

# Soluciones para atender la contaminación del arsénico en los acueductos de las comunidades de Bagaces 2009-2023

## Solutions to address arsenic pollution in the aqueduct of the communities of Bagaces 2009-2023

Darner Mora-Alvarado<sup>1</sup>, Betzabel Arias-Barrantes<sup>2</sup>, Olger Hurtado-Hernández<sup>3</sup>, Alejandro Contreras-López<sup>4</sup>, Eliécer Robles-Vargas<sup>5</sup>, Guillermo Rodríguez-Castro<sup>6</sup>

---


Mora-Alvarado, D; Arias-Barrantes, B; Hurtado-Hernández, O; Contreras-López, A; Robles-Vargas, E; Rodríguez-Castro, G. Soluciones para atender la contaminación del arsénico en los acueductos de las comunidades de Bagaces 2009-2023. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 83-96.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.7155>

1 Director, Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.

 [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)

2 Área Química. Laboratorio Nacional de Aguas. Costa Rica.

 [bearias@aya.go.cr](mailto:bearias@aya.go.cr)

3 Dirección Administrativo Financiero. AYA. Costa Rica.

4 Operación y Mantenimiento Servicios de Sistemas de Agua. AYA. Costa Rica.

5 Director Administrativo. AYA. Costa Rica.

6 Operación y Mantenimiento Servicios de Sistemas de Agua. AYA. Costa Rica.

## Palabras clave

Acueducto; agua; arsénico; contaminación; salud.

## Resumen

El presente estudio tiene como objetivo identificar los esfuerzos realizados por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), en la disminución de las concentraciones de Arsénico (As) en las aguas para uso y consumo humano, detectados por el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) a partir del 2009. Las soluciones en orden cronológico en las comunidades de Bagaces y otras poblaciones del país han sido: sustitución de fuentes de agua, diluciones con fuentes no contaminantes (menor a 10 µg/L), colocación y operación de remoción de As y la gran solución de buscar e identificar la fuente, denominada “Epifanía” con una producción de 115 L/s, para sustituir la naciente del sistema de abastecimiento de Bagaces; además de la extensión y conexión con otros acueductos comunales pequeños, estableciendo un sistema integrado: Bagaces, El Chile, Arbolito, Montenegro-Agua Caliente, Falconiana-Bagatzí, solucionando por completo la crisis del arsénico.

## Keywords

Aqueduct; arsenic; health; pollution; water.

## Abstract

The objective of this study is to identify the efforts made by the Costa Rican Institute of Aqueducts and Sewers (AyA), in reducing the concentrations of Arsenic (As) in waters for human use and consumption, detected by the National Water Laboratory (LNA) from 2009. The solutions in chronological order in the communities of Bagaces and other towns in the country have been: replacement of water sources, dilutions with non-polluting sources (less than 10 µg/L), placement and operation to remove As and the large solution of search and identify the source, called “Epifanía” with a production of 115 L/s, to replace the source of the Bagaces supply system; in addition to the extension and connection with other small communal aqueducts, establishing an integrated system: Bagaces, El Chile, Arbolito, Montenegro-Agua Caliente, Falconiana-Bagatzí, completely solving the arsenic crisis.

## Introducción

En octubre del año 2008 el suscrito, en calidad de Director del Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), participé en el seminario “Acceso a Agua Potable y Saneamiento” celebrado en Managua, Nicaragua, donde tuve acceso al documento titulado “La problemática del Arsénico en Nicaragua”, que resumía la contaminación de 10 acueductos rurales en Zapote de Matagalpa, con concentraciones que oscilaban entre 11 µg/L y 1.034 µg/L [1,2]. De regreso a Costa Rica y considerando la similitud de Managua con Guanacaste, le propuse a los compañeros del Área de Química de Agua Potable del LNA que aceleran la implementación de la técnica de Absorción Atómica con Homo de Grafito, para la cuantificación a nivel traza del As en aguas para uso y consumo humano [3]. Con la adquisición de los equipos, los primeros muestreos y análisis se realizaron el 29 de julio del 2009, precisamente en los acueductos de Guanacaste, a pesar de que el Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo N°32327 vigente en ese momento, indicaba que el programa de control hasta el nivel tercero se aplicaba en los acueductos con poblaciones abastecidas  $\geq 50.000$  habitantes [4]. Los acueductos estudiados fueron El Jobo de Puerto Soley, Bagaces y Cañas (ninguno cubría esa

población), en los cuales la concentración de As sobrepasaba los 10 µg/L como valor máximo permitido, con resultados de 23 µg/L, 29 µg/L y 24 µg/L, respectivamente [5]. Luego, el LNA continuó realizando su gestión normal ante los jerarcas del AyA, el Ministerio de Salud y las Municipalidades de Cañas y Bagaces, además de estudios geológicos con la Universidad de Costa Rica [6]. Aunado a esto, se realizaron estudios comparativos sobre la magnitud de la contaminación con As en Guanacaste, con respecto a naciones como Argentina, Chile y los países de Centroamérica [7,8,9].

