

**DECIMONOVENO INFORME
ESTADO DE LA NACIÓN EN DESARROLLO
HUMANO SOSTENIBLE**

Informe final

**Manejo, disposición y desecho de las aguas residuales
en Costa Rica**

*Investigador:
Francisco Angulo Z.*



Nota: Las cifras de las ponencias pueden no coincidir con las consignadas por el XIX Informe Estado de la Nación en el tema respectivo, debido a revisiones posteriores. En caso de encontrarse diferencia entre ambas fuentes, prevalecen las publicadas en el Informe.

Contenido

Hallazgos Relevantes	3
Resumen	3
Introducción	4
Panorama actual del saneamiento.....	5
Historia.....	6
El sistema sanitario.....	7
Aguas residuales: el nuevo desafío ambiental de Costa Rica.....	8
Cobertura de saneamiento actual: menos tanques, más colectores, mismo tratamiento	8
Colectores sanitarios	10
Más descargas en los ríos	10
Tratamiento del agua.....	10
Generadores tratan misma cantidad de agua	10
Contaminación.....	15
Aguas superficiales reciben más y nuevas formas de contaminación	15
Contaminantes emergentes.....	17
Un hallazgo con cifras.....	17
Contaminación de mantos acuíferos	17
Tarifas	18
Cambios en el modelo tarifario y aumentos	18
Educación sobre agua residual	19
Oferta académica / Laboral	19
Fuente: bases de datos estadísticos UPE-INA, 2012.....	21
Sistemas alternativos	21
El temor al cambio, un paso que pocos dan.....	21
Denuncias y Fallos de la Sala IV	23
Pocas denuncias, sentencias fuertes.....	23
Empresas de transporte y tratamiento de lodos	26
Plantas de desarrollos urbanos son “brasas calientes”	27
Operadores del Estado no asumen proyectos privados	27
Condominios	27
Normativa legal.....	28
Política Nacional de Agua Residual.....	29
Bibliografía.....	32

Hallazgos Relevantes

- ✓ Por primera vez en 11 años se estanca y descende la cantidad de tanques sépticos instalados, aumentando así la cobertura por red de alcantarillado sanitario.
- ✓ La cantidad de agua tratada no aumenta, sigue en 3,6%. Se mantiene esta constante durante los últimos cinco años.
- ✓ Aumenta el caudal de descarga de agua residual en los ríos.
- ✓ Aparecen contaminantes emergentes, como antibióticos, productos farmacéuticos y de cuidado personal en aguas superficiales.
- ✓ Cambió el modelo tarifario, de contar con el intervalo de consumo 0-15 m³ a tarifa por m³ consumido. Tarifa aumentó entre un 5% y un 70% en el país.
- ✓ Solo un ingeniero sanitario se inscribió ante el CFIA en el 2012. No existe la carrera en el país.
- ✓ Sentencias de la Sala IV aunque son fuertes y contundentes, se quedan en papeles.
- ✓ 156 empresas transportan el lodo séptico de más de 4,4 millones de personas.

Resumen

Esta investigación documenta los principales elementos y aspectos que caracterizan el panorama actual del manejo y disposición de las aguas residuales en Costa Rica. Para ello presenta, entre otras cosas, una serie de datos e indicadores sobre la cobertura en saneamiento, el sistema sanitario del país y los niveles de contaminación de los cuerpos de agua. Asimismo, se estudia y analiza la normativa legal en esta materia destacando como uno de los hallazgos la ausencia de una Política Nacional de Aguas Residuales pese a los esfuerzos de distintos grupos e instancias, como por ejemplo del Instituto Costarricense de Aguas y Alcantarillados (ICAA).

Por otra parte, se describen algunas de las opciones que existen en el mercado en cuanto a sistemas de tratamiento alternativo de agua residual y las posibles implicaciones de su adopción. En este sentido, se hace referencia a los esfuerzos que ha venido realizando la Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente (ACEPESA), desde el año 2005 con el apoyo de universidades estatales y organizaciones internacionales, en investigación y desarrollo de alternativas de ecosaneamiento. Finalmente, se destaca la necesidad de ampliar la frontera a nivel educativo y laboral en materia de saneamiento. Al respecto, se indica que en Costa Rica no se imparte la carrera de ingeniería sanitaria y hasta el 2012 se graduaron 24 personas en ingeniería ambiental del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR).

Descriptores: saneamiento, agua residual, alcantarillado sanitario, contaminación, ambiente, contaminantes emergentes, sistemas alternativos, normativa legal, Política Nacional de Aguas Residuales.

Introducción

Existen cuatro caracterizaciones del agua residual (Mecalf y Eddy, 2000):

- Doméstica: la usamos día a día
- Industrial: proviene de procesos de producción
- Infiltraciones o aportaciones incontroladas: orígenes de agua residual desconocido o no controlable, que caen en los sistemas pluviales o sanitarios, como derrames.
- Pluviales: incluye los contaminantes que acarrea el agua de lluvia como fertilizantes, plaguicidas y otros vertidos como derrames químicos, tóxicos, biológicos y otros en las calles.

Según el decreto N° 33601-MINAE-S, Reglamento de Vertido y Re-uso de Aguas Residuales, la clasificación de las aguas es:

- **Agua residual de tipo ordinario:** agua residual generada por las actividades **domésticas** del hombre (uso de inodoros, duchas, lavatorios, fregaderos, lavado de ropa, etc.)
- **Agua residual de tipo especial:** agua residual de tipo diferente al ordinario.

Para Metcalf & Eddy (2000) la composición del agua ordinaria puede tener la siguiente caracterización:

Tabla 1
Composición típica del agua residual doméstica bruta
(miligramos por litro)

	Concentración		
	Débil	Media	Fuerte
Sólidos totales ST	350	720	1200
DBO, mg/L	110	220	400
DQO, mg/L	250	500	1000
Grasa, mg/L	50	100	150
Nitrógeno total (N)	20	40	85
Fósforo Total (P)	4	8	15
Coliformes totales Nº/100 ml	10 ⁶ -10 ⁷	10 ⁷ -10 ⁸	10 ⁷ -10 ⁹

Fuente: Metcalf y Eddy, 2012, Composición típica del agua residual doméstica bruta. Tabla 3-16, p 125.

La ingeniería sanitaria trabaja con ocho panoramas específicos de las aguas residuales que deben ser tomados en cuenta. Todos reaccionan por causas antropológicas o naturales:

1. La naturaleza cambiante del agua residual que hay que tratar
2. El problema de los residuos industriales
3. El impacto de las aguas pluviales y fuentes no localizadas de contaminación
4. Aliviado de colectores unitarios
5. Operaciones de tratamiento procesos y conceptos
6. Problemática de salud pública y medioambiente
7. Efectividad de los procesos de tratamiento
8. Pequeños sistemas de tratamiento y sistemas individuales, (Mecalf y Eddy, 2000).

Estas consideraciones básicas son precisamente, las áreas en que nuestro país no ha logrado avanzar de forma segura y consistente. El historiador Pompilio Segura¹, señala que si el agua potable fue el gran reto del siglo pasado y que Costa Rica ya cuenta con una excelente cobertura del líquido, el gran reto para el nuevo siglo es tratar las aguas ya utilizadas.

Panorama actual del saneamiento

Según los informes ACH del Laboratorio Nacional de Aguas (Mora D., 2012) nuestro país ha venido mejorando año con año el saneamiento básico, llegando al 99,38% en el 2012 (Ruiz, F. 2012). Por otra parte, datos del LNA, la Contraloría General de la República y del estudio Focards-APS, desarrollado para el AyA durante el 2012, señalan que el tratamiento de agua residual en plantas centralizadas se ha estancado en el 3,6%.

Según el LNA el 72%, de la población utiliza el tanque séptico como sistema de recolección y para el tratamiento de aguas residuales. Con datos del Censo Nacional 2011, hablamos de más de 900 mil viviendas con tanques sépticos. Por su parte el estudio FORCARD-APS-SICA apunta a un 70,54%. Ambos datos se apegan a la constante de presencia de tanques sépticos en el país. Sin embargo, el LNA hizo un segundo escenario utilizando el 6,3% de omisión que según el informe del LNA, existe en el censo 2011. Con base en estos datos, el LNA hizo la proyección 2012 y define como dato que los tanques sépticos son utilizados por el 75% de la población.

Para efectos de estudio el LNA utiliza como base el valor medio de 74% de cobertura de tanques sépticos. Sin utilizar el 6,3% de omisión, la cobertura de saneamiento por tanques sépticos para el LNA es de 75%. En todos los estudios realizados, se evidencia una baja sensible en el uso del tanque séptico.

El tanque séptico es un sistema de tratamiento anaerobio –sin oxígeno- del agua residual, lo que permite una estabilización de los sedimentos que viajan en el agua, convirtiéndose en materia orgánica en degradación. Con ello aparecen las colonias de microorganismos degradadores de la materia dentro del tanque. Esto facilita un tratamiento primario y secundario del agua, acumulando los residuos estabilizados en la parte inferior del tanque y aquellos flotantes en forma de natas llegan a sedimentar hasta hundirse en el tanque o en caso de daño en la estructura, salen por el drenaje, lo cual no debería suceder. También son extraídos por empresas que se dedican a este fin.

En Costa Rica solo hay siete empresas autorizadas para el tratamiento y disposición de lodos sépticos (Ministerio de Salud, 2013).

La capacidad del tanque séptico es limitada, dado que cuenta con un único módulo de tratamiento por lo que factores como antigüedad, daños estructurales, características de suelo, errores de construcción, materiales de baja calidad y desprotegidos, diseños equivocados, obstrucciones, acumulación de lodos excesiva, entre otros, afectan el correcto funcionamiento de estas unidades para el tratamiento de aguas residuales, impidiendo una adecuada degradación de la materia orgánica.

Especialistas en el campo (E: Rosales., 2013) señalan que la capacidad de degradación de la materia orgánica en un tanque séptico llega hasta un 70%, cuando sus dimensiones y proporciones obedecen a un diseño según la cantidad, usos del agua y costumbres de los usuarios, así al llevarse a cabo el correcto proceso de operación y mantenimiento. Además, el buen funcionamiento de esta técnica dependerá de las condiciones del suelo, y su capacidad para recibir los volúmenes de agua tratada, acorde también a la cantidad de usuarios, como por el correcto diseño y correcta construcción de los drenajes.

Cabe destacar que los tanques sépticos son sistemas para el tratamiento de aguas residuales ordinarias, por lo que líquidos con residuos químicos, metales pesados, farmacéuticos entre otros no orgánicos sufren degradación a plazos muchos más lejanos de lo que un tanque séptico puede tratar en tiempo corto. Es un sistema individual para el tratamiento de aguas residuales producidas por familias que habitan en zonas residenciales poco pobladas, en ciudades donde no existe acceso a otros sistemas colectivos de tratamiento (E: Rosales, 2013).

