, lo que ha repercutido negativamente en los sistemas para el suministro de agua potable y servicios de alcantarillado que opera la institución, que presentan un importante deterioro, especialmente el sistema de alcantarillado sanitario. La recaudación alcanzada por el AyA en el año 2009 fue del 87,7% de lo presupuestado, básicamente por la no recepción de recursos provenientes de financiamiento externo, y por la menor transferencia de los recursos de FODESAF.

Los recursos corrientes, que representan un 77,3% del presupuesto de ingresos, se ejecutaron en un 95,5%, lo que equivale a una recaudación efectiva de ¢70.056.3 millones. De esos ingresos el rubro más importante es por venta de servicios pues es donde se refleja la venta de agua potable y el cobro por el servicio de alcantarillado sanitario.

De los egresos, el 51% fueron del programa Operación, Mantenimiento y Comercialización del Acueducto en contraste contra el 1,6% del programa Operación, Mantenimiento y Comercialización del Alcantarillado, donde se destinaron ¢1,372,1 millones, que resulta insuficiente a la luz de las necesidades en salud pública que deben ser atendidas.

La CGR sostiene además que en el rubro inversiones sólo se ejecutó el 52,9%. Programa fundamental para el desarrollo y rehabilitación de los sistemas de acueducto y alcantarillado, y que no sólo no logra los niveles del presupuesto requeridos, sino que además los ejecuta en porcentajes muy bajos. Esto se debe sobre todo a los lentos procedimientos de contratación, así como en inadecuados sistemas de planificación institucional, pues se carece de verdaderos planes de inversión a corto y mediano plazo.

De acuerdo con el informe de labores del ICAA, durante el año 2009 se adjudicaron una serie de proyectos para el desarrollo y mejora en infraestructura, entre ellos Proyecto de Rehabilitación del Colector Finca Patalillo, Fátima de Desamparados, el abastecimiento de agua potable de la zona Oeste de San José, la sustitución de redes del Acueducto Metropolitano de San José, el abastecimiento de agua potable en Pérez Zeledón, el abastecimiento de agua potable del Poasito de Alajuela, Sector Las Vueltas de La Guácima. El abastecimiento de agua potable en la zona Oeste de San José, Sector Ciudad Colón, el tanque de almacenamiento semienterrado de 30m<sup>3</sup> en Paso Lajas Cañas, la construcción y el tanque elevado de la Rita de Pococí, y la construcción del tanque de almacenamiento en la Rita de Limón. Todos estos proyectos con una inversión de más de 5,262 millones de colones. Se encuentran bajo estudio obras como la construcción del acueducto Nando de Nandayure, Guanacaste, protección del acueducto de Orosi, para las obras del sector de Granados con la protección del talud mediante anclajes, sector de Coris con el refuerzo de tubería con anclajes y la contención en margen izquierda de la quebrada Barahona, la ampliación de acueductos de pedregoso, la rehabilitación de pasos de tuberías sanitarios, la construcción del acueducto Vereh. Se concluyeron proyectos como el acueducto de Hone Creek, reubicación y reemplazo de tuberías, construcción de líneas de impulsión, reparación de nacientes, y obras de este tipo. Esta inversión hizo que se aumentara en 3,9% la cobertura de potabilización. Sin embargo, el presupuesto se ejecutó parcialmente, es decir se pudo haber desarrollado el doble de infraestructura.

La CGR sostiene que entre los logros del ICAA está el plan de acción que elaboró para la Región Chorotega, donde se pretende analizar la oferta hídrica para la región. A partir del análisis se presentará un propuesta de mejoras en el sistema de abastecimiento y su posterior incorporación al plan de inversiones del AyA. El ICAA se ha encargado de brindar asesoría, capacitación, información sistemática y monitoreo a las actividades que desarrollan esas organizaciones. Todo este trabajo ha sido enfocado para conocer claramente la disponibilidad del recurso por áreas, de forma que se pueda evitar en la medida de lo posible, los conflictos que se puedan presenciar por la ausencia de información fidedigna sobre la disponibilidad de agua en la zona.

También sostiene la CGR que el “accionar del Departamento de Aguas del MINAET, del SENARA y del ICAA ha puesto en riesgo el control sobre los permisos para la perforación de pozos y el consiguiente abastecimiento de aguas. Las discrepancias de criterio entre las instituciones ha generado una falta de claridad sobre el procedimiento a seguir, sobre el órgano responsable de dictar medidas en la materia, y sobre la vinculación de estas acciones con los actores relacionados con la protección y administración del recurso hídrico.”

## 2. Saneamiento

Como parte de las actividades de saneamiento se tienen dos componentes, el alcantarillado y la planta de tratamiento de aguas residuales:

- Las redes de alcantarillado sanitario: las cuales están destinadas a recolectar las aguas residuales de las viviendas, evitando de esta forma los problemas sanitarios y ambientales que provocan los sistemas de disposición individual (tanque séptico + infiltración) ubicados en terrenos de baja o nula infiltración, sectores con densidades mayores a 70 habitantes por hectárea, cerca de acuíferos superficiales, etc.; o bien las descargas directas a los ríos y quebradas.
- Las obras de tratamiento de las aguas residuales: las cuales están destinadas a eliminar la materia en suspensión y los flotantes, el tratamiento de la materia orgánica biodegradable, y la eliminación de los organismos patógenos, principalmente.

### a. Alcantarillado Sanitario

Conforme fue aumentando el tamaño de la ciudad, se requería un mejor manejo de las aguas residuales, por lo que se construyó en Costa Rica una red de alcantarillado. Este tuvo la primera etapa en la década de 1930 y consistía en dos colectores principales, uno ubicado en la parte sur de San José (María Aguilar) y el otro en el sector norte (Torres). Ambos colectores terminaban en plantas de tratamiento, una en Sagrada Familia y la otra en La Pitahaya. En la actualidad estas plantas están fuera de funcionamiento y abandonadas. En las décadas de los setentas y ochentas se construyeron dos colectores adicionales el Rivera y el Tiribí, cubriendo de esta forma al 60% de la población de servicio, el resto de la población cuenta con tanque séptico u otro tipo de disposición final de desechos. Hay sectores en los que el alcantarillado está completamente destruido, existen problemas con pozos de registro en mal estado, invasión de servidumbres, puentes de conexión destruidos e interconexiones de pluvial y residual, además de todo esto se carece de un adecuado tratamiento de aguas negras. Todo el caudal generado es descargado en los puntos finales de los colectores, de donde luego es transportado por varios afluentes hasta el río Grande de Tárcoles para desembocar en el golfo de Nicoya

A esto se debe añadir que el alcantarillado sanitario funciona como alcantarillado mixto; es decir recibe aguas de escurrimiento superficial y aguas residuales. El aporte de aguas pluviales genera sobrecarga hidráulica en el sistema de recolección de aguas, por lo que se observan con frecuencia desbordes de aguas residuales en las calles y pozos de registro (Orias, 2002).

Según la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples, la variación entre la forma en que se disponen los desechos varía de acuerdo con la siguiente tabla (Diagnóstico Socioeconómico de Costa Rica, 2010):

**Cuadro 5: Disposición de aguas residuales del servicio sanitario (2010)**

Región	Central		Chorotega		Pacífico		Brunca		Huetar		Huetar		TOTAL	
Categorías	Casos	%	Casos	%	Casos	%	Casos	%	Casos	%	Casos	%	Casos	%
Alcantarillado	278,974	36	5,822	6.3	11,219	18	3,226	3.6	12,330	9.7	1,332	2	312,903	25.6
Tanque Séptico	492,219	63	74,157	80	51,239	80	80,810	91	105,907	83	60,583	92	864,915	70.9
Letrina	5,646	0.7	12,034	13	1,276	2	4,780	5.4	8,263	6.5	4,170	6.3	36,169	3.0
Otro Sistema	2,273	0.3	104	0.1					528	0.4			2,905	0.2
No tiene	1,681	0.2	364	0.4	268	0.4	427	0.5	749	0.6	159	0.2	3,648	0.3
Total	780,793	100	92,481	100	64,002	100	89,243	100	127,777	100	66,244	100	1,220,540	100

Fuente: Diagnóstico Socioeconómico de Costa Rica, 2010.

En relación con la cobertura de alcantarillado sanitario es de sólo 25,6%. A nivel rural la cobertura con servicios de saneamiento (tanque séptico o letrina) es en todos los casos superior al 80%, datos que indican las altas coberturas de los servicios. Sin embargo, sólo el 3,5% de la población del país posee alcantarillado sanitario con el debido tratamiento de aguas residuales

En términos generales el 21,1% de la población analizada posee alcantarillado sanitario sin planta de tratamiento, el 8,4% posee alcantarillado y planta de tratamiento sin operar sólo el 3,5% posee alcantarillado con planta de tratamiento en operación. Del resto de la población, un 70,9% posee tanque séptico y un 3,5% usa otros sistemas de disposición (especialmente pozo negro o letrinas).