Luego y manteniendo la cronología Olger Hurtado Hernández (Jefe Cantonal de AyA en Bagaces), en conjunto con Betzaida Barrantes Fonseca (Directora del Área Rectora de Salud de Bagaces) y Luis Ángel Rojas Madrigal (Alcalde de la Municipalidad de Bagaces), le remitieron el oficio MB-091-2012 a Yesennia Calderón, Presidenta Ejecutiva de AyA, con la intención de buscar soluciones a la problemática del As en los acueductos del distrito de Bagaces [10]. Posteriormente, en febrero del 2019, el Sr. Hurtado presentó el proyecto “Abastecimiento de Agua Potable para el Desarrollo del Cantón de Bagaces” [11], el cual se fundamentó en la conexión de una nueva fuente de agua denominada “Epifanía”, con un aforo de 115 L/s. Dicho proyecto, con un costo de \$154,5 millones, fue financiado por el BCIE [12] y contempló la sustitución de la fuente de Bagaces, cambio de tubería, construcción de un tanque de almacenamiento y la extensión de los acueductos rurales de Falconiana, Bagatzi y Montenegro-Agua Caliente, entre otros [13,14,15].

A la luz de la evolución de la crisis del As en los sistemas de abastecimiento de agua de Bagaces y otras zonas de Costa Rica se presenta, en primera instancia, la detección de este contaminante, y en segunda instancia las soluciones paliativas y definitivas, que permitieron la corrección y/o normalización de los servicios de agua potable en los acueductos del distrito de Bagaces.

## Objetivos

### General

Detectar las concentraciones de As en las fuentes de agua de los acueductos de Costa Rica, con énfasis en el distrito de Bagaces, para definir las soluciones paliativas y definitivas con el desarrollo del proyecto de abastecimiento de agua en la zona de estudio, desarrollado entre los años 2009 y 2023.

### Específicos

- Identificar las concentraciones de As en los Acueductos en Costa Rica en el periodo: 2009-2013.
- Abordar las soluciones técnicas propuestas y realizadas, para disminuir el riesgo de la contaminación con As en los acueductos de Bagaces.
- Evaluar la evolución de la contaminación en los acueductos de Bagaces entre los años 2009 y 2023.

## Metodología

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

### Identificación de los acueductos contaminada por As

Previo al fortalecimiento del Área de Química de Agua Potable, en el año 2009 el LNA inició un programa especial de muestreo, con la intención de detectar y cuantificar las concentraciones de As en los acueductos de Guanacaste y parte de la zona norte de San Carlos. La lista de los acueductos estudiados, su ubicación por cantón y población afectada, se presenta en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Identificación de Acueductos con Arsénico Cantón y población estimada.

Nombre del Acueducto	Cantón	Población Estimada
El Jobo	La Cruz	770
El Chile	Bagaces	507
Arbolito	Bagaces	490
Agua Caliente	Bagaces	385
Montenegro	Bagaces	1.050
Falconiana	Bagaces	220
El Recreo	Bagaces	152
Bagaces	Bagaces	23.073
Fincas Don Miguel	Bagaces	512
Comunidad Hotel Cañas	Cañas	280
La Libertad	Cañas	525
Cañas	Cañas	19.215
Bebedero	Cañas	2.100
Vergel	Cañas	197
Vueltas de Kooper	Aguas Zarcas-San Carlos	552
ASADA 5	Aguas Zarcas-San Carlos	4.158
Los Chiles-Sistema 3	Aguas Zarcas-San Carlos	360
Concepción de La Palmera	Aguas Zarcas-San Carlos	360
Cristo Rey de Los Chiles	Aguas Zarcas-San Carlos	242
Santa Cecilia del Amparo	Los Chiles	875
La Esperanza de Pavón	Golfito	228
Sahara de Batán	Matina	443
<b>Población total</b>		<b>56.694</b>

### Aplicación de las soluciones técnicas para disminuir las concentraciones de As

Las soluciones técnicas se clasifican en paliativas y definitivas; la primera alternativa consiste en la dilución de una fuente contaminada con As con otra no contaminada, como se realizó en los acueductos de las comunidades de La Libertad y Hotel Cañas; la segunda es la eliminación de la fuente contaminada, como se hizo en el acueducto de Bagaces y parte de Cañas; la tercera fue la colocación y operación de equipos o filtros de remoción de As, aplicada en Falconiana de Bagaces, Bebedero de Cañas y algunos sistemas en Aguas Zarcas de San

Carlos; la cuarta, y al final la más efectiva, fue la búsqueda de nuevas fuentes con gran aforo y buena calidad, que permitieran abastecer e interconectar varios acueductos, como se hizo en el sistema del distrito de Bagaces.