Sin embargo, el desarrollo urbano de nuestro país aventajó los sistemas de tratamiento de agua residual, a diferencia de los cuidados que se tomaron con respecto a la potabilización del agua; gestión de los últimos 50 años.

Historia

Los pocos sistemas de alcantarillado sanitario del país son recientes. Nacieron con el crecimiento urbano de mediados de siglo XX, cerca de 50 años después de que se instauraran estos sistemas en Europa y Estados Unidos (Metcalf y Eddy, 2000).

La población desde antes de la conquista se abastecía de nacientes y ríos. El encuentro de la cultura indígena y española, y el sometimiento de aquella por esta última, significó la alteración en el manejo del recurso hídrico, ya que se inició un uso intensivo y sin protección del recurso hídrico aunado a la deforestación y destrucción de la fauna.

El uso de la acequia era la forma de abastecimiento desde principios del siglo XVII, principalmente en Cartago (Vargas, A. 2001). La acequia es un sistema de canalización de agua en el cual se excava un canal paralelo a un río o quebrada, revistiéndolo con piedra bola o papa para facilitar su flujo. En 1714 se documenta la primera saca de agua en Heredia (Meléndez C., 2001). Pacaca y Aserrí utilizando el mismo método. Y en 1752, el agua canalizada mediante acequias se distribuyó en San José (Vargas, A. 2001).

El impulso al desarrollo agrícola y ganadero, además del crecimiento de la población trajo consigo una demanda exponencial de agua, año con año y el riesgo y los hechos de contaminación se fueron acrecentando.

Las acequias brindaron al Valle Central el recurso hídrico necesario para consumo, pero la debilidad del saneamiento, llevó a los ciudadanos a realizar acciones en contra de su misma higiene, por ejemplo; disposición de excretas humanas y animales, desechos sólidos orgánicos o de producción en las mismas acequias, lanzamiento de desechos de café, metales pesados como oro, hierro y otros.

Los ciudadanos de todo el país, además de tomar el agua de las acequias y taulías, se bañaban, lavaban ropa y hacían sus necesidades fisiológicas ahí mismo. El problema acentuado con más de 300 años, vino a complicarse aún más con el desarrollo urbano y la instalación de letrinas y excusados –muchas veces- sobre las acequias, lo que generó y acentuó epidemias de enfermedades transmitidas en el agua: cólera, parásitos intestinales como amebas, giardia lamblia, coliformes fecales, salmonella entre otras contagiosas, incluso la lepra.

En 1865 se empezaron a construir los tanques para la cañería capitalina que se inauguró el domingo 25 de octubre de 1868 y la cual fue terminada en 1869. En Heredia, la cañería no entró en operación sino hasta 1910, casi 30 años después del primer intento en construirla.

Los problemas de salud en la población se agravaron. Uno de los impulsores del saneamiento fue el doctor Solón Nuñez. En 1927 el doctor Nuñez fue nombrado el primer ministro de Salubridad Pública, cargo que ocuparía hasta 1936 y luego también entre 1943 y 1948 (Jiménez R., 2010).

“A finales del siglo XIX, la ciudad de San José crecía en forma acelerada y demandaba más agua, lo que obligó a las autoridades de ese entonces, a tomar un caudal adicional de aguas del río Tiribí y adicionarle al caudal que ya se tomaba de los ríos Torres y María Aguilar, para un abastecimiento adecuado de agua potable para la ciudad”, destacó el Eco Católico el 3 de enero de 1898.

En 1956 el Ministerio de Salubridad hizo un estudio y un proyecto para mejorar la situación sanitaria de Puntarenas con 14 redes sanitarias y una pluma de dilución en el estero. Desde esa fecha está documentado el estudio de la afectación de las aguas residuales en este sector de Puntarenas, en el que se halló una alta concentración de coliformes fecales, hasta tres veces la norma de 1000 coliformes por cada 100 mililitros (Brunker, T. 1965).

El sistema sanitario

Los casos de enfermedades atendidos y potenciales, llevaron al desarrollo del alcantarillado sanitario, construido principalmente por las municipalidades de Alajuela, Heredia, Cartago y San José, con el apoyo de los gobiernos de turno y algunos benefactores. Durante las primeras décadas del siglo XX, se construyeron los alcantarillados sanitarios de estos lugares con descargas de aguas residuales en los ríos y algunos tanques tipo Imhoff. De estos, queda operando el tanque Imhoff en el Coyol de Alajuela que cuenta con un filtro percolador de grandes dimensiones que recolecta gran cantidad de desechos sólidos. Este sistema de sedimentación funciona como un tanque séptico gigante, con tratamiento primario (separación de desechos sólidos).

El ingeniero Elías Rosales, destacó que durante los años 80, encontró planos de 1920 de la ciudad de Cartago y entonces ya tenía alcantarillado y sistema para el tratamiento de sus aguas residuales. “Eso se levantó cuando se reconstruyó la ciudad después del terremoto de 1910. Incluso, en algún documento escribí que eso representaba que nuestras ciudades cabeceras tuvieron ese servicio antes que ciudades de los Estados Unidos” (E: Rosales., 2013)

Los colectores sanitarios instalados fueron al principio, importados de Bélgica contruidos de alcarraza vitrificada. Posteriormente se desarrolló el modo de confección en nuestro país y se continuó con la producción de colectores sanitarios de este material.

La acidez y otros factores como concentraciones de gas por las mismas aguas, facilitaron la corrosión y daño en las uniones de colectores, así como los terremotos de los últimos 50 años, afectaron seriamente los colectores sanitarios ocasionando desfases entre los mismos, rupturas en las uniones y en las estructuras más deterioradas. Especial daño sufrió el cantón de Limón.

Sumado a esto, los sistemas sanitarios sufren invasiones por el crecimiento de raíces que perforan y traspasan los colectores en los puntos más débiles, sean de alcarraza, hierro plástico o concreto. La acidez de las aguas afectan las paredes internas de los colectores y las crecidas de ríos dañan su estructura y funcionamiento. En nuestro país ríos urbanos arrasaron colectores y subcolectores completos debido al crecimiento de ríos y la carencia de obras de protección.

Tras la creación del Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SNAA, 1961) hoy día, AyA, el país trató de retomar y recuperar los sistemas de alcantarillado sanitario, iniciando con personal dedicado al mantenimiento de las redes, impulsando el crecimiento vegetativo del mismo.

La falta de operación y mantenimiento permitió que sistemas como los de Heredia, Cartago y San José, colapsaran y hasta el día de hoy los antiguos tanques Imhoff no son más que una historia que contar. Quedaron como drenajes abiertos para canalizar las aguas a la cuenca de los ríos Tárcoles, Reventazón y otros cuerpos de agua superficial.

Aguas residuales: el nuevo desafío ambiental de Costa Rica

Cobertura de saneamiento actual: menos tanques, más colectores, mismo tratamiento

Antes de 1975, el desarrollo de las cabeceras de provincia periféricas contó con el beneficio de la construcción de redes de alcantarillado sanitario en tubería de concreto, hierro y para los años 80 en pvc, así como sistemas de tratamiento de agua residual.

Desde hace más de una década, el Laboratorio Nacional de Aguas ha realizado un trabajo de control sobre los sistemas de Agua para Consumo Humano (ACH) y aguas residuales. Según el último informe, presentado en abril del 2013 (Mora D., 2013) la tendencia de expansión del uso de tanques sépticos se detuvo en 2011 y por primera vez en once años, descendió. Esto significa un crecimiento en la red de alcantarillado sanitario como sistema de recolección de aguas residuales, mismo dato que se ve reflejado en el estudio ACH del LNA.

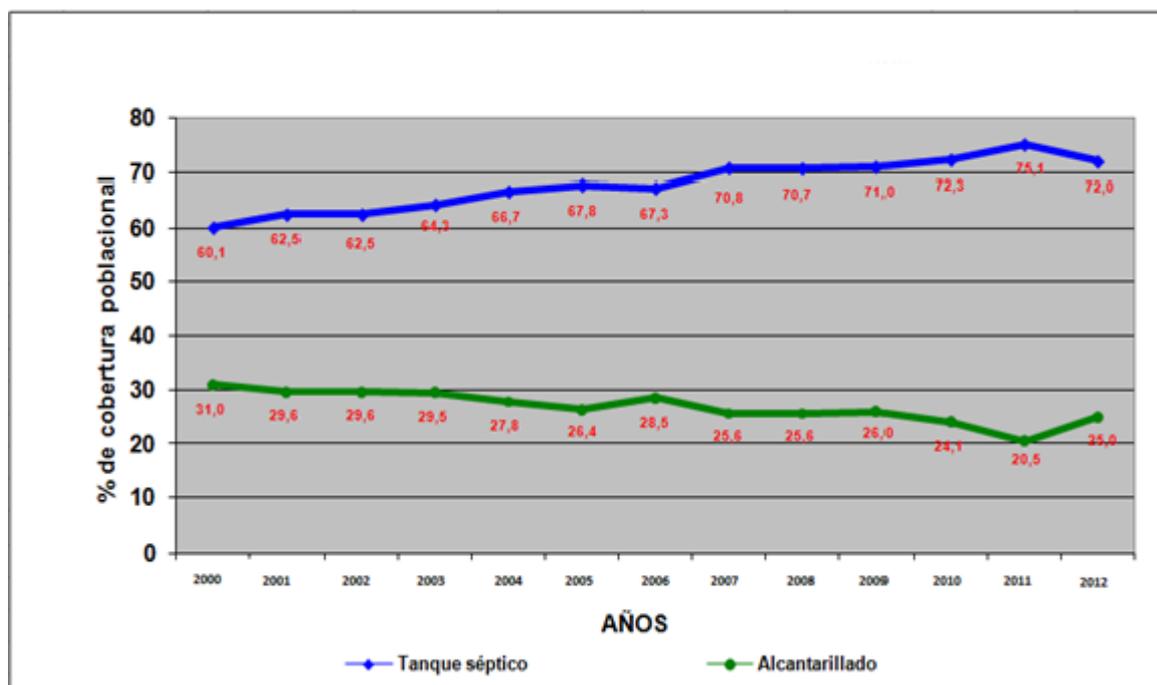
Lo anterior, no necesariamente significa que aumentara el adecuado tratamiento de agua residual, recolectamos más agua pero la lanzamos a los ríos. El proceso integral para la adecuada disposición de las aguas residuales, es recolección-tratamiento. En el país, se impulsan los proyectos de recolección mediante alcantarillado sanitario y

tratamiento en plantas, pero el panorama actual ofrece bajos índices de cobertura de tratamiento en planta. La infiltración o vertido en cuerpos de agua de efluentes de planta o drenajes de tanques de aguas con diferentes niveles de tratamiento; o bien, las descargas de aguas crudas componen el todo actual.