El problema del uso del tanque séptico es más complejo de lo que la población en general piensa, pues su funcionamiento se ve afectado por factores como el tipo de suelo, clima, características del agua a tratar, volumen de aguas y otros. De ellos, el problema mayor es que el país cuenta con zonas de suelos de muy baja permeabilidad, lo cual no permite el adecuado funcionamiento de los drenajes. El caso opuesto también resulta altamente problemático, pues suelos con alta tasa de permeabilidad permiten tasas de infiltración más altas de lo deseado, lo que provoca focos de contaminación de acuíferos. A este problema debe sumársele el hecho de que en las zonas urbanas, principalmente en el Área Metropolitana, existe un grave problema sanitario y ambiental producido por la recolección no bien regulada de las aguas y sedimentos de los tanques sépticos domiciliarios, mediante carros cisterna, cuyas descargas no son suficientemente controladas y que se efectúan a cuerpos receptores no regulados. Como consecuencia, los problemas que se generan de contaminación de los acuíferos y los cursos de agua son críticos. Este servicio ha sido abandonado, no existen planes concretos, ni recursos financieros para superar este rezago, con excepción de algunos esfuerzos institucionales aislados. Este tema será analizado con mayor énfasis en el apartado que sigue.

La baja cobertura de redes de alcantarillado sanitario, unida al uso de agroquímicos en las áreas de recarga y producción de aguas subterráneas, es un factor de riesgo ambiental considerable. Esta situación es crítica en la parte norte y este de la

cuenca del Río Virilla, donde se asientan los acuíferos Barva y Colima, de los cuales depende el abastecimiento de aproximadamente un 20% de la población nacional, y precisamente, esta zona se han definido como la fuente de agua potable de Heredia y el Área Metropolitana de San José para los próximos 15 años.

El 96% de las aguas residuales urbanas recolectadas por los alcantarillados sanitarios desemboca en los ríos, sin ningún tratamiento. Dos de las principales cuencas del país, las del Tárcoles y Reventazón, donde se asienta casi el 70% de la población, reciben las aguas residuales sin tratar de las ciudades de San José, Heredia, Alajuela y Cartago. Las descargas de las aguas residuales domésticas e industriales, sin ningún control y tratamiento, determinan uno de los problemas ambientales más serios.

El ritmo actual de aumento de las concentraciones de nitratos en las aguas de los acuíferos Colima indica que esta fuente se podría perder en un lapso no mayor de 15 años. Este es quizás el problema más grave en el tema del agua potable, saneamiento y gestión ambiental, porque involucra el suministro actual y futuro de un millón de personas aproximadamente.

Sobresalen dentro de estas áreas urbanas, las ciudades y alrededores de San José, Alajuela, Heredia y Cartago, las cuales tienen como elemento en común, la existencia de Sistemas de Alcantarillado Sanitario con poco o ningún tratamiento, lo que significa que las aguas residuales recolectadas son descargadas en los cuerpos de agua sin que cumplan con lo que establece la legislación ambiental vigente. Cartago y Alajuela cuentan con redes de alcantarillado sanitario en los cascos centrales de las ciudades y algunas urbanizaciones. En el casco central se encuentran en relativo mal estado debido a su antigüedad, a conexiones de y hacia el alcantarillado pluvial y al deficiente mantenimiento. Los colectores que llevan las aguas a las plantas de tratamiento de urbanizaciones se encuentran en mejor estado por ser más recientes y en PVC, pero prevalecen las conexiones pluviales ilegales al alcantarillado sanitario. En Heredia, el servicio de alcantarillado prestado a sus abonados es regular en cuanto a la recolección, y el tratamiento es poco significativo.

En lo relativo a alcantarillado, no se utilizan tecnologías modernas para la operación y mantenimiento de las redes de recolección; no hay experiencia en el diseño y operación de instalaciones de tratamiento de aguas residuales.

El estado de la infraestructura de saneamiento rural varía de acuerdo con la región y con las condiciones socioeconómicas de la población. En las provincias de Puntarenas y Limón alrededor de un 80% de las letrinas están en buen estado; mientras que en regiones de mayor desarrollo socioeconómico, como la zona de San Carlos, las letrinas alcanzan hasta un 98% en buenas condiciones.

Desde el punto de inversión, es necesario invertir aproximadamente US\$ 685 millones en las áreas urbanas de todo el país, durante el período 2002-2020 para lograr la meta de cobertura de servicios de alcantarillado sanitario del 89% al final del período.

## **b. Tratamiento de Aguas Residuales**

Las plantas de tratamiento que se colocaron en el país datan de los años 30, no se ampliaron oportunamente, y hoy están abandonadas, descargando las aguas, sin ningún tratamiento, en las acequias y quebradas más cercanas. Algunas áreas de las ciudades bananeras del país, Golfito por ejemplo, tuvieron alcantarillado sanitario con algún sistema de tratamiento, sistemas que hoy en día están destruidos.

Con respecto a las características generales de los sistemas de alcantarillado sanitario, AyA administra 8 sistemas en las ciudades de San José, Limón, San Isidro de Pérez Zeledón, Liberia, Cañas, Santa Cruz, Nicoya y Puntarenas, en los cuales sólo realiza tratamiento de las aguas residuales en las 6 últimas ciudades; predomina el tratamiento por lagunas de estabilización y solamente en Puntarenas el sistema de lodos activados. La ESPH administra el sistema de alcantarillado de Heredia y algunas plantas de tratamiento en urbanizaciones.

La Municipalidad de Alajuela administra 6 sistemas que abarcan el centro de Alajuela y urbanizaciones Gregorio José Ramírez, La Trinidad, La Maravilla, Silvia Eugenia y La Giralda en los cuales sólo realiza tratamiento de las aguas residuales en las últimas 4 urbanizaciones; predomina el tratamiento con plantas tipo filtros percoladores y sistemas anaeróbicos.

Actualmente, el Tribunal Ambiental Administrativo ha recibido el doble de denuncias (sólo en Enero de 2010) con respecto al total de denuncias presentadas en el año 2009. En el año 2009 se recibieron 461 denuncias principalmente en el recurso hídrico y recursos forestales. La cantidad de denuncias aumentó en el año 2009 y la tendencia es que se dupliquen para el año 2010. Del total de denuncias, un 40% representa un daño por contaminación de ríos y afectación de nacientes, siendo el mayor porcentaje de denuncias. (MINAET, 2010). Entre los casos más graves del año 2009 se encuentran las afectaciones generadas por proyectos inmobiliarios, principalmente en las costas de Guanacaste, el Pacífico Central y la fila costeña de Osa.

Por su parte, la Sala Constitucional analizó más de cinco denuncias por problemas de contaminación relacionados con el alcantarillado de Puntarenas, más de cinco por contaminación de acuíferos o ríos debido a la actividad piñera, una denuncia por problemas de olores de la planta de tratamiento de Puntarenas, y muchas denuncias por problemas de contaminación de ríos debido a conexiones ilícitas de urbanizaciones, la instalación de letrinas clandestinas, deficiencias en el sistema de alcantarillado sanitario, disposición ilegal de aguas negras directamente en ríos, explotación de tajos, y contaminación de playas por descarga de aguas negras. Se ordenó la clausura de una laguna de lodos de tanque séptico, pues no se daba el tratamiento adecuado a las aguas que recibía.

En los siguientes subtemas se analizará el tipo de tratamiento que se ofrece en el país, con énfasis en el tratamiento de aguas residuales y el tanque séptico como medio de disposición de excretas que ha sido más difundido en el país.

### **b.1 Sistemas de tratamiento de aguas residuales**

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales cuentan con las siguientes etapas:

- Tratamiento preliminar: el objetivo principal es la remoción de sólidos gruesos como palos, ramas, telas, botellas, y otros. El proceso de eliminación de esos sólidos puede ser a través de rejillas, cribas, tamices, desmenuzadores y sistemas similares. La eficiencia de este tipo de sistemas es baja.
- Tratamiento primario: consiste en eliminar sólidos sedimentables o flotantes. Para ello se utilizan operaciones unitarias como la sedimentación, flotación, trampas de grasa, tanques de flotación por aire disuelto y similares. La eficiencia de este tipo de sistemas es superior al 90% para la remoción de sólidos sedimentables, pero apenas superior al 30% en sólidos en suspensión.
- Tratamiento secundario: se instalan para eliminar sólidos en suspensión y parcialmente coloides. Se incluye tratamiento biológico como puede ser lodos activados, filtros percoladores, reactores anaerobios de flujo ascendente, lagunas de estabilización, y otros. En algunas ocasiones se consideran también operaciones unitarias para eliminación de contaminantes químicos. La eficiencia de esta etapa varía del 60 a 95% en función del tipo de tratamiento que se seleccione, siendo la eficiencia menor para los sistemas anaerobios y una eficiencia mayor en el caso de los sistemas aerobios.
- Tratamiento terciario: se instala para eliminar nutrientes, patógenos o contaminantes químicos. Son procesos muy específicos como carbón activado, nitrificación-denitrificación, etc. La eficiencia de estos sistemas normalmente es superior a 80%.