## Resultados

### Acueductos afectados con concentraciones de As superiores a 10 µg/L

En el cuadro 2 se presentan los 25 sistemas de abastecimiento de agua con contaminaciones de As superiores a 10 µg/L, de los cuales 20 eran rurales o comunales y 2 urbanos (Cañas y Bagaces); además, se presentan las soluciones implementadas y el estado de la calidad al 2013.

**Cuadro 2.** Acueductos afectados con concentraciones de As superiores a 10 µg/L: soluciones al 2013.

Nombre del Acueducto	Cantón	Población estimada	Concentración de As µg/L	Soluciones realizadas y a ejecutar	Estado actual de la calidad del agua
El Jobo	La Cruz	770	23	23 µg/L antes de integración del nuevo Sistema al AyA, 3 µg/L después de la integración del mismo	Potable
El Chile	Bagaces	507	19	Integración al acueducto de Bagaces (AyA), o instalación de equipo de remoción de As	No potable
Arbolito	Bagaces	490	26	Integración al sistema de Bagaces (AyA), o instalación de equipo de remoción de As	No potable
Agua Caliente	Bagaces	385	80	Interconexión con acueducto de Montenegro ya realizado para bajar a 23 µg/L y luego equipo de remoción de As	No potable, pero se bajó de 80 µg/L a 28 µg/L de As
Montenegro	Bagaces	1050	Con pozo 1: 14 Con pozo 2: 23	Equipo de remoción de As	No potable
Falconiana	Bagaces	220	22	Equipo de remoción de As	No potable
El Recreo	Bagaces	152	44	Interconexión con ASADA Las Quintas o al acueducto de Bagaces	No potable
Bagaces	Bagaces	6077	49 antes del 2010 y 10 a partir del 2010	Eliminación del pozo contaminado	Potable
Comunidad Hotel Cañas	Cañas	280	180 antes de la Interconexión con La Libertad. 14 después de la misma	Eliminación del pozo contaminado e interconexión con el acueducto La Libertad	No Potable

Nombre del Acueducto	Cantón	Población estimada	Concentración de As $\mu\text{g/L}$	Soluciones realizadas y a ejecutar	Estado actual de la calidad del agua
La Libertad	Cañas	525	10		Potable
Cañas	Cañas	19.215	antes del 2010: 25 a partir del 2010: 9	Eliminación de funcionamiento del pozo Sandillal 6	Potable
Bebedero	Cañas	2100	16	Equipo de remoción de As	No potable
Jabillas	Cañas	242	97	Eliminación del pozo e interconexión de la naciente nueva (5 $\mu\text{g/L}$ de As)	No potable
Vergel	Cañas	197	27	Eliminación del pozo contaminado e interconexión del pozo nuevo	No potable
Vueltas de Kooper	San Carlos de Aguas Zarcas	552	186 antes de la interconexión a ASADA 5, 28 después de la unión	Interconexión con la ASADA de San Francisco de la Palmera	No potable
ASADA 5	San Carlos de Aguas Zarcas	4158	28	Interconexión con el sistema Aguas Zarcas	No potable
Los Chiles-Sistema 3	San Carlos de Aguas Zarcas	360	16 antes de la eliminación de la fuente contaminada y 8 después de la eliminación	Eliminación de fuente contaminada	Potable
Concepción de La Palmera	San Carlos de Aguas Zarcas	360	16	Interconexión a otros sistemas de abastecimiento, nuevas fuentes o colocación de equipo de remoción de As	No potable
Cristo Rey de Los Chiles	San Carlos de Aguas Zarcas	242	14	Equipo de remoción de As	No potable
Santa Cecilia del Amparo	Los Chiles	875	22	Equipo de remoción de As	No potable
La Esperanza de Sábalo de Pavón	Golfito	228	22	Equipo de remoción de As, hierro y manganeso	No potable
Sahara de Batán	Matina	433	14 antes del filtro, 10 después del mismo	Equipo de remoción de Hierro y Manganeso ya colocado	Potable

**Nota 1:** Población total afectada: 39.418.

**Nota 2:** Población solucionada o con agua potable: 27.380 (69. 5%).

**Nota 3:** La interconexión entre La Libertad y la Comunidad de Hotel Cañas, logró bajar la concentración de As de este acueducto de 180  $\mu\text{g/L}$  a 14  $\mu\text{g/L}$ .