El total de saneamiento básico del país es de un 99% de población cubierta. Del 100% del saneamiento existente, el 2% utiliza letrinas, el 72% hace uso de tanques sépticos, 25% de la población descarga en un alcantarillado o cloaca y el 1% usa la fosa biológicaⁱⁱ.

El 3,6% de la población cuyas aguas residuales reciben algún tratamiento, indistintamente si cumple o no con la normativa en salud y límites de descarga establecidos en el Reglamento de Vertidos Decreto 33601-MINAE-S, esta situación sin detalle se mantiene como una constante desde hace más de cinco años en nuestro país.

Gráfico 1
Evolución de la disposición de excretas por alcantarillado y tanque séptico
(por año)



Fuente: LNA, ACH 2013.

Esto significa que la ampliación de la red de alcantarillado sanitario en 2012 pudo haber aumentado el caudal de descarga de agua residual sin tratamiento en los ríos. Diferentes estudios desarrollados principalmente por el Instituto Tecnológico de Costa Ricaⁱⁱⁱ, la Universidad de Costa Rica y la Universidad Nacional, advierten el aumento de la carga orgánica, aparición de metales pesados, químicos y otros contaminantes en los ríos de la GAM y zonas periféricas (CGR,2013), principalmente en áreas con crecimiento demográfico constante. Esto va de la mano con un desarrollo urbano sin las correctas regulaciones sobre el tema de aguas residuales.

Colectores sanitarios

Más descargas en los ríos

Las cabeceras de provincia y cantones que cuentan con red sanitaria, en la mayoría de los casos, canalizan las aguas residuales directamente a los ríos. La Contraloría General de la República es enfática en que esta situación es la constante en todo el país, en su informe DFOE-AE-IF-01-2013, señala que: “el país enfrenta un escenario de contaminación hídrica sin control, que tiene altamente afectadas cuencas hidrográficas importantes como Grande de Tárcoles, Grande de Térraba, Tempisque y Reventazón. Esta contaminación incide desfavorablemente en las playas del país, en la acuicultura y en el balance de los ecosistemas acuáticos como es el caso de la degradación de los arrecifes coralinos. Además, amenaza la cobertura nacional de agua potable que no alcanza el 100%, siendo las comunidades rurales las más afectadas” (CGR, 2013).

Heredia contabiliza siete grandes descargas de aguas residuales directamente en ríos, lo mismo que Alajuela, Cartago, y los colectores de las Asadas de Mora de Turrialba, Palmar Sur, y Golfito carecen de sistemas de tratamiento. En San José solo 4 de 16 plantas de tratamiento cumplieron con el Decreto 33601-MINAE-S Reglamento de Vertidos durante el 2012. En la Capital, además de la carga residencial, se suman 205 grandes generadores de agua residual desde ordinarias hasta comerciales e industriales, que vierten el agua sin tratamiento en los ríos Tiribí, Torres, Rivera y María Aguilar, tributarios del Grande de Tárcoles (CGR, 2013).

El arrastre de contaminantes y las descargas de agua residual hacen que cinco playas no sean aptas para bañistas: Quepos, Azul, Tárcoles, Portete y el Balneario municipal de Limón. Por su parte, 27 están en riesgo sanitario debido a las descargas de agua residual: Brasilito, Manzanillo, Sámara y Carrillo en Guanacaste; Pochote, Tambor, El Roble, Doña Ana, Uvita, Blanca-Jiménez, Esterillos, Hermosa, La Macha-Tulemar y Puntarenas en esa provincia, Manzanillo de Limón y Cieneguita en el Caribe. Sin embargo las playas con el riesgo más alto de contaminación sanitaria son El Coco y Tamarindo en Guanacaste, Jacó, Espadilla, Mantas de Punta Leona, Herradura, Montezuma, Piuta y Puerto Viejo (Mora D, 2013).

Además de las descargas a ríos, no se han contabilizado los daños que pueden tener los colectores existentes, lo que permite la filtración de las aguas residuales en el subsuelo.

Los más de 18 terremotos y sismos fuertes que han golpeado al país desde 1962, raíces que rompen tuberías y otros eventos, dañan los colectores ocasionando pérdidas de agua residual. No hay documentación que cuantifique estas pérdidas.

Tratamiento del agua

Generadores tratan misma cantidad de agua

Según el Ministerio de Salud existen 5028 generadores de agua residual distribuidos en todo el país.^{iv} Sin embargo, este dato coincide con el número total de entes generadores registrados por el Ministerio de Ambiente y Energía en la Base de Datos que se trabajó en el año 2005 para efectos del Canon Ambiental por Vertidos, según señala la Dirección de Gestión de Calidad Ambiental (DIGECA)^v.

Además de este dato, el Ministerio no cuenta con otra base centralizada que permita el control de los sistemas de tratamiento de agua residual existentes, sino, que cada área de salud, tiene el conteo de éstos y los reportes operacionales de cada zona específica en las nueve Direcciones Regionales y las 81 Áreas Rectoras de Salud.

Podemos distribuir los operadores de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en: municipales, operados por el Estado en la figura de AyA, Asadas y operadores privados.

El AyA posee sistemas de tratamiento en Liberia, Cañas, Nicoya, Santa Cruz, El Roble y Buenos Aires en Puntarenas, San Isidro de Pérez Zeledón, Limón, La Guácima y El Coyol de Alajuela, Santa Cecilia de Puriscal, Bulevar las Palmas y Bosques de Santa Ana y Rincón Verde en San Pablo de Heredia. Cada una de estas plantas, cuenta con características particulares (cuadro 1).

Los casos más llamativos son las lagunas de Santa Cruz, la PTAR de Puntarenas y Limón. Estos cantones son los únicos con disponibilidad para recibir nuevos proyectos urbanísticos, podría captar hasta cinco veces más de caudal de la capacidad en uso hoy día.

Otro caso es la planta de El Roble en Barranca, Puntarenas, que utiliza la tecnología de lodos convencionales y es la más grande del país con un caudal de 85 l/s pero no cumple con la calidad del efluente vertido al estero de Puntarenas y los lodos van a lagunas semi enterradas (tres metros) al descubierto lo que genera malos olores. Como medida de mitigación, se aplican bacterias para el control de generación de malos olores (E: Araya, A. 2013).

En 2004, inició la construcción del emisario submarino de Limón, que un año después entró en operación. Cuenta con una Estación de Pre Acondicionamiento (EPA) y una línea de descarga de 1.800 metros de longitud mar adentro. En los últimos 60 metros posee difusores por donde se descarga el agua residual de la ciudad. Ahí se genera la pluma de dilución-dispersión. Dos veces al año se revisa el sistema y entre los últimos hallazgos está la conformación de un arrecife artificial sobre la estructura sanitaria.

El emisario fue modelado tomando en cuenta las variables de profundidad, dirección y velocidad de corrientes, así como salinidad, temperatura, velocidad del viento que arrojaron un factor T90 que es el tiempo en el que mueren el 90% de las bacterias. Las normas internacionales, señalan un monitoreo de hasta 300 metros aguas afuera de las playas cercanas al punto de descarga del emisario, dos o tres veces por estación, utilizando al menos, lo siguientes parámetros:

- Temperatura (perfil vertical)
- Salinidad (perfil vertical)
- Coliformes Totales y/o Fecales
- Oxígeno Disuelto*
- pH*
- Disco Secchi
- Sólidos suspendidos
- Grasas y aceites (Salas, H. 2000)

Ante la posibilidad de eutroficación, la OMS, sugiere la medición de otros parámetros como, serie de Nitrógeno (N-orgánico, NH₄, NO₂, NO₃) en la superficie a nivel medio y al fondo, fósforo total y orto-fosfatos, clorofila 'a' (zona eufótica) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). La Agencia Norteamericana Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) recomienda el monitoreo del indicador *Enterococci* desde el año 1985 en los puntos de descarga de emisarios submarinos ya que según Salas, “es el mejor organismo indicador y ha desarrollado una relación cuantitativa entre él y el riesgo de enfermedades gastrointestinales asociado con la natación en aguas contaminadas” (Salas, H. 2000).

Con estos criterios como marco y la lectura de contexto local recomendado por la OPS, las mediciones de AyA arrojan que a 300 metros de la costa la concentración de coliformes fecales es de 240 nmp^{vi} por 100 mililitros.

Cuadro 1
Sistemas periféricos de tratamiento de agua residual de AyA

Lugar	Año de construcción	Características	Tipo
Liberia	1974	Remodelada en 2011	Laguna facultativa
Cañas	1974	Separa aguas pluviales de residuales	Laguna facultativa
Nicoya	1974	En estudio	Laguna facultativa
Santa Cruz	1974	Con capacidad para recibir más agua	Laguna Facultativa
San Isidro de Pérez Zeledón	1974	Dos plantas	Lagunas en serie
Boruca, Buenos Aires de Puntarenas	1980	Donada por Pindeco	Laguna facultativa
El Roble, Puntarenas	1974	La más grande del país	Lodos convencionales
Limón	2005	Con capacidad para cinco veces lo actual	Emisario submarino
Los Reyes, Alajuela	2005		Lodos activados
El Coyol, Alajuela			FAFA ¹
Santa Cecilia Puriscal		Filtro anaerobio*	RAFA ²
Bosques de Santa Ana			RAFA
Bulevar Las Palmas			Lodos activados con aireación ext.
Rincón verde II			Lodos activados Aireación ext.

¹ FAFA es filtro anaerobio de flujo ascendente

² RAFA es reactor anaerobio de flujo ascendente

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

Fuente: Adjunto del informe SBGSP-2012-746 del AyA, 2012.

Por su parte la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) opera cinco plantas de tratamiento: Los Lagos, La Aurora, Real Santamaría Este y Oeste, todas estas de la tecnología Lodos Activados con Aireación Extendida. También una laguna de oxidación para el residencial Las Flores en Lagunilla de Heredia (cuadro 2).

Cuadro 2
Sistemas de tratamiento de la ESPH

Lugar	Año de construcción/remodelación	Características	Tipo
Los Lagos	1975	Carrusel	Lodos activados
La Aurora	1977	Remodelada	Lodos activados
Real Santamaría Este	2003	Remodelada	Lodos activados aireac. ext.
Real Santamaría Oeste	2003		Lodos activados aireac. ext.
Las Flores	1999	Utiliza lirios	Laguna de oxidación

Fuente: ESPH, 2013

Las municipalidades han tenido que asumir la operación de plantas de tratamiento de aguas residuales, como lo es el caso de Belén, Flores, La Unión, Cartago (Manuel de Jesús Jiménez), Escazú, y Alajuela (cuadro 3).

Cuadro 3
Sistemas de tratamiento operados por Municipalidades y ASADAS
(por lugar)

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

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

Según el estudio Focards-APS 2012, existen 41 grandes sistemas de tratamiento de agua residual (comunidades) y solo de 14, hay datos de caudal estimado. Se desconocen demás datos de sistemas de tratamiento de Asadas (Ruiz, F. 2012).