Las tesis de García y Lobo (2005), citados por ProDUS (2009) sostienen que las plantas de tratamiento se ven afectadas por los siguientes aspectos:

- Deficiencias en el control y mantenimiento
- Incapacidad económica del administrador
- Poca capacitación y desconocimiento sobre la operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento.
- Variaciones en el caudal o carga contaminante respecto a las condiciones de diseño.

En Costa Rica se han construido 51 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en urbanizaciones, 9 en ciudades y se han realizado 76 diseños de PTAR para su construcción en condominios. En este último caso se desconoce si dichas plantas se construyeron o si fueron sustituidas por tanques sépticos comunes.

El ICAA administra el 67% de los sistemas de tratamiento de aguas de las ciudades, otras plantas de tratamiento son operadas por los municipios o la ESPH. Pero muchas plantas de tratamiento se encuentran fuera de operación. De las 51 plantas construidas en urbanizaciones, el 94% se encuentra dentro de la GAM. De ellas sólo el 31% son administradas por instituciones que brindan además el servicio de agua potable, como es el caso de ICAA, ESPH o Municipios. Sin embargo, el mantenimiento es bastante deficiente. De las plantas administradas por instituciones sólo 5 se encuentran en operación, el resto está fuera de servicio (Análisis y

Prospección del Sistema Urbano de la GAM, 2009). Otras plantas son administradas por el urbanizador, de ellas el 58% se encuentra en operación.

De las plantas en operación, el 40% cuenta sólo con tratamiento primario, lo que significa que sólo se obtiene entre un 30 y 40% de eficiencia en remoción de Sólidos Suspendidos, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Bioquímica de Oxígeno. De las plantas que cuentan con tratamiento secundario, el más utilizado es el tratamiento anaerobio (57%), sin embargo de esas plantas el 76% está fuera de operación. De los tratamiento aerobios el más utilizado es el de lodos activados.

Se tiene en estudio (a nivel de licitación pública) la ampliación de la red de alcantarillado sanitario y la construcción de una planta de tratamiento primario para las aguas residuales del Área Metropolitana de San José. Que se espera ejecutar en dos etapas desde año 2007 hasta el año 2025. Se espera una remoción de contaminantes de sólo 50% en Sólidos Suspendidos y 40% para el DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno). Se contempla tratamiento de lodos que consiste en espesamiento, centrifugación, y estabilización y los lodos secos y seguros serán dispuestos en un relleno sanitario

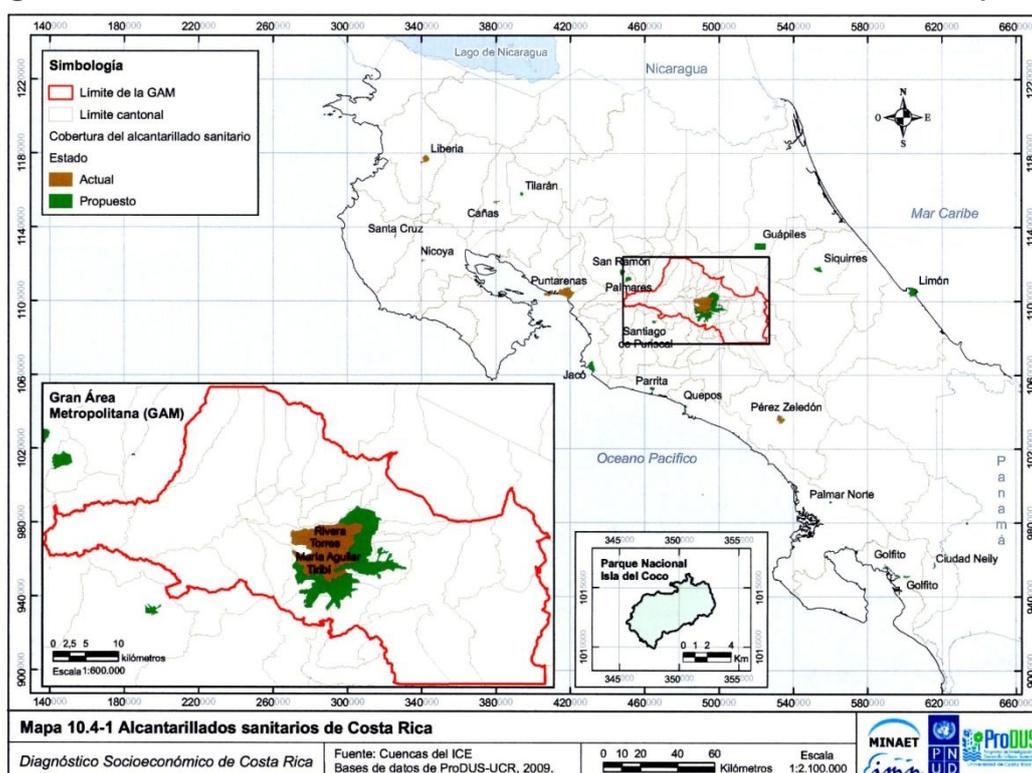
La segunda etapa del proyecto se construirá a partir del año 2025 y consiste en la aplicación de un tratamiento secundario por medio de lodos activados, para alcanzar una eficiencia de 90%.

En Alajuela, se recomendó en los estudios construir una planta de tratamiento centralizada, por medio de lagunas aerobias, para obtener una eficiencia estimada de 90%. El proyecto aún se encuentra en estudio. De momento Alajuela cuenta con algunas plantas de tratamiento en urbanizaciones que se sugirieron convertir en estaciones de bombeo. Sin embargo este año la Municipalidad adjudicó la remodelación de dos de ellas para ponerlas a funcionar, con el objetivo de cumplir con un mandato de la Sala Constitucional.

Los otros municipios no cuentan con proyectos de diseño o construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.

Se ha evidenciado en la prensa en los últimos meses que muchos sistemas de tratamiento carecen de operación y mantenimiento apropiados, hecho que ha sido demostrado en los recorridos realizados por el Tribunal Ambiental Administrativo, lo que ha tenido como repercusión que el Ministerio de Salud haya girado ordenes temporales de cierre a algunos establecimientos, hasta tanto la situación sea corregida.

Figura 3: Cobertura de Alcantarillado Sanitario en Costa Rica, ProDUS (2010)



Por otro lado, la eficiencia de un sistema de tratamiento debe ser reportada al Ministerio de Salud a través de una auditoría de cumplimiento que se denomina Reporte Operacional. De acuerdo con el Análisis y Prospección del Sistema Urbano de la GAM. De los 275 entes que presentaron reportes operacionales, 68,7% no cumplieron con los límites de vertido. Esto evidencia que hay mayores niveles de contaminación de los esperados en los cauces de agua.

Hay cantones que del todo no presentan reportes operacionales como Alvarado, Alajuelita, Aserrí, Barva y San Isidro.

Entre los principales inconvenientes, ProDUS, 2009 sostiene:

- Por tipo de actividad, los expendios de combustible fueron los entes que más reportes operacionales incumplieron.
- En cuanto a los entes que descargan al alcantarillado sanitario, 80% no cumplió con los límites de vertido.
- Los reportes de residencias y condominios incumplieron en 26,6%.
- En el cantón de Corredores no se presentaron reportes operacionales en el periodo 2004-2006.
- En el cantón de Golfito y Osa no es posible verificar los niveles de contaminación de las aguas residuales vertidas y podrían ser mayores que las especificadas en el reglamento. Por ende las aguas superficiales podrían verse afectadas, lo que trae como consecuencia la afectación de la flora y fauna acuáticas, limita las posibilidades de explotación para recreación, consumo o reuso para actividades humanas.
- En Pococí, sólo presentan reportes operacionales 14 de las 37 empacadores de las fincas bananeras, que es la actividad más regulada del cantón. De los

que presentan reportes, salvo una todos cumplen con la norma, sin embargo no presentan datos de plaguicidas e hidrocarburos que son parámetros también obligatorios por el tipo de actividad.