**Nota 4:** El número de Acueductos afectados hasta el momento es de 21 equivalentes a 26 comunidades.

**Fuente:** Laboratorio Nacional de Aguas y Comisión Institucional de soluciones para la problemática de los Acueductos con As superiores a 10  $\mu\text{g/L}$ .

## Resultados del Proyecto de Abastecimiento de Agua Potable para el Desarrollo de Bagaces

Esta propuesta consistía en mejorar el servicio de agua potable en cuanto a calidad, cantidad y continuidad en Bagaces y las comunidades afectadas con As, además de incentivar el crecimiento del cantón ofreciendo suficiente recurso hídrico, que permitiera promover el desarrollo de diferentes proyectos urbanísticos, turísticos y comerciales.

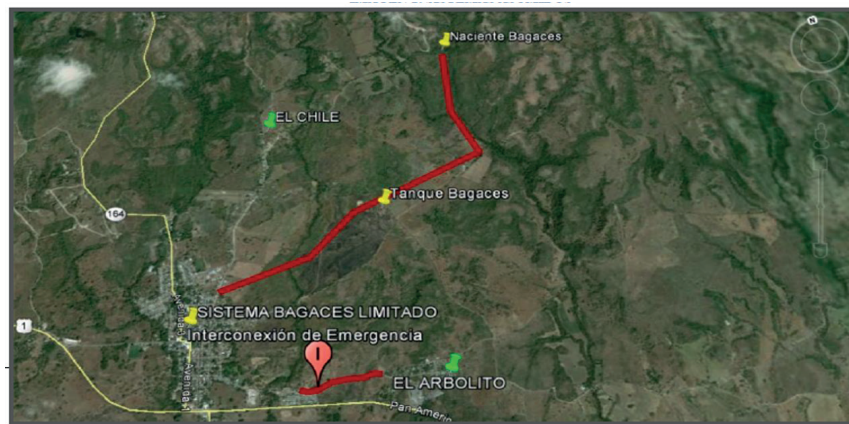
Esta propuesta contempla el mejoramiento en tres puntos importantes, a saber:

1. Mejoras en Bagaces centro con la remoción de As a mediano plazo (2014-2016).
2. Instalación de equipos de remoción de As a mediano plazo (2014-2016).
  - Falconiana y Bagatzí
  - ASADA Montenegro y Agua Caliente
  - Quintas Don Miguel
3. Proyecto a largo plazo identificado como “Montaña de Agua” o “Epifanía”, que permita el desarrollo urbano, turístico y comercial a futuro.

Durante la selección de la nueva fuente de agua se eligió la denominada como “Epifanía”, debido a su mayor caudal.

*Los resultados para mejoras de Bagaces centro a corto plazo (2014)*

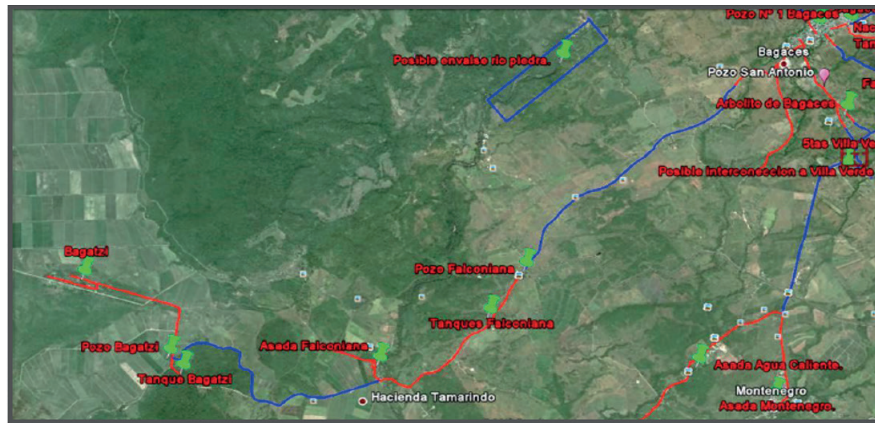
En la figura 1 se visualizan los sistemas asumidos por el Sistema de Bagaces.