Cabe destacar que en el caso de las municipalidades además de brindar el servicio de recolección de agua residual mediante alcantarillado sanitario y tratamiento de agua residual, cobran tarifas reguladas por el mismo municipio y aprobadas por la Contraloría General de la República en el presupuesto para la ejecución de obras. Este factor es fundamental en la distribución de costos y gastos de los montos cobrados por los operadores. En el caso de AyA y la ESPH son regulados por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (Aresep), por lo que la aprobación tarifaria está sujeta a factores de inversión, mantenimiento y operación de los sistemas existentes.

La composición tarifaria valorada por Aresep contiene variables diferenciadas para los operadores y por ende, los costos de las tarifas varían de operador a operador (cuadro 4). Situación diferente ocurre con las Asociaciones Administradoras de Acueductos y Saneamiento (Asadas) de Paso de las Garzas ($\text{¢}440 \text{ m}^3$), Lomas del Zurquí (monto fijo $\text{¢}9.615$ y $\text{¢}337$ por m^3 en servicios medidos), Mora de Turrialba, Palmar Sur y Golfito, que funcionan con esquemas tarifarios dependientes de Aresep, de la tasa desprendida por el AyA. Estas Asadas operan red sanitaria.

El cuarto modelo de administración de sistemas de tratamiento de agua residual, son los privados, principalmente ubicados en la industria, comercio, servicios y condominios que representan la mayoría de los sistemas compactos o de menor escala de tratamiento de agua.

El común denominador es que en estos sistemas, el propietario debe operar y velar por el cumplimiento del Decreto N° 33601-MINAE-S, en los reportes operacionales que se entregan al Ministerio de Salud, con una periodicidad variada, dependiendo de la actividad económica o social que se realice.

Sin embargo, estudios realizados por la UNA^{vii} en Guanacaste y la Empresa de Servicios Públicos de Heredia, muchos de los reportes operacionales no corresponden a sistemas de tratamiento completos, sino únicamente a trampas de grasa o sedimentadores.

Este es el caso de las estaciones expendedoras de combustibles, las cuales cuentan con perímetros de seguridad para la canalización de aguas oleoginosas derivadas de derrames al momento de carga de combustibles, grasas, aceites solventes y otros. Estos elementos reciben tratamiento en trampas de grasa y en la mayoría de los casos, son vertidos en alcantarillados sanitarios o pluviales.

Existen estudios de monitoreo de hidrocarburos en aguas superficiales confirmando la presencia de estos en ríos, pero no se han atribuido a los vertidos de aguas oleoginosas provenientes de estaciones de servicio, que deben ir tratadas. Mismo panorama en redes pluviales o sanitarias por lo que es imposible determinar su impacto en el medio.

Del mismo modo, no existen estudios integrales de los sistemas de tratamiento existentes vinculados a los entes generadores, únicamente reportes operacionales en cuyo caso, el Ministerio de Salud cuenta con un departamento de Regulación en Salud, encargada de esta área.

El Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA) tramitó 274 planos para nuevas plantas de tratamiento de agua residual durante el año 2012.

Los tanques sépticos

La solución vigente

Según el último Censo 2011, existen más de 900 mil viviendas que utilizan el tanque séptico como medida de recolección y tratamiento de agua residual. Como se ha detallado, el tanque es una solución local para el tratamiento y a pesar de ser la tecnología más usada en el país, no está regulada por leyes, decretos o similares.

Únicamente el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias del CFIA, brindar los criterios de diseño para los especialistas en construcción acerca de la forma de diseñar y los requerimientos técnicos para hacer o instalar estos sistemas. Hoy día el mercado ofrece una amplia gama de estos sistemas de tratamiento, incluyendo prefabricados, plásticos y variaciones domésticas.

Las buenas prácticas en la instalación, uso y mantenimiento de los tanques, permitirán una mayor vida útil y mejor tratamiento de agua.

Contaminación

Aguas superficiales reciben más y nuevas formas de contaminación

Si de los 5028 generadores de agua residual solo el 30% cuenta con reportes operacionales y un porcentaje desconocido cumple con el Decreto 33601-MINAE-S, contamos con más que 3.519 generadores de agua residual que no presentan reportes operacionales sobre la calidad de las aguas residuales (CGR, 2013). Para el ingeniero Elías Rosales, contar con estos reportes tampoco es seguridad de que los procesos instalados estén bien. Este instrumento no se ha usado para monitoreo Estatal, generación de normas nacionales, ni para mejorar los procesos de diseño seguidos en el país (E: Rosales, 2013).

Las posibilidades para los generadores cuyo panorama es desconocido son limitadas a:

- Recolección, disposición y tratamiento adecuado con vertido a cuerpo receptor.
- Recolección, disposición y tratamiento inadecuado con vertido a cuerpo receptor.
- Recolección sin tratamiento y vertido crudo al cuerpo receptor
- Vertido directo sin recolección a cuerpos receptores y alcantarillado pluvial

Desde hace más de diez años, estudios del Instituto Tecnológico de Costa Rica, la Universidad de Costa Rica, la UNA, el ICE, CNFL, la ESPH y organizaciones no gubernamentales, ha evidenciado una y otra vez la presencia de diferentes tipos de contaminantes orgánicos y químicos en las aguas residuales que caen en los cuerpos receptores, principalmente ríos, por ejemplo el estudio Agenda Ambiental del Agua en Costa Rica, del 2004, la Memoria Institucional del AyA, de 2006 al 2010 y el estudio Análisis de la calidad de varios cuerpos de aguas superficiales en el GAM y Península de Osa utilizando el Índice Holandés de Guillermo Calvo y Jesús Mora, del ITCR del 2012 y el monitoreo constante del Programa Gestión Ambiental Integral (PROGAI) y

el Centro de Contaminación Ambiental de la Universidad de Costa Rica en diferentes ríos del país.

Podemos agregar el estudio de IRET Indicador de contaminantes 2012, para la Contraloría General de la República que detalla la cantidad de contaminantes en cuerpos superficiales (IRET, 2012).

En distintos foros también se ha tratado el tema. Los más destacados los últimos dos años con Situación actual y desafíos de los Recursos Hídricos, El caudal de las aguas residuales en Costa Rica, ambos convocados por la UNA en 2012 y 2013, el Panel de Aguas Residuales en noviembre de 2012 realizado en la UCR; Conflictos por el Agua, realizado por el Tribunal Latinoamericano del Agua en 2011 y Tratamiento de Aguas Residuales Opción u Obligación, realizado en el 2010, por el Colegio de Ingenieros Civiles con el apoyo de la Fundación Centro de Gestión Tecnológica (CEGESTI).

La afectación de los ecosistemas en estos puntos además de la concentración de coliformes, *salmonellas*, *shigellas* y otros microorganismos, advierte la alteración del hábitat de macroinvertebrados, un indicador natural de calidad de agua.

El IRET analizó 53 estudios en 250 ríos del país con 487 puntos de muestreo entre el 2005 y el 2012, teniendo como resultado que el 71% de los puntos, muestran contaminación de moderada a extrema a juzgar por la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos (Índice BMWP-CR) (IRET, 2012). Esto implica la desaparición de organismos tolerantes y la afectación a la cadena trófica, principalmente en los sectores cercanos a actividades agropecuarias.

Del mismo modo en el Área Metropolitana, hay actividades que generan la desaparición de bioindicadores favorables a la calidad del agua en los ríos y la aparición de otras especies que se alimentan de residuos orgánicos: roedores, mosquitos, aves carroñeras y otros (IRET, 2012).

Se registraron metales pesados en 25 de los 34 ríos estudiados, principalmente en la cuenca del Tempisque. En general, sobre la contaminación de las aguas superficiales, se destaca que en las cuencas de Tempisque, Tárcoles y Reventazón se encontraron disconformidades en relación con la norma en 4 de 5 clases de contaminantes estudiados.

En el caso del Tempisque hay disconformidad con normativa nacional e internacional, -según sea el indicador^{viii}- en relación con plaguicidas, metales, Productos Farmacéuticos y de Cuidado Personal (PFCP), contaminación orgánica y por nutrientes y sólidos. Esta cuenca drena en el Golfo de Nicoya donde existe una problemática importante asociada a las mareas rojas. En el caso del Reventazón hay disconformidad en relación con plaguicidas, metales, contaminación orgánica y por nutrientes y sólidos. En el caso de Tárcoles hay disconformidad en relación con plaguicidas, metales, contaminación orgánica y por nutrientes y sólidos. Debe recordarse que estos estudios no son necesariamente simultáneos (IRET, 2012).

Otros estudios complementarios presentes en el informe DFOE-AE-IF-01-2013 y otros que se detallarán más adelante, señalan que la presencia de contaminantes como metales pesados, PFCP, orgánicos, hidrocarburos, industriales, plaguicidas y

fertilizantes son la constante en la zona Sur, Norte, Caribe y algunos sectores de Guanacaste.

Contaminantes emergentes

Un hallazgo con cifras

Los PFCP son un tema reciente, según el estudio del CIMAR. Investigaciones realizadas en los últimos cinco años demuestran que estos no se degradan y están presentes en el ambiente (Blanco, P. 2012).

Por otra parte, durante el año 2011 y 2012, el Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET) de la Universidad Nacional (UNA), en un estudio para la CGR, evaluó la categoría de Contaminantes Emergentes, como nuevo elemento en la gestión de la calidad de agua.

En el informe del año anterior, se consignó la presencia de los PFCP. El estudio hecho por el IRET durante el 2012, encontró en 25 de las 34 cuencas del país la presencia de contaminantes en los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Se reporta materia orgánica, nutrientes y sólidos, microorganismos peligrosos, metales pesados, plaguicidas e hidrocarburos. Asimismo, llama la atención la presencia de contaminantes emergentes tales como sustancias farmacéuticas y de cuidado personal, cuyos límites de concentración no están regulados en el país (CGR, 2013).

Estudios del CIMAR-UCR y IRET-UNA durante los años 2011 y 2012 respectivamente, analizaron la presencia de analgésicos, antipiréticos, antibióticos, antiépilépticos, antidepresivos, antihipertensivos, antimicrobianos, anti-inflamatorios no esteroides (AINE), bloqueadores de los receptores histamínicos H₂, estimulantes del SNC (alcaloide), metabolito de cafeína, reguladores de lípidos y metabolitos (Alison, L. 2011).

Estudios del CIMAR, el Centro de Investigaciones en Contaminación Ambiental (CICA), el Centro de Investigaciones en Productos Naturales (Ciprona) y la Escuela de Química de la UCR determinaron que los PFCP más presentes son la doxiciclina (antibiótico), el triclosán (antibacterial), ácido salicílico y cafeína (IRET, 2012).