- En Alajuela el 26% no cumplió con lo establecido en el reglamento (descarga a cauces).
- En Alajuela no hay control de la calidad de las aguas vertidas al alcantarillado por las industrias. Lo mismo ocurre con el alcantarillado de San Isidro del General.
- En Orotina se presentan en promedio 3,3 reportes operacionales por año, considerando que hay 86 entes identificados que deben presentar los correspondientes reportes.
- Un alto número de actividades no reportan la calidad de sus aguas vertidas.
- Muchos pueden realizar un correcto manejo de las aguas residuales, pero no lo demuestran a través del reporte operacional.

En términos generales se ha determinado que (ProDUS, 2009):

- En la costas es necesario buscar opciones para el tratamiento correcto de las aguas residuales.
- Se requiere un trabajo conjunto entre las instituciones (especialmente las que otorgan permisos de funcionamiento y patentes) para lograr identificar todos los entes generadores de aguas residuales especiales u ordinarias y de esta forma tener un mayor control sobre ellos.
- A la fecha, muchos de los ríos han agotado su capacidad autodepuradora, y el reglamento de vertido no considera la capacidad de asimilación de contaminación por parte del río. Mientras esa situación no mejore o no se de un paso adicional, la calidad de agua de los ríos no mejorará significativamente. Ver estudio de casos.
- Es necesario que las instituciones consideren un Enfoque de Saneamiento Ambiental Centrado en los Hogares (ESACH). Esto es aplicar técnicas de producción más limpia (uso del agua y tratamiento de efluentes) desde el hogar, a fin de reducir costos en tratamiento de aguas.

## ***b.2 El tanque séptico***

Los tanques sépticos son sistemas de tratamiento primario de baja eficiencia (apenas entre 30 y 40% en algunos casos) y la costumbre en el país es complementarlo con una zona de infiltración o drenaje. Se trata de un tratamiento primario de agua residuales que con esa eficiencia arroja valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno del orden de 150 mg/L, aún contiene microorganismos patógenos y mal olor. Esa calidad del agua es la que percola a través del drenaje.

En el país se ha realizado investigación en los últimos años tendiente a sustituir los problemas que se presentan en el drenaje, pues ante suelos de baja o poca permeabilidad existen problemas de rebalse de las estructuras de tratamiento, así como de conexiones cruzadas con la pluvial a fin de evitar problemas a nivel domiciliar o de condominio (en muchos condominios se tiene un tanque séptico común sustituyendo a los tanque sépticos individuales). Se han diseñado Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente que mejoran la calidad del agua que se vierte a la salida del tanque séptico y antes del drenaje y biojardineras, que sustituyen parte del

drenaje pues actúan como tratamiento terciario y además absorben cerca del 17% del volumen de agua que se debe percolar (Solórzano, 2008).

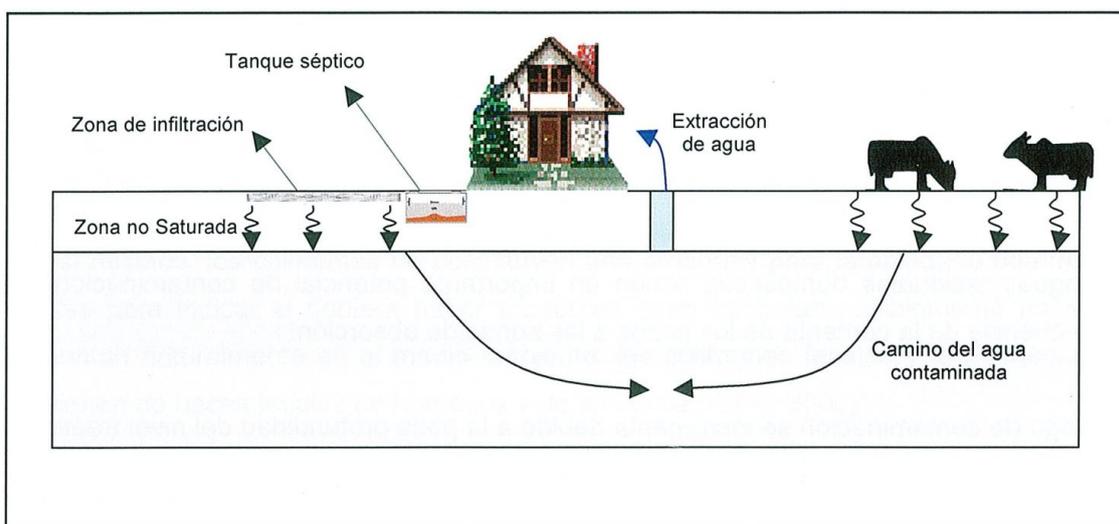
Aunque el tratamiento como tal tiene grandes deficiencias, la realidad es que se trata del método de tratamiento más utilizado pues en el país la cobertura de alcantarillado sanitario es muy baja (ver mapa No 3). Es costumbre utilizarlos en cualquier condición y su costo de construcción es muy bajo, así como la operación y el mantenimiento, en comparación con otras tecnologías.

El tanque séptico debe ser una estructura rectangular, con una relación largo:ancho que varía de 2 a 3 (El valor de tres es ideal). Pero es costumbre popular utilizar tubos de concreto, llantas o alcantarillas antes de la infiltración, lo que genera varios problemas:

- La distancia entre la entrada y la salida es muy corta, lo que genera un problema denominado corto circuito lo que impide la sedimentación de las partículas
- El volumen para el almacenamiento de lodos es reducido o nulo, por lo que la frecuencia de limpieza es mayor, generando interrupciones en el proceso de biodigestión.
- No se coloca la estructura de entrada y salida denominada “tee” o niple con una prolongación suficiente para que la descarga y la succión la haga de la zona libre de sólidos. Ante la ausencia, se fomenta la formación de “cortocircuitos”.
- Se construyen en tamaño menor al apropiado para la población a servir.
- No se realiza pruebas de capacidad de infiltración del terreno, por lo que el diseño “estándar” no cumple con los requisitos necesarios.
- No se deja la estructura de ventilación del tanque séptico, por lo que los gases en muchas ocasiones se devuelven por la tubería llegando hasta la vivienda.
- Los suelos muy arcillosos o impermeables no tienen capacidad de absorción del agua, lo que en muchas ocasiones causa afloramiento a la superficie. En estas condiciones, el tanque séptico no es la solución ideal como tratamiento individual.
- Cuando se deja el tanque séptico o drenaje en la zona de paso de vehículos, el sistema tiende a fallar en el corto plazo. Debido a la compactación del suelo o la ruptura de tuberías.
- Las raíces de árboles también pueden afectar el sistema, por lo que no pueden sembrarse árboles o plantas con raíces que puedan dañar el tanque séptico o el drenaje.

- El tanque séptico se construye muy pequeño para el uso de agua de la vivienda, generando una sobrecarga hidráulica y en algunos casos hasta una sobrecarga orgánica.
- En algunos casos no se da el mantenimiento adecuado. La frecuencia de limpieza de tanques sépticos es función del tamaño mismo del tanque. Con mayor frecuencia, en las viviendas donde el volumen del tanque es pequeño o cuando se depositan elementos inapropiados como basura (plástico, pañales, toallas de cocina, trapos y demás) esos elementos se arrastran por el agua vertida y obstruyen la tubería de infiltración, lo que daña el funcionamiento del drenaje y de todo el sistema.