Según el trabajo de la UCR, en las muestras de agua en cuerpos superficiales de El Molino de Cartago aparecieron 14 de las 34 moléculas PFCP analizadas, dominando la doxiciclina, el gemfibrozil (utilizado para reducir el colesterol y otras grasas de la sangre) y el ketoprofén (antiinflamatorio). Golfito fue la región con menores índices de los compuestos estudiados^{ix}. De todos estos el único regulado según la normativa europea es el AINE diclofenaco^x.

Contaminación de mantos acuíferos

Desde el año 2005 que se dio la primera voz de alerta por parte del Laboratorio de Hidrología Ambiental de la Universidad Nacional no ha hecho público nuevos hallazgos en esta materia.

Se consultó a diversas fuentes AyA y a la ESPH, a la UNA y la UCR, pero no existen estudios integrales de contaminación de mantos acuíferos durante el 2012.

Tarifas

Cambios en el modelo tarifario y aumentos

La tarifa de agua residual incluye aquellos costos administrativos, operativos e inversión que cada operador tiene en el país. Los grandes operadores son AyA, las municipalidades y la ESPH.

Las tarifas de las municipalidades son determinadas por cada ente, en cambio, la ESPH y AyA, son reguladas por Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, (Aresep).

Datos de la Aresep, revelan un paulatino pero importante incremento de las tarifas de agua residual para el AyA y la ESPH, debido a los proyectos de inversión que ambas instituciones vienen realizando año con año. Sin embargo del año 2011 al 2012, hubo una variación en la fijación tarifaria, eliminando los consumos mínimos y utilizando consumos exactos. Esto significa que no existe tarifa base, sino que se pagará por cada metro cúbico consumido. Hasta el 2011 cada abonado debía pagar la base mínima de 0-15 metros cúbicos. A partir de 2012 en el caso de AyA los clientes pagan por metro, lo mismo que la ESPH. Este cambio obedece a la incorporación de los cargos fijos no medidos en el esquema de cobros en AyA.

Si una familia gastaba en 2010 o 2011, menos de 15 m³, pagó ¢1087. Con el cambio del modelo, la familia que gastó 15 m³, pagó ¢1.980, un 82,15% más que en el 2011, ya que el metro cúbico entre 0 y ¢15 costaba ¢132. El metro cúbico adicional, tuvo para el 2012, un costo de ¢264 hasta octubre cuando la tarifa incrementó un 9,46% a partir de los 26 metros cúbicos consumidos^{xi}.

Cuadro 4

Aumento tarifario recolección y tratamiento AyA, 2010-2012

(valores porcentuales)

Tipo de tarifa	AyA		ESPH	
	2010	2012	2010	2012
Domiciliar	48,27	69,20	19,55	5,48
Empresarial	11,70	81,96	17,52	5,60
Preferencial	120,40	-5,22	24,43	5,30
Gobierno	19,70	85,71	9,43	5,42

1. Los alcances utilizados son; Publicado en La Gaceta No 180 del 16 de septiembre de 2010, Alcance Digital N° 108 a La Gaceta N° 150 del 6 de agosto del 2012 y Alcance Digital N° 176 a La Gaceta N° 216 del 19 de octubre del 2012.

2. Para el servicio fijo en el periodo 2012 se toma como base 15 m³ de consumo, de modo que se equipare con la tarifa básica establecida.

Fuente: Elaboración propia con datos de Aresep, 2013.

Pese a los aumentos, para el AyA los montos son bajos: el costo de un metro cúbico en la franja 26-40, que es el promedio nacional domiciliario es de ¢289,00. Esto manifestado por los encargados de la UEN Recolección Tratamiento de Agua Residual del AyA, quienes señalan que el monto para invertir queda limitado.

Educación sobre agua residual

En los programas de I y II ciclo (primero, segundo y cuarto grados), en la Unidad: “Los seres humanos somos parte integrante de la naturaleza”, viene el contenido de contaminación ambiental. Desde esta temática puede abordarse la situación de aguas residuales. De igual manera en el programa de Biología de XI año, en la Unidad “Construyamos el futuro” podría abordarse dicho tema, pero no está en forma explícita para su estudio y análisis.

Según los temarios de educación del Ministerio de Educación Pública, el tema de aguas residuales se aborda de forma integral, desarrollada principalmente en las materias de Ciencias y Estudios Sociales desde la perspectiva del ser humano y su interacción con la naturaleza y la contaminación de los ríos^{xii}. El tema de contaminación de acuíferos no está incluido en los temarios de educación costarricense, pero es un tema que si es tratado por los educadores en todo nivel. Los apoyos son externos.

El programa Bandera Azul Ecológica del LNA (AyA), el mismo proyecto de Mejoramiento Ambiental de la GAM y la Empresa de Servicios Públicos de Heredia, realizaron durante el 2012 diferentes proyectos relacionados con la educación para el primer y segundo ciclo de Educación General Básica. Esto incluyó el desarrollo de actividades como talleres, giras, producción editorial y otros en los que se desarrolla el tema integral del agua, incluyendo el agua residual y tratamiento como un subtema.

Por otra parte las Universidades estatales, realizaron foros y talleres sobre el tema, al igual que Organismos No Gubernamentales como el Tribunal Latinoamericano del Agua. Labor especial han realizado los Comités de Bandera Azul Ecológica, tanto comunales como escolares, dado que visualizan el tema en los sectores que trabajan.

Sin embargo por carecer de programas de Educación Ambiental y existir problemas con aguas residuales las playas Pará, Colorado (en Drake) playa Negra en Cahuita perdieron su Bandera Azul.

Los mismo que las empresas Baxter, FADASA y la Promotora de Comercio Exterior (Procomer), que a criterio de los evaluadores, se evidenciaron fallas en la capacitación e intentos por mejorar el tratamiento del agua residual (Mora D., 2013).

Oferta académica / Laboral

En nuestro país la oferta académica no brinda la oportunidad de estudiar ingeniería sanitaria y hasta el año pasado, se graduó la primera generación de 24 ingenieros ambientales del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR).

Según Metcalf y Eddy 2000, la ingeniería sanitaria es la “rama de la ingeniería ambiental que aplica los principios básicos de la ciencia y la ingeniería a los problemas de control de las aguas contaminadas. El objetivo final, gestión del agua residual, es la protección del medio ambiente empleando medidas conformes a las posibilidades e inquietudes económicas, sociales y políticas” (Metcalf y Eddy, 2000).

Los ingenieros sanitarios que laboran en el país^{xiii}, han recibido su formación fuera de nuestras fronteras. Los responsables de diseños de sistemas de tratamiento son los ingenieros civiles y arquitectos. Ingenieros químicos y biotecnólogos participan en su diseño y operación.

Sin embargo, en nuestro país la rama de la ingeniería sanitaria es apenas un destello entre el mar de profesionales de la ingeniería, ya que solo existe un ingeniero sanitario graduado y reconocido como tal en el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA). Los demás son civiles con especialidad sanitaria.

En Costa Rica no se imparte la carrera de ingeniería sanitaria y la especialización debe hacerse fuera de nuestras fronteras lo que se convierte en un área con acceso restringido para becarios y quienes realmente pueden pagar la carrera en el exterior.

En el país se da formación universitaria en agua y saneamiento en varias carreras, bajo criterios ambientales de la agenda verde. Sin embargo, para atender los aspectos referidos a la agenda marrón y la contaminación ambiental por los asentamientos, ese conocimiento no cuenta con la profundidad y especialización requerida para el diseño e investigación. Es requerido que las universidades preparen programas de postgrado para atender de mejor forma las necesidades reales que por este tema tiene Costa Rica. Y dotar con las correctas herramientas a tantos profesionales que hoy en forma autodidacta algunos, atienden las situaciones sanitarias de municipalidades, ASADAS e instituciones del gobierno central (E: Rosales, 2013).

Cuadro 5
Ingenieros vinculados con agua residual
(personas)

Carrera	Especialidad*	Incorporados	Habilitados	Inscritos en 2012
Ing. Sanitaria		1	1	0
Ing. Ambiental		37	36	24
Ing. Civil	Sanitaria	19	17	0
Ing. Civil	Sanitaria e Hidráulica	1	1	0
Ing. Civil	Sanitaria y Salud Pública	1	1	0

* Profesionales que al día de hoy, ostentan "Especialidad" reconocida por el CFIA, de conformidad con lo que establece el artículo N° 20 del Reglamento Interior General, los cuales se encuentran debidamente incorporados.

La Ingeniería Ambiental es impartida en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, lo mismo que la ingeniería en Biotecnología a nivel de bachillerato y especializaciones. La Universidad Nacional, da Ingeniería en Gestión Ambiental y Gestión Ambiental a nivel de maestría.

Por su parte la Universidad de Costa Rica ofrece Ingeniería Civil, Ing. Química y Microbiología. Del mismo modo, Química y licenciaturas en tratamiento de residuos, y análisis microbiológico del agua. La UCR tiene una maestría en Ingeniería Ambiental. La Universidad Estatal a Distancia, (UNED) y la Universidad Técnica Nacional (UTN) capacitan en cuanto a Manejo de Recursos Naturales, Recurso Hídrico, y Gestión Ambiental, llegando hasta licenciatura o diplomados (Ruiz, F. 2013)

El INA y la empresa privada GAIA ofrecen cursos básicos para operadores de planta de tratamiento de agua residual. Los graduados en este campo conocen la operación completa de una planta, extracción de lodos, recolección de muestras, mediciones, elaboración de reportes operacionales, uso de equipo y otra. Las universidades privadas Latina, Central, Fidélitas, y la UACA, también imparten la carrera de ingeniería civil.

Cuadro 6
Egresados en operación de plantas de tratamiento de aguas residuales, 2008-2012
(cantidad de personas)

Nombre del Programa	2008	2009	2010	2011	2012
Operador u operadora para el tratamiento de las aguas residuales en la gestión ambiental	0	39	26	46	28
Técnico en operación de plantas para tratamiento de aguas residuales	15	7	0	0	0

Fuente: bases de datos estadísticos UPE-INA, 2012.

Sistemas alternativos

El temor al cambio, un paso que pocos dan

Quizá por arraigo o costumbre, los costarricenses prefieren las tecnologías tradicionales como los tanques sépticos, que innovar o probar métodos alternativos, amén de los costos de estos sistemas de tratamiento como biojardineras, humedales artificiales u otros. Los sistemas de tratamiento alternativo de agua residual son parte de esa innovación. Además existen también sistemas complementarios o proyectos piloto en el país, para el tratamiento del agua con diseños propios, por ejemplo los humedales o el sistema bionest.

Tal y como se hace para las plantas de tratamiento convencionales, se diseña un sistema específico para cada casa, oficina, hotel o infraestructura, así mismo se hacen sistemas alternativos o complementarios diseñados para cada situación.

El más común es la biojardinera o humedal artificial. En nuestro país la Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente (ACEPESA) se ha dedicado a la investigación y desarrollo de alternativas de ecosaneamiento desde el año 2005 con el apoyo de universidades estatales y organizaciones internacionales. En Costa Rica ACEPESA ha diseñado y construido más de 100 biojardineras de las cuales 40 fueron instaladas durante el año 2012. Una de éstas se encuentra abierta al público en el Museo de Cultura Popular en Santa Lucía de Barva, Heredia y es utilizada como modelo para quienes desean conocer la alternativa.

La biojardinera es un sistema natural que mejora las aguas residuales, pueden ser las aguas jabonosas y las aguas provenientes de los tanques sépticos, es un tipo de humedal artificial, donde las aguas colectadas circulan entre las piedras y las raíces

de las plantas sembradas que aportan oxígeno al agua, debido al proceso de fotosíntesis, además de otros elementos, los cuales contribuyen a la limpieza de las aguas (E: Marín, M. 2013).

Una vez que el agua en mejores condiciones sale de la biojardinera la podemos aprovechar, para el riego de nuestras áreas verdes, árboles frutales, lavado de instalaciones, vehículos y maquinaria, también la podemos infiltrar por medio de un drenaje o descargándola en algún curso natural de agua que exista en las cercanías, por ejemplo, un río o acequia. También con las plantas sembradas se puede hacer arreglos florales o artesanías, entre otras actividades (E: Marín, M, 2013).

Las plantas micrófitas que se utilizan en los sistemas alternativos como los humedales o biojardineras, poseen aerenquimas que facilitan el transporte de oxígeno y hace que el agua circule de forma más lenta dentro del sistema favoreciendo los procesos físicos, químicos y biológicos necesarios para la depuración del agua residual, (E: Brenes, P., 2013)

Entre las plantas más recomendadas para estos sistemas, están el carrizo *Phragmites australis*, Tule *Typha domingüensis*, el zacate tawian, *Pennisetum purpureum*, plantas de la familia *Costaceae* como la caña agria *Costus speciosus* y de la Zingiberacea como la ginger *Alpinia purpurata* o el lirio blanco *Hedychium coronarium*.

Además, se agregan las familias *Cannaceae* y *Musaceae*: *Canna X generalis* (Platanilla), *Musa laterita* (banano de bronce) de la familia *Heliconiaceae* la *heliconia psittacorum* (avecilla) *Heliconia wagneriana* y *heliconia rostata*.

Biojardineras instaladas en el hotel Diuwak en Dominical, la instalada en el Museo, residencias y una comunal en Amagro de Arancibia en Miramar de Puntarenas donde cinco familias vierten las aguas residuales en un gran sistema de tratamiento de este tipo, son ejemplos de módulos de tratamiento efectivos. Según los reportes operacionales y estudios hechos por la escuela de Química de la Universidad Nacional (Alfaro C., 2013), éstos sistemas cumplen con el decreto 33601-S de Vertidos.

Las aguas de las biojardineras se reusan en riego o bien, depositadas en un cuerpo receptor, con una carga orgánica muy baja, comparable con sistemas de tratamiento tecnificados (Benavides, D. 2012).

Otra alternativa que además de tratamiento generan biogás son los biodigestores. Éste utiliza desechos agrícolas, estiércol orgánicos, entre otros capturando un una bolsa plástica el gas generado a partir de la degradación de la materia orgánica. Un estudio hecho por Olga Rivas, Margie Faith y Rosa Guillén del ITCR, sobre estos sistemas señala la efectividad del sistema para la generación de biogás (Solano, R., 2010).

Los sustratos ideales para la digestión anaerobia en biodigestores son los desechos orgánicos húmedos de origen agrícola, industrial, doméstico y municipal, así como las excretas de origen humano y animal. Los residuos de la industria alimentaria y de las actividades agrícolas en particular, son excelentes como sustratos para la digestión anaerobia, ya que no contienen contaminantes, patógenos, ni metales pesados (Solano R., 2010).

Algunos elementos que limitan la eficiencia de los biodigestores son la temperatura, que cuanto más frío esté el medio más lenta será la generación de gas, los desechos de sólidos de gran tamaño, exceso de proteínas en los lodos.

El rendimiento de un biodigestor está ligado principalmente a la estructura de la comunidad microbiana presente en el mismo. Además, la producción de metano tiene un límite que depende también de la naturaleza de la materia dispuesta en el sistema digestor (Solano R., 2010).

Finalmente los humedales con o sin inoculación, desarrollados por empresas como BioTratar, el sistema de tratamiento secundario Bionest que instaló 25 módulos durante el 2012 y Desarrollos Naturales para el Ambiente S.A. son parte de los sistemas en el mercado. Sin embargo, las experiencias con estos sistemas están limitados a casos específicos como lecherías pequeñas, hoteles pequeños, residencias o pymes. No hay un dato de cuántos sistemas existen en el país.

Denuncias y Fallos de la Sala IV

Pocas denuncias, sentencias fuertes

Los ciudadanos presentan denuncias todos los días por diferentes razones ante diferentes instancias, sobre problemas con aguas residuales, que van desde malos olores de una planta como el caso de Puntarenas, hasta descargas crudas en los ríos, así señalado por la Sala Constitucional sobre el caso del río Tárcoles.

El Ministerio de Salud acuña la inmensa mayoría de solicitudes de inspección, quejas, denuncias y cualquier otro nombre que se le atribuya a la disconformidad ocasionada por los vertidos de agua residual.

No fue posible obtener la cantidad de datos a nivel nacional. Sin embargo el Área de Salud Huetar Norte aportó que 279 denuncias recibidas por aguas residuales en Guatuso, Santa Rosa, Los Chiles, Florencia, Aguas Zarcas y Ciudad Quesada el año 2012 (Bonilla, J. 2013).

La Sala Constitucional se ha convertido en la última esperanza para muchos y la opción para resolver situaciones que a criterio particular, son necesarios de modo urgente o inmediato en materia sanitaria.

Aunque el grueso de quejas y denuncias recaen en el Ministerio de Salud, pocos acuden a la Sala IV, pero sus fallos comprometen a los operadores a construir redes de alcantarillado sanitario, sistemas de tratamiento u obligan a las municipalidades a iniciar los estudios técnicos y financieros para hacer este tipo de obras.

Aunque las sentencias son claras, los acatamientos van desde totales, como el caso de los diseños para Palmares y Garabito hasta nulas, como el caso de Santo Domingo de Heredia.

Durante el 2012 la Sala lidió con 16 casos de aguas residuales en los cuales falló en forma parcial o total a favor del afectado.

Es una de la cifra más baja de acciones constitucionales argumentando en su mayoría al artículo 50 de la Constitución Política en la que se reclama el derecho al ambiente sano.

El pico de acciones es el año 2009 cuando hubo 34 sentencias relacionadas a descargas de agua residual, riesgo de contaminación de fuentes de agua superficial, subterránea o conflictos con el Ministerio de Salud, municipalidades o generadores de aguas residuales lanzadas a cuerpos de agua.

Cuadro 7 **Sentencias de la Sala Constitucional con respecto a aguas residuales**

Año	Cantidad de sentencias	Lugares de mayor incidencia
2003	8	Aserri (2)
2004	16	Goicoechea, Puntarenas, Desamparados
2005	24	Paraíso (3), Alajuela, Desamparados(2)
2006	24	Desamparados (3)
2007	13	Cartago (2)
2008	25	Escazú, Puntarenas (2)
2009	34	Puntarenas (7) San Rafael (3)
2010	23	Santa Ana (2) San Ramón (2)
2011	29	Turrialba (4), Desamparados, Santa Ana, Limón (2)
2012	16	Cartago (3) Puntarenas (2)

Fuente: Elaboración propia con datos del Poder Judicial.2013

Cuatro cantones: Puntarenas, Cartago, Desamparados y San José, concentran casi una tercera parte de las 212 sentencias de la Sala Constitucional relacionadas con descargas de agua residual, desde el año 2003. En estos cantones existen redes sanitarias, pero no sistemas de tratamiento salvo el caso de Puntarenas que cuenta con la planta en El Roble. Es casualmente el cantón con más fallos de la Sala IV (20) con respecto al tema de aguas residuales.

Los ciudadanos han presentado también quejas para proteger grupos o sectores especiales como el Parque Nacional Marino Las Baulas, el Centro Penal La Reforma, el Sistema Penitenciario Costarricense y Puerto Viejo de Limón, el muelle de Moín y el Gran Área Metropolitana.

Pese a la cantidad de sentencias, existen tres casos en los que la Sala ha ordenado la construcción de la red de alcantarillado sanitario o planta de tratamiento sin que haya resultado aún: contra la Municipalidad de Santo Domingo de Heredia, desde el 2006 según la sentencia 14622-06 y el cantón de Turrialba 2011 que se ordenó al AyA a desarrollar este trabajo en el 2010, sin que se haya construido al día de hoy, lo que no significa que se haya avanzado en otras áreas como diseños, análisis social y estudios ambientales de la zona.

El tercer caso, es el cantón de Palmares, sobre el cual pesa la sentencia 1431-03 del año 2003 en la que otorgó doce meses para construir la planta de tratamiento para todo el cantón con su debido Estudio de Impacto Ambiental.

Una situación puntual destaca desde el año 2007 cuando la Sala Constitucional llamó la atención para remediar el problema de descargas masivas de agua residual en la cuenca del río Grande de Tárcoles, dispuesto en el fallo 5894-07.

A la letra señala: “que de inmediato adopten las acciones necesarias para eliminar de manera integral los focos de contaminación que existen a lo largo de la cuenca del río Grande de Tárcoles y restaurar el daño ambiental ocasionado en esa cuenca, para lo cual deberán realizar la coordinación que el caso amerite tendiente a solucionar integralmente el problema objeto de este amparo y que ha originado su estimatoria”^{xiv}, poniendo así en la palestra el serio problema de contaminación de Tárcoles obligando a 34 municipalidades a actuar. Seis años después el panorama no ha cambiado.

Anterior a esta sentencia, en el fallo 13029-06, la Sala dispuso acciones similares para el río Virilla, ordenando al AyA, “tome las acciones necesarias para lograr una adecuada solución integral al problema de las aguas residuales del área metropolitana, y en consecuencia, se detenga el continuo deterioro de los acuíferos del Valle Central”^{xv}.

Cuadro 8
Cantidad de sentencias de la Sala Constitucional, por cantón entre el 2003 y el 2012

Cantón	Cantidad de Sentencias
Puntarenas	20
Cartago	15
Desamparados	13
San José	11
Turrialba	8
Alajuela	7
Limón	8
San Ramón	7
Goicoechea	6
Santa Ana	6
Aserrí	5
Curridabat	5
Heredia	5
San Rafael	5
Oreamuno	4
Palmares	4
Paraíso	4
Pérez Zeledón	4
Alajuelita	3

Fuente: Elaboración propia con base en las resoluciones del Poder Judicial, 2013.