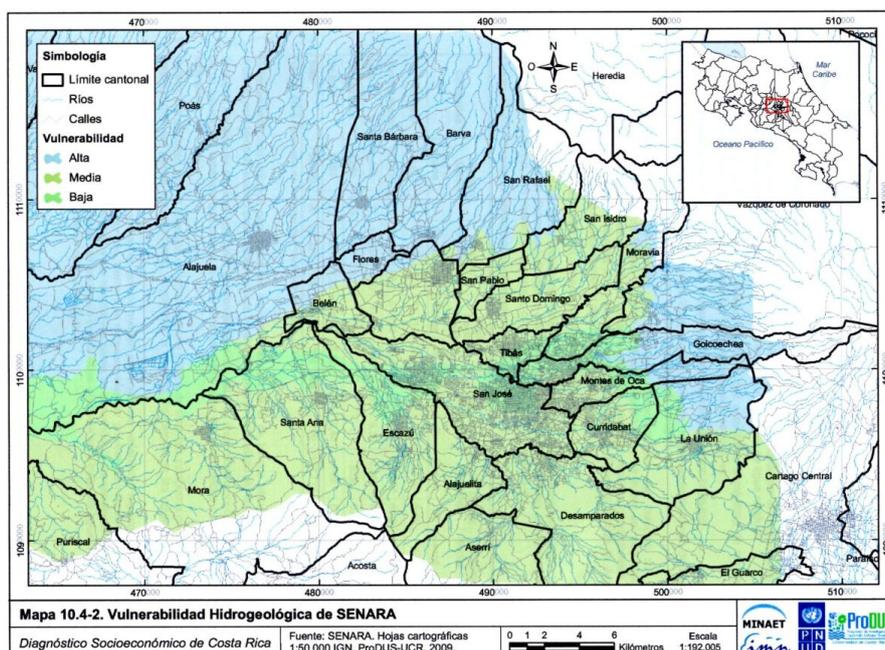
**Figura 4: Principales fuentes de contaminación de acuíferos, Trejos, 2007**



De acuerdo con nuestra legislación y normas técnicas, el drenaje puede utilizarse en un suelo de alta permeabilidad, lo que facilita el transporte del agua hasta el nivel freático y eventualmente hasta los acuíferos, fomentando la contaminación de los mismos. Las zonas de infiltración utilizan el suelo de manera semejante a un filtro, aprovechando la capacidad de percolación; en este caso, el espesor de la zona no saturada debe ser lo suficientemente amplia para permitir que funcione adecuadamente y que las partículas disueltas y los microorganismos queden en el camino antes de alcanzar la zona saturada, reduciendo la posibilidad de contaminación de agua subterránea (ProDUS, 2009).

La contaminación de mantos acuíferos tiene implicaciones de importancia, como el impacto mismo que el contaminante provoca, aumentando los niveles de nitratos y nitritos, con la consecuente repercusión sobre la salud pública si se utiliza para el consumo de la población. De superarse la norma establecida, el agua no sería apta para el consumo humano. Los tanque sépticos con sistemas de infiltración no deben utilizarse en zonas de recarga de acuíferos donde se identifique potencial de contaminación (ProDUS, 2009).

Figura 5: Vulnerabilidad Hidrogeológica de SENARA, ProDUS, 2009



Cabe destacar el estudio sobre el tema que se llevó a cabo en la comunidad de San Martín en Pococí (Trejos, 2007). En la mayoría de casos el tanque séptico se encontraba a menos de tres metros de distancia del pozo de agua potable, por lo que el nivel de coliformes fecales en el agua de consumo en ningún caso cumplió con la norma técnica. En la figura 2 se adjunta una de las fichas técnicas utilizadas durante el estudio.

Cuadro No 6: Estudio de Coliformes Totales y Fecales en la comunidad de San Martín

Número de muestra	Número de lote	Coliformes Totales (NMP/100 mL)	Coliformes Fecales (NMP/100 mL)
1	63	130	79
2	53	1600	110
3	14	350	33
4	81	>1600	>1600
5	85	180	32
6	135	>1600	9
7	107	130	34
8	115	>1600	1600
9	3	>1600	>1600
10	82	>1600	>1600
11	142	220	220
12	27	350	350

Figura 6: Ficha técnica utilizada en estudio de Pococí (Trejos, 2007)

A. Información general		Muestreo 01
Fecha del muestreo:	02 de febrero de 2007	
Hora del muestreo:	08:45 a.m.	
Lote:	63	
Condiciones de clima:	Soleado (llovizna el día anterior).	
Lugar donde se tomó la muestra:	Llave afuera de la casa en el cuarto de pilas.	
B. Descripción del pozo y punto de muestreo		
Este pozo se ubica a 3 metros del sistema de disposición de aguas residuales. Según los dueños, anteriormente cayó un sapo dentro del pozo que implicó enfermedades temporales a algunos de los usuarios del pozo. La profundidad del aproximadamente 2 m según la persona entrevistada.		
		

La Comunidad de San Martín es un ejemplo de los problemas que se han enunciado anteriormente:

- Las zonas de absorción se construyen sin ser diseñadas, y sin considerar las condiciones del sitio, ni el caudal que se debe infiltrar
- No se considera la capacidad de infiltración del suelo, ni la profundidad del nivel freático o la ubicación de mantos acuíferos.
- Las instituciones responsables no revisan la información de diseño que se aporta
- Se debe considerar la opción de humedales o biojardineras como sustitutos parciales de los drenajes.
- Se debe considerar la construcción de tratamientos in-situ más completos, no sólo a nivel preliminar como es el caso del tanque séptico.
- Se debe promover el uso de accesorios de bajo consumo (ABC).
- Problema mayor: En las zonas urbanas, principalmente en el Área Metropolitana, existe un grave problema sanitario y ambiental producido por la recolección no bien regulada de las aguas y sedimentos de los tanques sépticos domiciliarios, mediante carros cisterna, cuyas descargas no son suficientemente controladas y que se efectúan a cuerpos receptores no regulados.

### 3. Agua virtual

Un concepto que requiere una investigación mayor es el concepto de agua virtual, el agua que consumimos se denomina dotación y en el país se ha establecido valores que varía de 150 a 350 Litros por persona por día. Hay agua que consumimos en forma de bienes, por ejemplo el periódico de la mañana, un automóvil, y bienes similares. En su elaboración o fabricación se ha consumido también agua, por lo que el consumo total de agua por persona es mayor al estimado sólo como dotación.

Algunos datos asociados al agua virtual se muestran en el cuadro adjunto.

**Cuadro No 7: Agua requerida para procesar diferentes bienes de consumo**

Se requieren	Unidades	Para procesar
11	m <sup>3</sup>	Una hamburguesa tipo cuarto de libra
2	m <sup>3</sup>	1 chuleta
1	m <sup>3</sup>	1 vaso de leche
0.5	m <sup>3</sup>	1 ensalada mixta
250	Litros	1 copa de vino
150	Litros	1 tajada de pan
140	Litros	1 taza de café
11	Litros	1 cucharadita de azúcar
2.5	m <sup>3</sup>	0.5 kilos de arroz
1.5	m <sup>3</sup>	0.5 kilos de azúcar
0.95	m <sup>3</sup>	1 pinta de leche
0.5	m <sup>3</sup>	0.5 kilos de trigo

Tampoco se ha mencionado en este informe el precio que se paga en el país por consumo de agua. El cuadro adjunto muestra el detalle.

**Cuadro No 8: Precio del agua según ente productor**

Precios mensuales de consumo de agua potable ICAA						Precios mensuales del consumo de agua potable municipal				
Tipo de tarifa	Domiciliar	Ordinaria	Reproductiva	Preferencial	Gubernamental	Domiciliar	Ordinaria	Reproductiva	Preferencial	Gubernamental
<b>Servicio Fijo</b>	3714	25516	25516	7460	7460	1635	3270	4905	1635	
<b>Servicio medido</b>										
0 a 15 m <sup>3</sup>	2322	9507	9507	3591	3591	850	1700	2550	850	1275
16 a 25 cada m <sup>3</sup>	238	614	614	189	189	37	42.9	79.55	48.1	48.1
26 a 40 cada m <sup>3</sup>	238	614	614	189	189	55.5	66.6	79.55	48.1	48.1
41 a 60 cada m <sup>3</sup>	238	614	614	189	189	55.5	66.6	79.55	48.1	48.1
61a 80 cada m <sup>3</sup>	238	614	614	189	189	83.25	111	79.55	48.1	48.1
81 a 100 cada m <sup>3</sup>	238	614	614	189	189	83.25	111	79.55	116.55	116.55
101 a 120 cada m <sup>3</sup>	238	614	614	189	189	122.1	135.05	79.55	116.55	116.55
más de 120 m <sup>3</sup>	238	614	614	189	189	122.1	135.05	79.55	116.55	116.55
<b>Tarifa de servicio prestado por ASADAS (Tarifas brindadas por ARESEP)</b>								<b>Tarifa de agua embotellada</b>		
Rango de Abonados	Por sistemas de bombeo y mixtos			Por sistemas de gravedad		1 m3	133,334			
	Servicio no medido	Servicio Medido	Servicio no medido	Servicio Medido	Precio de 18 L		2400			

	Tarifa fija actual	Tarifa medida base	Tarifa unitaria (*)	Tarifa fija actual	Tarifa medida base	Tarifa unitaria (*)	Precio de 5 L
menos de 12	5800	2320	129	4400	1760	98	1150
13 a 15	5200	2080	116	3400	1360	76	Para el cálculo del costo del metro cúbico de agua embotellada se utilizó el precio de la presentación más económica. El precio podría ser mayor en función del tipo de envase
16 a 20	4800	1920	107	2600	1040	58	
21 a 25	4400	1760	98	2600	1040	58	
26 a 30	4200	1680	93	2400	960	53	
31 a 40	4000	1600	89	2400	960	53	
41 a 60	3800	1520	84	2400	960	53	
61 a 80	3600	1440	80	2400	960	53	
81 a 100	3400	1360	76	2400	960	53	
101 a 120	3400	1360	76	2600	1040	58	
121 a 130	3400	1360	76	2600	1040	58	
131 a 220	3200	1280	71	2600	1040	58	
221 a 280	3400	1360	76	3000	1200	67	
281 a 350	3600	1440	80	3200	1280	71	
351 a 450	3200	1280	71	2800	1120	62	
451 a 550	2800	1120	62	2400	960	53	
551 y más	2800	1120	62	2200	880	49	

Nótese que la tarifa que se mantiene no estimula el ahorro de agua. Por el contrario es una tarifa que fomenta en la mayoría de los casos el desperdicio. Nótese además la diferencia entre el precio por un metro cúbico de agua suplida por un municipio, ASADA o ICAA con respecto al costo de un metro cúbico de agua embotellada (no se consideró el precio del envase).

#### a. Capacidad Autodepuradora de Ríos-Casos de Estudio

Todo cuerpo de agua, sea éste un río, estuario o lago, tiene una capacidad autodepuradora que es función de las condiciones intrínsecas del mismo. Dependerá entre varios factores de la cantidad de agua que poseen, la capacidad de intercambio de oxígeno entre la atmósfera y el cuerpo de agua, la capacidad de biodegradación del contaminante, la forma que posea el cuerpo receptor, pendiente, ancho del cuerpo de agua, y otros. De ahí que no todos los cuerpos de agua o cuerpos receptores posean la misma capacidad para tratar aguas residuales. Existen ríos angostos que poseen poco caudal y por lo tanto no están en capacidad de recibir una descarga de aguas residuales aunque dicha descarga cumpla con la normativa ambiental. Otros en cambio, podrían recibir una cantidad grande de descargas de agua, sin que las mismas causen un impacto en la calidad misma del cuerpo receptor.

A continuación se exponen dos modelos de autodepuración que fueron utilizados para medir la capacidad el río Siquiaries y la Quebrada Honda para manejar la cantidad de contaminantes que se vierten. Se analizaron diferentes escenarios que

permitieron medir el impacto del Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales en los cuerpos de agua.

### *Cuenca del río Siquiaries*

El objetivo de este estudio era medir el impacto que el Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales en la calidad del agua de los ríos, a fin de evaluar parte de los compromisos ambientales que ha seguido el país en los últimos años. Por lo tanto se comparan los límites de los decretos 26042-S-MINAE y 33601-MINAE. Se evalúa la calidad del agua del río en función de las descargas de aguas residuales que vierten los entes generadores en un tramo de la cuenca. Se analiza la capacidad autodepuradora del cauce y se indica si el cumplimiento de la normativa legal es suficiente o no para mantener una calidad de agua en los ríos en niveles aceptables para mantener la vida acuática. El estudio se limita a análisis de contaminantes de carácter puntual, no se considera contaminación discreta. Para el análisis se utiliza como herramienta el modelo matemático MOHID.

La cuenca del río Siquiaries es alargada en el sentido noreste-suroeste, con un ancho aproximado de dos kilómetros, se caracteriza por poseer superficies planas, con algunas zonas encañonadas en los sectores fluviales. Presenta zonas rugosas en la zona de los drenajes superficiales, luego del paso por la zona de El Coyol de Alajuela, el río recibe el agua de cuatro nacientes (Cebadilla, San Miguel, Santa Rita, Siquiaries) que abastecen a las comunidades de Ciruelas, La Trinidad y El Coyol. El mayor problema de la cuenca es que recibe efluentes de descargas domésticas e industriales que llegan hasta la zona de las nacientes para posteriormente abastecer a la población.

En el año 1998 se conforma la cuarta zona industrial en la zona de El Coyol de Alajuela y con ésta una cadena de problemas para las comunidades, pues durante este período se presentan una serie de denuncias de contaminación por parte de empresas que depositan sus aguas residuales sin tratamiento de forma directa al cauce del río. Es a partir de esta época que también se empieza a dar un acelerado desarrollo urbanístico de la zona, presentando problemas por la falta de plantas de tratamiento de aguas residuales o problemas de diseño de los tanques sépticos utilizados en esas urbanizaciones. Aunque el reglamento de vertido y reuso de aguas había entrado en vigencia en el año 1997, la mayoría de denuncias por contaminación se presentan a partir del año 1998.

En esta zona, a finales de los noventa se crea la comisión Municipal de Ambiente Primero en pro del río Siquiaries y se crea el convenio CUNA-MINAE-MUNICIPALIDAD, por medio del cual se logra llevar a cabo un proyecto de conservación y protección de nacientes y en el año 2005 se realiza el proyecto CICA-MUNICIPALIDAD. Con ambos proyectos inicia un programa de fortalecimiento ambiental en la cuenca, iniciando con un proceso de educación ambiental, seguido de diagnósticos de la calidad ambiental de la zona y la búsqueda de soluciones. La zona más contaminada de la cuenca es la parte alta, disminuyendo la contaminación conforme disminuyen también los proyectos urbanísticos y agroindustriales.

En esta zona se ubica una de las actividades industriales más importantes del país, y no se cuenta con un listado completo de las industrias que se ubican en la zona,

pero entre ellas hay industrias cárnicas, lácteas, productoras de solventes, productos alimenticios de pescado, productos médicos, manufactura de productos de PVC, productos de empaque y aislamiento, empresas textiles, electrónicas, de pinturas y acabados de construcción, de productos alimenticios de pollo y embutidos cárnicos.

### *El modelo matemático*

Se utilizó el modelo matemático hidrodinámico MOHID en el tramo de la cuenca comprendido entre las coordenadas 216000 y 223000 N y 500000 y 512000 E. Se analizaron los reportes operacionales de las industrias desde el año 2001 hasta el año 2008. No estaban disponibles los reportes operacionales anteriores al año 2001. Se observan en los datos de los reportes que las empresas han reducido el caudal en los últimos años, esto posiblemente se debe a procesos de producción limpia a los que se han sometido. Además todas cumplen con la normativa de ambos reglamentos en parámetros como DBO, DQO, pH, Temperatura, Sólidos Suspendidos, Grasas y Aceites.

El modelo se utilizó para condición más favorable en la época lluviosa y la condición más crítica en la época seca. El río Siquiaries posee un caudal en época seca de 5 m<sup>3</sup>/s en contraposición de 20 m<sup>3</sup>/s para la época lluviosa. Se trabajó con una cuenca con de 80% de humedad relativa, 20°C de temperatura ambiente, una nubosidad del 0,5%, salinidad de 0,1 mg/L, un nivel aceptable para la vida acuática de 7 mg/L de oxígeno disuelto. Se definió un valor de constante de descomposición de contaminantes de 0.18 d<sup>-1</sup> y una constante de reoxigenación de 0.5 d<sup>-1</sup>. Se calibró el modelo con seis puntos de control de contaminación. En el último punto de control se esperaba un DBO de 26 mg/L de DBO. El modelo se calibró para las condiciones de invierno y verano.