Pese a que los proyectos de mejoramiento ambiental como el que se desarrolla en San José son bien vistos por la mayoría de los ciudadanos, cuando entra el factor económico o el involucramiento o afectación, la gente empieza a perder su compromiso y la buena voluntad pasa a segundo plano.

Un ejemplo es que en 2012 un ciudadano interpuso un recurso de Amparo contra la construcción de la PTAR Los Tajos que tratará todas las aguas residuales de la GAM. Fue declarado sin lugar.

Empresas de transporte y tratamiento de lodos

El Ministerio de Salud cuenta con una débil base de datos sobre las empresas dedicadas a sistemas de transporte, recolección y tratamiento de lodos sépticos.

El Ministerio de Salud cuenta con una débil base de datos sobre las empresas dedicadas a sistemas de transporte, recolección y tratamiento de lodos sépticos. Existen siete empresas con sistema de tratamiento de lodos, autorizadas para operar en el país y 156 empresas para el transporte de lodos sépticos y aguas residuales, con una flotilla de 193 unidades, contando con que cada empresa tenga al menos un vehículo inscrito. Algunas empresas poseen hasta cinco unidades^{xvi}.

Salud obliga a que cada vehículo presente el sitio al cual va a descargar los lodos extraídos en cada vivienda, sin embargo, existen denuncias públicas de camiones cisterna descargando agua en ríos o redes sanitarias. Para inscribir un camión de transporte de aguas residuales o lodos sépticos, deben cumplirse los requisitos en cada Área de Salud y obtener el Permiso Sanitario de Funcionamiento.

Puede darse el caso de que el vehículo sea inscrito en Grecia y opere en Golfito o inscrito en Nicoya y trabaje en Puriscal. No existe un control actualizado de los vehículos inscritos y si trabajan en la zona donde fue inscrito.

Para cubrir éstas y otras demandas, el Ministerio cuenta con 81 técnicos en todo el país, uno por área rectora y 16 funcionarios incluyendo técnicos y administrativos en la sede Central en San José.

Por su parte, el Ministerio de Obras Públicas y Transporte en el Consejo Nacional de Vialidad (Conavi) regula las condiciones de los vehículos que transportan estos materiales, pero el control es por placa, no por categoría.

La Oficina de Pesos y Dimensiones controla la flotilla de vehículos cisterna con base en la normativa:

Cuadro 9 **Normativa para el control de vehículos de transporte de materiales peligrosos** (vigentes)

Decreto	Ministerio	Contenido
35505	MOPT-S-MEIC-MINAET	Guía de Respuesta en Caso de Emergencia para el Transporte de Materiales Peligrosos 2008
33773	MOPT	Reforma al Reglamento de Circulación por Carretera con Base en el Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga y a los Decretos que reforman el Reglamento de Circulación por Carretera con Base en el Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga y Reglamento del Transporte y Acarreo de Derivados del Petróleo
31363	MOPT	Reglamento de Circulación por Carretera con Base en el Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga.
35208	MOPT-J-MEIC	Reglamento de Circulación por carretera con base en el peso y las dimensiones de los vehículos de carga.
24715	MOPT-MEIC-S	Reglamento para el transporte terrestre de productos peligrosos

27008	MEIC-MOPT	Transporte terrestre de productos peligrosos, señalización de las unidades de transporte terrestre de materiales y productos químicos peligrosos.
28113	S	Reglamento para el registro de productos peligrosos.
32192	MOPT	Modificación al Decreto 31686, Establece el uso de cintas reflectivas.
35861	MOPT-S-MEIC-MINAET	Modificación a la oficialización de Guía de respuesta en caso de emergencia para el transporte de materiales peligrosos 2008.

Con estos datos, los lodos generados por 3.489.344 costarricenses (75% de la población) durante el 2012, fueron trasladados por 193 vehículos cisternas.

Plantas de desarrollos urbanos son “brasas calientes”

Operadores del Estado no asumen proyectos privados

Los constructores inmobiliarios en su mayoría, instalan plantas de tratamiento de aguas residuales en sus desarrollos, usando tecnologías probadas en el país: sistemas aerobios como lodos activados con aireación extendida es la de mayor uso, ya que en óptimas condiciones no generan olores y son de muy bajo costo de operación, sin embargo al ser equipos mecánicos con motores de aireación y conducción de agua, pueden tener un consumo de energía importante. Otros sistemas como RAFA o FAFA son también utilizados, pero por tratarse de sistemas anaerobios, generan alguna cantidad de olores que eventualmente podrían afectar a los vecinos cercanos. Existen técnicas de confinamiento y control de olores mediante enzimas y otros agentes. Tienen la ventaja de prescindir de equipos motorizados.

Según el INVU y la normativa del Ministerio de Salud para la construcción de plantas de tratamiento el alineamiento o distancia mínima que debe existir entre una planta de tratamiento cualquier tecnología o tamaño que sea, y una zona residencial o cuerpo receptor, desde la primera casa de habitación es de 10 metros. Del mismo modo aplica para cuerpos receptores, la planta no puede estar en el área de protección según el SINAC/MINAE, y el INVU se encarga de estos alineamientos.

Para urbanizaciones y condominios, las plantas de tratamiento deben de construirse utilizando como referencia los parámetros el acuerdo 68-01 del 5 de febrero del 2008 de la Junta Directiva del AyA, si el desarrollador aspira a que a futuro pueda entregar la planta a este operador. Lo mismo sucede en Heredia con la ESPH, existe una normativa para que éste operador, acepte la operación de una planta nueva.

Condominios

El artículo 60 inciso b del decreto N° 32303-MIVAH-MEIC-TUR1 señala que es obligatorio para todo condominio contar con sistema de tratamiento de aguas residuales. Señala también la ley que el desarrollador debe entregar a la Junta de Condóminos el sistema y estos deben administrarlo.

En muchos casos, esto es el dolor de cabeza de los residentes que, buscan delegar esta función en un tercero, sea el administrador del condominio o una empresa privada. Ni las municipalidades, el AyA y ni la ESPH, pueden administrar u operar una

planta en condominio ya que la legislación les prohíbe realizar labores en propiedad privada.

No se ha cuantificado la cantidad de operadores de plantas en el país, pero existen empresas dedicadas al diseño, construcción y operación de estas plantas. Entre estos se encuentran Depuragua S.A., que ha instalado casi 160 plantas de tratamiento en diferentes puntos del país desde 1972. Durante el 2012, colocó 10 plantas en grandes desarrollos.

Normativa legal

En noviembre del 2004, el decreto 32133-S-MINAE, declaró de interés público los proyectos de recolección, disposición y tratamiento de aguas residuales para los centros urbanos de todo el país^{xvii}.

Sobre este decreto se sientan las bases de los proyecto de AyA y la ESPH para la construcción de alcantarillado sanitario de la Gran Área Metropolitana, ya que facilita y regula por etapas el desarrollo de estas obras, permitiendo que el tratamiento sea por etapas. Esto permitirá que las tarifas mantengan una moderación que impactando con menos fuerza el bolsillo de los usuarios. Además, existe la normativa que incide directamente en la prestación de los servicios, el impacto ambiental, la operación de los servicios y las regulaciones estatales sobre los operadores.

Todos estos están ligados y los rectores en la materia varían dependiendo de las condiciones y el terreno en que se discutan las situaciones.

Con todo esto, el ente rector sigue siendo el Ministerio de Salud, ya que el agua residual evidentemente tiene una afectación en la salud pública y el entorno humano.

Así las cosas la legislación actual que regula las aguas residuales se divide en leyes, decretos y reglamentos individuales de cada institución, sea el Ministerio de Salud como ente regulador y controlador de los vertidos, AyA, el ministerio de Ambiente, el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (Senara) o la Dirección General de Aguas del Minae.

Cuadro 10
Legislación vigente en aguas residuales ¹

Legislación	Año	Contenido
Ley 5395	1973	Ley General de Salud
Ley 7317	1992	Ley de Conservación de Vida Silvestre
Decreto 21297-S	1992	Reglamento para el manejo de lodos procedente de tanques sépticos
Ley 7554	1995	Ley Orgánica del Ambiente
Ley 7575	1995	Ley Forestal
Decreto 30413 MP-MINAE-S-MEIC	2002	Reglamento Sectorial para la Regulación de los Servicios de Acueducto y Alcantarillado Sanitario. (Calidad prestación de servicios)
Decreto 33601-S-MINAE	2007	Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales
Decreto 34431-MINAE-S	2008	Reglamento del Canon Ambiental por Vertidos
Decreto 36093-S	2010	Reglamento sobre el Manejo de residuos Sólidos Ordinarios

¹ El decreto 37567 del 2 de noviembre del 2012, Reglamento a la Ley General para la Gestión Integral de Residuos, no contempla la regulación de aguas residuales sino que mantiene las regulaciones vigentes antes citadas.

Política Nacional de Agua Residual

El Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 María Teresa Obregón Zamora, en su Capítulo 6 sobre Ambiente y Ordenamiento Territorial en el apartado Recursos Hídricos y Manejo de Residuos, señala la acción estratégica del Gobierno en lo referente a agua residual., apunta a “acciones que garanticen en la medida de lo posible, una gestión racional y un acceso democrático del agua, así como la recolección y el tratamiento de aguas residuales”.

Esto demarca el derrotero por el cual el gobierno de turno determina como trabaja en la impulsión de proyectos de saneamiento a nivel de alcantarillado sanitario.

En línea con lo anterior, un elemento estratégico de esta Administración, es la implementación del Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (PNGIRH). Incluye todo lo relacionado con mejoras para el factor de agua potable, además, la recolección y tratamiento de aguas residuales.

El Plan confía al AyA la labor de mejoramiento sanitario de la GAM, con el Proyecto de Mejoramiento Ambiental, mismo que según los encargados del mismo lleva dos años de atrasos, por diferentes causas.^{xviii} También habla de que se “instalarán diversos sistemas de tratamiento en otras zonas del país” sin puntualizar cuáles son esos proyectos, destacando únicamente el proyecto de Saneamiento Ambiental de la ESPH.

El Plan detalla las siguientes acciones específicas dentro del PNGIRH.

Acción Estratégica	Objetivo	Meta del período	Indicador 2011-2014	Línea Base 2009	Estimación presupuestaria fuente de financiamiento (millones de colones)
Implementación del Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (PNGIRH).	Fomentar el ordenamiento, manejo y aprovechamiento del Recurso Hídrico a nivel nacional, propiciando el acceso democrático al	5% inventario de todas las aguas superficiales, acuíferos, áreas de recarga acuífera y nacientes del país, con la colaboración de las instituciones del sector Hídrico	Porcentaje avance del inventario de aguas.	PNGIRH y Política Hídrica.	86,0 Recursos del Sector Fondos de agua. MINAET

	agua y saneamiento ambiental, así como la recolección y el tratamiento de aguas residuales.	20% de avance en el programa monitoreo de calidad de cuerpos de agua y, 10% de acciones realizadas en el manejo estratégico de las aguas subterráneas	Porcentaje de avance en el Programa de monitoreo de calidad de cuerpos de agua. Porcentaje de acciones realizadas en el manejo estratégico de las aguas	Estudios iniciales	42,0 Fondo de Aguas 82,0 Fondo de Aguas
		80% operadores conformando el Subsector de Agua para consumo humano, recolección y tratamiento de aguas, conducido por AyA.	Porcentaje de operadores conformando el Subsector de Agua.	0	4.000,0 Canon de rectoría aportado por todos los operadores y administrado por A y A.