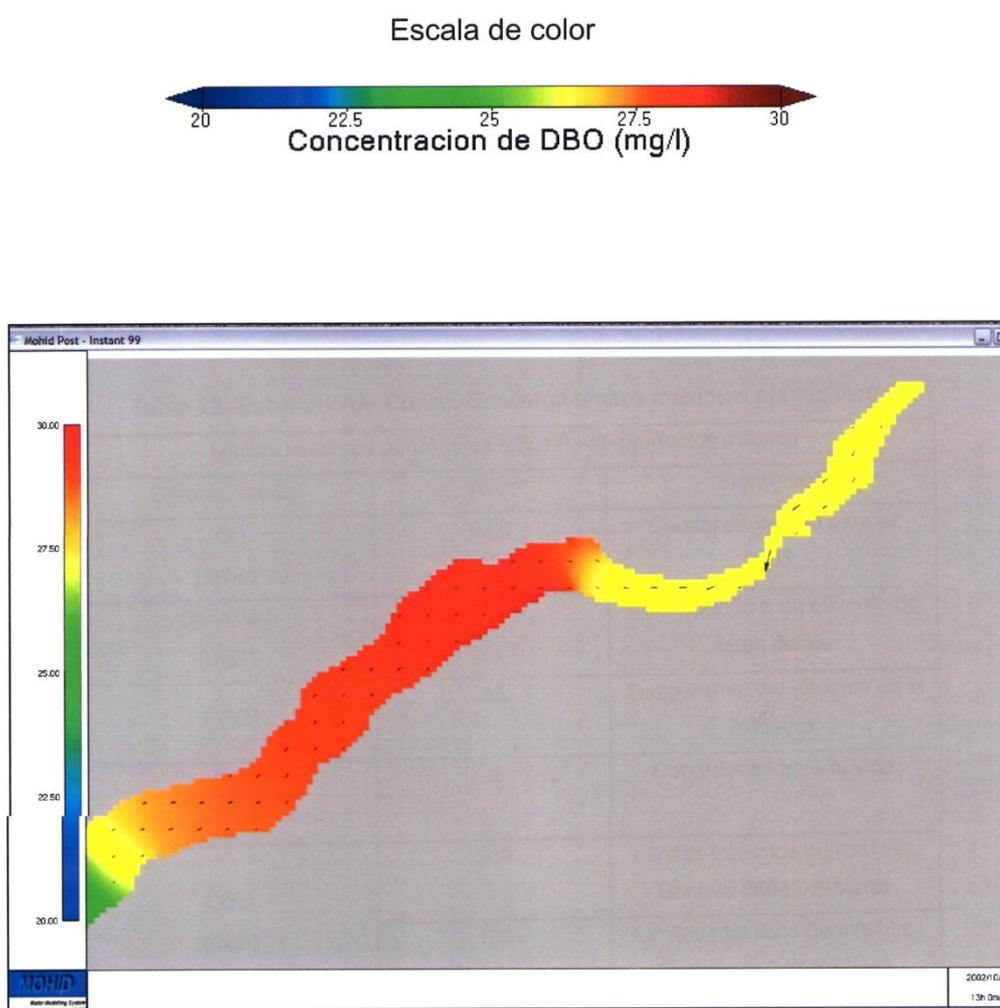
El modelo determinó que aunque se cumpla con la normativa que establece el reglamento de vertido de aguas residuales, el río no cuenta con condiciones que permitan su autodepuración. La concentración en el punto de control es más alta que el valor meta de 26 mg/L, mismo que de por sí es alto si se considera como límite aceptable que los valores de DBO de ríos deben ser inferiores a 10 mg/L (USEPA). Esto significa que el río en tramo estudiado se encuentra en zona de descomposición activa de los contaminantes.

Se hizo el análisis de la calidad del agua de los ríos suponiendo que todas las empresas cumplen la normativa en el límite que establece el reglamento de vertido, por lo que el río se convertiría en un río de efluente pues de manera sostenida el valor de DBO sería superior a 50 mg/L.

Se deduce entonces que la normativa vigente no es suficiente para mantener ríos limpios, pues el reglamento no considera la capacidad autodepuradora de los cuerpos de agua que reciben los efluentes. En el caso particular del río Siquiaries, su capacidad de autodepuración está agotada en el tramo analizado. El cambio en el reglamento tampoco mejoró la calidad de los efluentes (modificación del año 2007), por lo que la calidad del agua en los ríos también se ve perjudicada.

Mientras se mantenga una legislación que permita cumplir con una norma al final de la tubería o en cada descarga, sin que esa norma esté relacionada con la calidad del agua, caudal y demás parámetros de la cuenca en la que se hace descarga será difícil mantener niveles aceptables de calidad de agua de los ríos. Será difícil mantener la vida de las diferentes formas acuáticas mientras no se realice un análisis sinérgico de las descargas de agua en función de la capacidad autodepuradora de los cuerpos de aguas residuales. Mientras esta situación no se dé, la cantidad de demandas por contaminación de cuerpos de agua seguirá aumentando.

**Figura No 7: Modelación para la condición crítica de verano con el vertido reportado por las industrias**



### *Cuenca de Quebrada Honda, Pérez Zeledón*

Un estudio similar se llevó a cabo para la cuenca de Quebrada Honda en Pérez Zeledón. Se eligió esta zona debido a que los vecinos de la comunidad del mismo nombre, así como Sinaí, Santa Margarita, Sagrada Familia, Villa Ligia y La Aurora, se han quejado de manera constante por los malos olores que emana la quebrada.

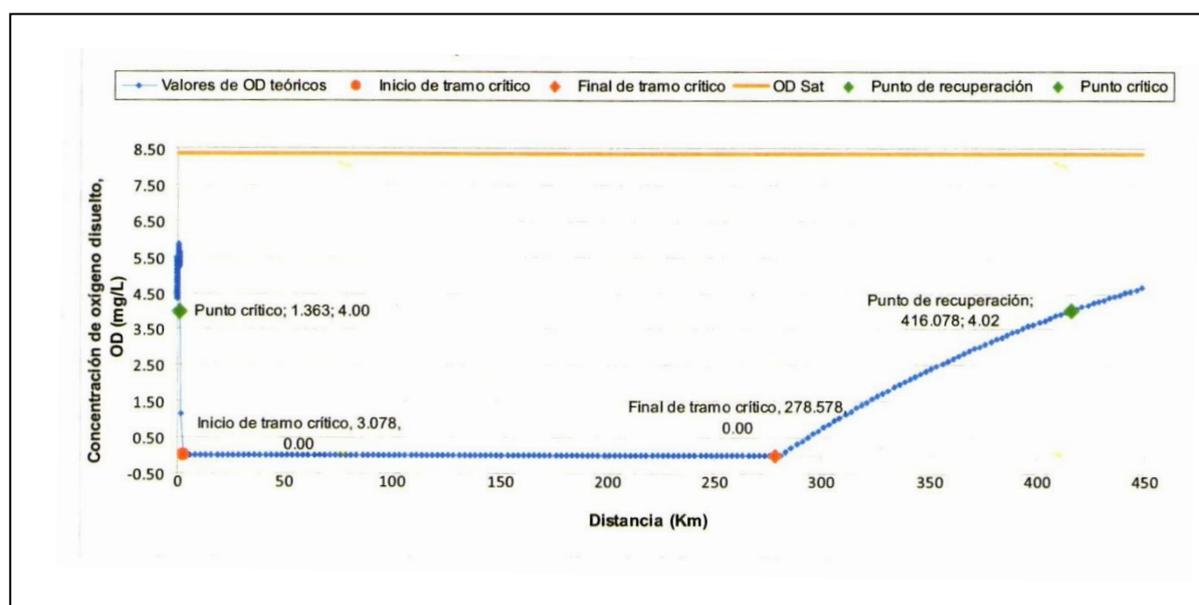
Al llegar a la comunidad de Quebrada Honda ya el río posee algún grado de contaminación producto de las descargas ilícitas de viviendas y los desechos sólidos que se depositan en el mismo.

En este caso en particular se analizó un tramo de 1.08 km y se tomaron muestras de los efluentes de cada una de las agroindustrias que hacen descarga a la Quebrada, específicamente un beneficio de café, una porqueriza y una lechería. El análisis fue realizado ante quejas de la misma comunidad, pues son muchos los años que han soportado problemas como malos olores, muerte de peces, no se puede utilizar para darle de beber a animales, tampoco se puede utilizar para riego de la zona. En otras palabras las excentricidades han restringido el uso del agua.

De acuerdo con Fallas (2010), el problema radica en que el actual Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales de Costa Rica, establece control sobre las concentraciones de contaminantes de las descargas, pero no contempla aspectos hidráulicos, físico-químicos ni biológicos de los cuerpos de agua que reciben las descargas y tampoco se realiza una comprobación de la calidad del agua reportada en los vertidos. Es decir el reglamento no discrimina entre el vertido realizado a una pequeña acequia o un río caudaloso.

Una vez aplicado el modelo se determina que el impacto de las descargas afecta a la población de Quebrada Honda hasta 4 kilómetros aguas abajo del poblado (para un impacto total de más de cinco kilómetros). El río presenta valores de oxígeno disuelto inferiores a 4 mg/L en la mayoría de secciones del tramo analizado, incluso el nivel de oxígeno se reduce hasta obtener anaerobiosis cerca de la unión con el río Pacuar. En la mayoría de ríos con algún grado de contaminación el valor de pH es inferior a 7.0 y dista mucho del valor típico de ríos limpios que establece un valor de pH de 8.3.

**Figura 8: Curva de OD para descargas en el límite permisible del reglamento de vertido. En la realidad la mayoría de industrias supera el límite establecido.**



La quebrada Honda, posee una capacidad de autodepuración mayor a la del río Siquiares, pero aún así resulta insuficiente. En este caso las descargas en muchas ocasiones sobrepasan los límites establecidos en el reglamento de vertido y reuso de aguas residuales, lo que ocasiona que en un tramo de aproximadamente cuatro kilómetros el valor de oxígeno disuelto sea inferior a 4 mg/L. El modelo permitió definir que en este caso en particular las únicas descargas responsables de la contaminación del río son las descargas agroindustriales.

Se repitió el modelo suponiendo que todas las descargas cumplen con la normativa de vertido, justamente en el valor límite que establece dicho reglamento. En este caso se determinó que la Quebrada Honda no es capaz de soportar la carga contaminante, por lo que para que el río mantenga la vida y los niveles mínimos aceptables la porqueriza y la lechería deberían descargar un efluente de 25 mg/L y el beneficio un efluente de 90 mg/L. Sólo bajo estas condiciones los niveles de oxígeno disuelto no serían anaerobios y permitiría que el valor de oxígeno disuelto en la confluencia con el río Pacuar sea de 2 mg/L. En otras palabras, la calidad del tratamiento de agua de la porqueriza debería pasar de 58% de eficiencia a 96% y el beneficio debería pasar de 30% de eficiencia actual a 92%.

También se realizó el análisis suponiendo sólo se realiza una descarga agroindustrial, y se determinó el impacto de las descargas individuales en la calidad del agua del río. Obteniéndose de esta forma una mejor capacidad asimilativa por parte del río. En este caso en particular se determina que ante la ausencia del efecto sinérgico que causan las descargas de contaminación, se dan permisos de funcionamiento en zonas donde la capacidad de asimilación de los cuerpos de agua es limitada, lo que aumenta los problemas de contaminación de la zona.

Se deduce entonces varios problemas, uno de ellos está asociado a la limitada capacidad de mejoramiento de los ríos mientras se mantenga el reglamento de vertido y reuso actual, mientras se mantenga una calidad de efluentes en función de la concentración de contaminantes al final de la tubería y no se considere la capacidad autodepuradora de los cuerpos de agua. También es problemático el hecho de que se giren permisos sanitarios y patentes sin haber realizado un estudio complejo sobre la capacidad asimilativa del ambiente que se verá perjudicado. Actualmente se piden estudios relacionados con la capacidad soportante del suelo o la geología de la zona en estudio, o la descripción de los pozos existentes en la zona así como el ambiente biológico que rodea el proyecto, pero no se realizan proyecciones sobre la capacidad de autodepuración de los cuerpos de agua o de asimilación de contaminantes por la mayoría de ríos o quebradas. Si se realizara un estudio sinérgico en este tema, es posible que muchos ambientes se vean beneficiados, pues algunos cuerpos de agua llegaron ya a la capacidad de asimilación máxima o bien los desarrolladores estarían obligados a mejorar sus procesos de tratamiento para no perjudicar el ambiente.

## **Desafíos**

Algunos aspectos que deben ser considerados en los próximos años para garantizar que el país se pueda ofrecer internacionalmente como un país que promueve el desarrollo sostenible cuidando de los recursos naturales se detallan a continuación:

- Se debe realizar más inversión en saneamiento y potabilización de agua. La inversión realizada hasta la fecha no es suficiente. Los presupuestos de las instituciones deben agotar los rubros destinados a la inversión de ese tipo de obras.
- Se debe capacitar a los operadores y funcionarios de sistemas de tratamiento de agua potable y aguas residuales, sólo así se garantizará agua potable para todas las comunidades.
- LA calidad del agua debe ser la misma en todo el país, no es posible que se realicen algunos análisis sólo en función de número de usuarios del acueducto, garantizando una mejor calidad del agua para aquellos acueductos que tienen un número mayor de usuarios y prácticamente no se realizan análisis en otros acueducto. No se suficiente realizar a diario análisis de pH y turbiedad. En algunos casos de manera esporádica se realizan análisis de Coliformes Totales y Fecales y en muy pocas ocasiones se realizan análisis de plaguicidas, trihalomentanos y metales pesados. Estos últimos análisis no forma parte del control semanal de las plantas potabilizadoras.
- En las municipalidades debe existir un departamento de acueductos y alcantarillados.
- Se debe fomentar la medición domiciliar
- Se debe mejorar la estructura tarifaria, fomentando un esquema que promueva el ahorro.
- Se debe fomentar en todas las instituciones el mantenimiento preventivo, sustituyendo medidores dañados y reparando fugas.
- Mantener actualizado el censo de abonados, así se evitan las conexiones clandestinas
- Se deben identificar las zonas de recarga de acuíferos y protección de fuentes de agua potable. Debe fomentarse un programa de desarrollo que evite la contaminación de acuíferos.
- Se debe fomentar el uso de accesorios de bajo consumo, esto garantizaría un ahorro del 39% en el volumen de agua (Camacho, 2205).
- Se recomienda establecer un sistema crediticio o fiscal que estimule la colocación de accesorios de ahorro de energía, agua o en general de disposición de desechos, pues a la fecha los accesorios que garantizan responsabilidad ambiental son más caros que las otras opciones que ofrece el mercado, lo que hace que la construcción se encarezca.
- La densificación de ciudades debe darse en aquellas zonas donde hay alcantarillado sanitario, no en zonas donde debe utilizarse un sistema de percolación de agua en el terreno.
- Se debe garantizar que toda planta de tratamiento cumple con requisitos técnicos de diseño y que se dará operación y mantenimiento sostenible, pues de lo contrario se convertirán en estructuras tipo by pass o finalmente quedarán en desuso.
- En las zonas donde se debe instalar un tanque séptico se debe considerar la colocación de una biojardinera, para mejorar la calidad de las aguas y reducir el volumen de agua que se vierte.

## Bibliografía

Araya, D y Delgado, R. *Saneamiento de Aguas Residuales de Alajuela, Costa Rica*, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, Municipalidad de Alajuela, 2000.

Astorga, Y. *Decimo quinto informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Informe Final Situación del Recurso Hídrico*. San José, 2009.

BID, MINAE, IMTA. *Elaboración de Balances Hídricos por cuencas hidrográficas y propuestas de modernización de la redes de medición de Costa Rica*. San José: 2008.

Camacho, E. *Evaluación Técnico Económica de diferentes accesorios de consume de agua aplicados en Costa Rica*. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil: UCR, 2005.

Contraloría General de la República, *Memoria Anual 2009*. La Contraloría, San José, 2010.

Di Lucca, S. *Evaluación de un Humedal Artificial como Sistema de Tratamiento Complementario de Aguas Residuales Domésticas para la zona de Tortuguero*. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil, San José, 2009.

Fallas, R. *Análisis del proceso de purificación natural del agua de la Quebrada Honda de Pérez Zeledón como respuesta al impacto producido por la agroindustria*. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil. UCR. 2010.

García, F. *Evaluación de los procesos operativos en planta de tratamiento de aguas residuales aerobias, a fin de estandarizar metodologías*. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil: UCR, 2005.

Gómez, C. *Evaluación del Nuevo Reglamento de Vertido de Aguas Residuales en Cuerpos de Agua. Estudio Río Siquiaries*. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil. UCR. 2009.

ICAA. *Rendición de cuentas Gestión 2009*. San José, 2009.

ICAA. *Rendición de cuentas Agua y Saneamiento Periodo 2006-2009*.

ICAA. *Hidrogénesis*. Volumen 7, Nos 1 y 2. ISSN 1659-1968. 2009.

MINAET. *Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos*. San José, 2008.

MINAET. *Política Hídrica Nacional*. San José, 2009.

OPS, *Calidad del Agua Potable en Costa Rica*. OPS: San José, 2003.

Orias, L. *Metodología de Diseño de Estaciones de Rebalse en Sistemas de Alcantarillado Combinado*. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil. UCR. 2002.

ProDUS-UCR. *Diagnóstico Socioeconómico para Costa Rica, Informe Final*. UCR: 2010.

ProDUS-UCR. *Estudio de Análisis y Prospección del Sistema Urbano de la Gran Area Metropolitana GAM: Informe Final, Tomo 3*. San José, 2007.

Rodríguez, G. *Métodos Físico-Químicos para la eliminación de ácido húmicos en fuentes de agua para consumo humano*. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil. UCR 2008.

Smolan, R y Erwit, J. *Blue Planet Run: The race to provide safe drinking wáter to the World*. Earth Aware: California, 2007.

Trejos, J.J. *Diagnóstico y Soluciones a los Servicios de Saneamiento Ambiental en la Comunidad de San Martín, Ubicada en Jiménez de Pococí*. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil. UCR 2007.

*Votos relevantes de la Sala Constitucional en material de Aguas Residuales y Agua Potable*. 2010.

Internet:

<http://www.esph-sa.com/> ... proyecto saneamiento ambiental. Consultado en abril 2010.

[https://www.minaet.go.cr/somos\\_noticia/](https://www.minaet.go.cr/somos_noticia/) consultado en abril de 2010.