Fuente: Plan Nacional de Gobierno, María Teresa Obregón 2011-2014.

Sin embargo no existe una agenda específica establecida, ni una política puntual sobre el tema, sino que está dentro del gran tema agua.

Temas pendientes del país en este tema

Costa Rica no cuenta con una política clara, definida a visualizar en forma integral la situación nacional de las aguas residuales. Es necesario integrar el tema para que desde los procesos educativos de primaria se incorpore como un eje dentro de la interacción del ser humano con su entorno, la problemática de contaminación por agua residual.

Aunque los esfuerzos en Gestión de Residuos Sólidos van dando pasos por la vía adecuada, los desechos líquidos siguen quedando en el aire, dependiendo de una legislación que no se ajusta a las demandas actuales en el sector.

Del mismo modo, el Ministerio de Salud es un órgano débil para el control de la adecuada disposición de los vertidos, control de tanques sépticos, sistemas de tratamiento alternativo y la fiscalización de los proyectos de ejecución. El decreto que facilita el desarrollo de sistemas de tratamiento en forma escalonada decreto 32133-S-MINAE, permite que se haga un tratamiento primario al agua residual de San José en el proyecto de Mejoramiento Ambiental del GAM, lo que tiene afectación directa en la descarga al río Torres.

Con más de dos años de atraso en su cronograma de ejecución, el proyecto de desarrollado por el AyA, es la apuesta estatal para brindar mejores condiciones de saneamiento a los ciudadanos. El nivel de impacto ambiental que éste tenga en el sitio de descarga solo se determinará cuando esté en operación.

La Política Nacional de Aguas Residuales, no existe, pese a un importante esfuerzo el AyA por establecer una agenda en esta área. Le ha faltado a esta temática, un

frente común nacional, con el involucramiento de todos los actores sociales, ambientales, científicos, técnicos y políticos que permitan la toma de decisiones y acciones contundentes sobre el tema.

Esta agenda, debe buscar el involucramiento social, la articulación de los diferentes sectores de modo que logre establecerse un modelo de acción para este tema particular.

La población tienen poco conocimiento sobre el tema, el país está en deuda con la educación sobre aguas residuales, mejoramiento de sistemas y acciones para trabajar con los tanques sépticos, que son la mayoría en el país.

Como señala el ing. Elías Rosales, es necesario Consolidar y fortalecer lo logrado, atender la agenda marrón y los problemas ambientales de los asentamientos que ella representa.

Bibliografía

- Alfaro, C., Pérez, R. y Solano, M. 2013. Saneamiento alternativo de aguas residuales, funcionamiento de un sistema de humedales artificiales para el tratamiento de aguas grises en el Museo de Cultura popular de la Universidad Nacional. Heredia, Escuela de Química, UNA.
- Benavides, D. y Mannix, C. 2012 “Evaluación de humedales artificiales como tecnología limpia para el manejo de aguas residuales ordinarias domésticas” quienes llevaron a cabo el trabajo en climas extremos, San Isidro de Heredia y Punta Morales, Puntarenas, Costa Rica.
- Blanco, P. y Velázquez, A. 2012. Residuos de medicamentos y de productos de cuidado personal presentes en ríos y estuarios de Costa Rica, en Semanario Universidad, 18 de julio. San José, UCR.
- Brunker, T. y Fenández, B. 1965 Calidad de las aguas de la playa de Puntarenas, en. Revista de Biología Tropical, Costa Rica.
- Contraloría General de la República (CGR), Dirección de Fiscalización Operativa y Evaluativa, 2013. Informe DFOE-AE-IF-01-2013
- Herrera, J; Rodríguez, J; Coto, J; Salgado, V; Borbón, H. 2013. Evaluación de metales pesados en los sedimentos superficiales del río Pirro *Tecnología en Marcha*. Vol. 26, Nº 1. Pág. 27-36, Instituto Tecnológico de Costa Rica
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Censo Nacional, 2011. Cuadro 25. Viviendas individuales ocupadas por tipo de vivienda individual, según provincia, cantón y tipo de servicio sanitario, San José, Costa Rica.
- IRET-UNA, 2012. Indicador de contaminantes, en CGR DFOE-AE-IF-01-2013.
- IRET-UNA, 2012. Análisis indicador de Macroinvertebrados, en CGR DFOE-AE-IF-01-2013.
- Jiménez B. Juan Carlos, Informe del Área Rectora de Salud Huetar Norte, 2012.
- Jiménez B., Rafael. 2010. Comité Editorial AMC Biografía del doctor Solón Núñez. San José, Costa Rica.
- Meléndez Carlos, 2001., Añoranzas de Heredia. Editorial UNA.
- Metcalf y Eddy, 2000. Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización, Tomo 1., McGraw Hill, México
- Ministerio de Salud, Dirección de Garantía de Acceso a Servicios de Salud, 2013, Proveedores de servicios de recolección, transporte y tratamiento de lodos, San José, Costa Rica.

Mora, Darner, Portuguez Felipe y Mata, Ana. 2013, Acceso a agua para consumo humano y saneamiento al año 2012 y su ubicación por satisfacción de la calidad de agua y calidad de vida en el contexto mundial 2006-2010. AyA, Costa Rica.

Mora, Darner; Chaves Arcelio. Programa Bandera Azul Ecológica, Informe de galardones 2012, abril 2013.

Periódico Eco Católico, 3 de enero de 1898, pp. 13.

Pérez, H.; 1985: *Breve historia de Centroamérica*. Editorial Alianza. 169 pp. Madrid, España

Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales, decreto N° 33601-MINAE-S, 1997.

Rivas Solano, Olga; Faith Vargas, Margie; Guillén Watson, Rossy. Biodigestores: factores químicos, físicos y biológicos relacionados con su productividad Tecnología en Marcha, Vol. 23, N.º 1, Enero-Marzo 2010, P. 39-46

Rosales, Elías, 2003. Tanques sépticos. Conceptos teórico base y aplicaciones. CIVCO ITCR.

Ruiz, Francisco, 2012. Variables de medición de indicadores de gestión de excretas y aguas residuales, Focards-APS, San José, Costa Rica

Salas J., Henry. 2000., Emisarios submarinos, enfoque general, conceptos básicos de diseño y requerimiento de datos para América Latina y el Caribe. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Organización Mundial de la Salud, Oficina Sanitaria Panamericana, División de Salud y Ambiente, Caracas, Venezuela.

Vargas S., Asdrubal, 2001. El manejo histórico de los recursos hídricos en Costa Rica con énfasis en el periodo indígena y en los siglos XVI, XVII, XVIII y XIX, Anuario de Estudios Centroamericanos, Universidad de Costa Rica.

Entrevistas

Acuña, Jenaro. Investigador del Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología CIMAR-UCR, 2013

Araya, Álvaro. Ingeniero Director de Recolección y Tratamiento de Sistemas Periféricos de Acueductos y Alcantarillados, 2013.

Brenes, Paula. Biotecnóloga, Empresa de Servicios Públicos de Heredia., 2013.

Contreras, Pablo, Director Proyecto Mejoramiento Ambiental, GAM, AyA-JBIC, 2013

Marín, Maritza. Directora de Saneamiento, Asociación Centroamericana para la Salud y el Ambiente, 2013.

Rosales, Elías. Máster en Ingeniería Sanitaria, Investigador del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, 2013.

Notas

ⁱ Pompilio Segura es un historiador herediano, ha hecho investigaciones sobre agua, energía y saneamiento. Esta afirmación, obedece a una entrevista realizada en el Museo de Cultura Popular, UNA, en setiembre del 2012. Existe una línea de tiempo expuesta a los visitantes en la que se destaca esta frase.

ⁱⁱ Entiéndase la fosa biológica como un sistema de tratamiento secundario al cual está conectado el tanque séptico, cuenta con agentes filtrantes y aireación, por ejemplo el sistema bionest.

ⁱⁱⁱ Aquí se puede referir a los trabajos realizados por Guillermo Calvo Brenes y Jesús Mora Molina de la Escuela de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica que utilizaron el Índice de Calidad de Agua Holandés en ríos de la GAM y la Península de Osa, así como el historial de los estudios hechos por el IRE-UNA desde el año 2000.

^{iv} Oficio DRS-612-12 del 13 de setiembre de 2012 de la Dirección de Regulación de la Salud del Ministerio de Salud.

^v Este es un dato aportado por DIGECA en las observaciones a artículos del Estado de la Nación Taller de consulta Apartado Armonía con la Naturaleza 6 de junio de 2013.

^{vi} Número más probable. Datos aportados por el ing. Álvaro Araya de Sistemas Periféricos de AyA.

^{vii} Aquí se incluyen los estudios realizados por Hidrocec-UNA en Guanacaste a cargo de la Dra. Andrea Suárez, quien además de diagnósticos sobre aguas residuales ha hecho un amplio monitoreo de calidad de agua potable. Se incluyen también los estudios de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia para el Proyecto de Saneamiento Ambiental.

^{viii} Para referenciar cada contaminantes según la norma, nacional o internacional, se recomienda la revisión de IRET-UNA Indicador de contaminantes, noviembre 2012, en anexo 1 del informe DFOE-AE-IF-01-2013, CGR 2013.

^{ix} Ídem. Aportes del Msc. Jenaro Acuña, investigador del CIMAR-UCR

^x 100 µg/L para aguas continentales Concentración máxima promedio anual de contaminante permitida en agua superficial para la protección del sistema acuático, según la norma European Commission 2012.

^{xi} Estimación elaborada con datos aportados por Aresep.

^{xii} Consulta a Asesores de Ciencias y revisión de los temarios nacionales del Ministerio de Educación Pública.

^{xiii} Información suministrada por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, según oficio 0696-2013-Reg.

^{xiv} Sala Constitucional, voto 5894-07

^{xv} Sala Constitucional, voto 13029-06

^{xvi} Inventario de proveedores de servicio de recolección, transporte y tratamiento de lodos, Ministerio de Salud, 2012.

^{xvii} Decreto 32133-S, Artículo 1º. Se declara de interés público y necesidad social el diseño, financiamiento, ejecución, operación y mantenimiento de las obras requeridas para la recolección, el tratamiento y disposición final de las aguas residuales de tipo ordinario generados en los centros urbanos, donde las soluciones individuales para la disposición de las aguas residuales técnica y ambientalmente no son adecuadas.