**Figura 1.** Sistemas asumidos. Fuente: Olger Hurtado.

*Los resultados de la instalación de equipos de remoción de As*

En la figura 2 se presenta la ubicación de sistemas con rojo y azul, además de las propuestas de líneas nuevas (Falconiana y Bagatzí).



**Figura 2.** Ubicación de sistemas. Fuente: Google Earth.

La figura 3 ilustra la ubicación de los sistemas aliados a Quintas Don Miguel.



**Figura 3.** Ubicación de los sistemas aliados a Quintas Don Miguel. Fuente: Olger Hurtado.

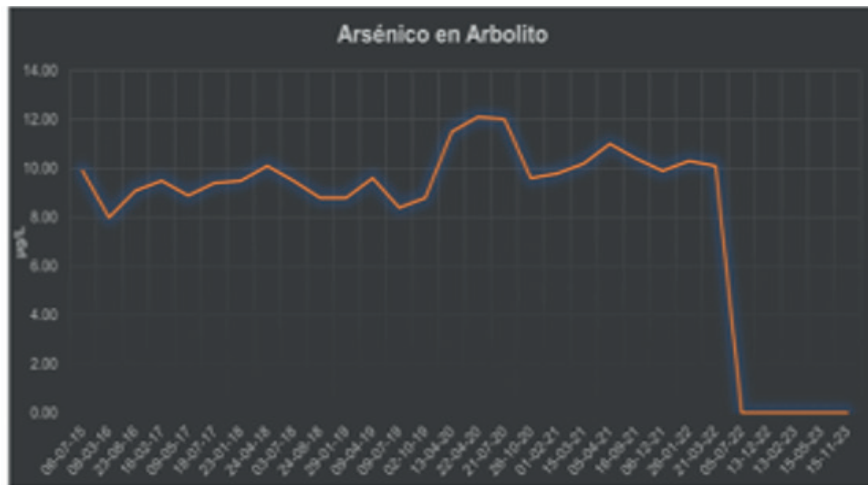
### Resultados de la implementación del proyecto de ampliación e integración del sistema de abastecimiento de Bagaces

En las figuras 4, 5 y 6 se presenta la evolución de las concentraciones de As, en donde la solución, según los análisis, se normalizó a datos “N.D.” o no determinado; es decir, los sistemas de El Chile, Arbolito y Bagaces pasaron de ser acueductos que suministraban agua de calidad no potable, en algunos periodos, a potable a partir de julio del 2022, mientras que en Bagaces centro fue a partir del 23/11/2022.





**Figura 4.** Evolución de la contaminación por As. Acueducto El Chile del 06/07/2015 al 15/11/2023. Fuente: LNA.

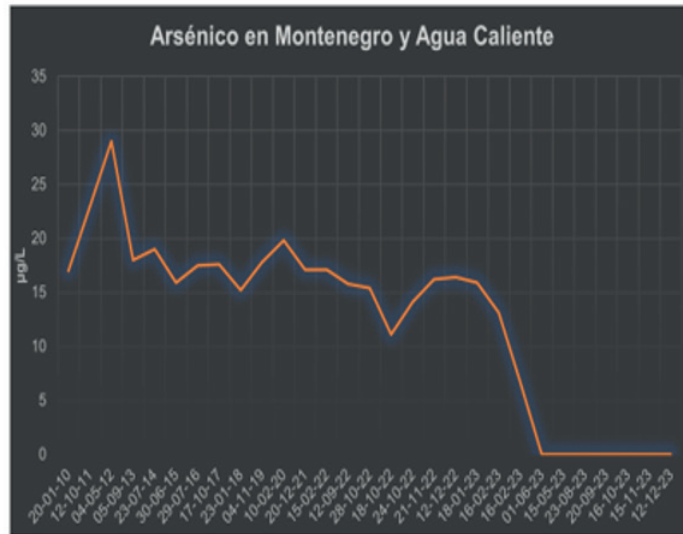


**Figura 5.** Evolución de la contaminación por As. Acueducto Arbolito del 06/07/2015 al 12/12/2023. Fuente: LNA.



**Figura 6.** Evolución de la contaminación por As. Bagaces del 27/11/2009 al 12/12/2023. Fuente: LNA.

En las figuras 7, 8, 9 y 10 se presentan las evoluciones de la concentración de As en los sistemas de Montenegro-Agua Caliente, Falconiana, Bagatzi y Quintas Don miguel, con normalización del servicio a concentraciones “N.D.” a partir del año 2023.



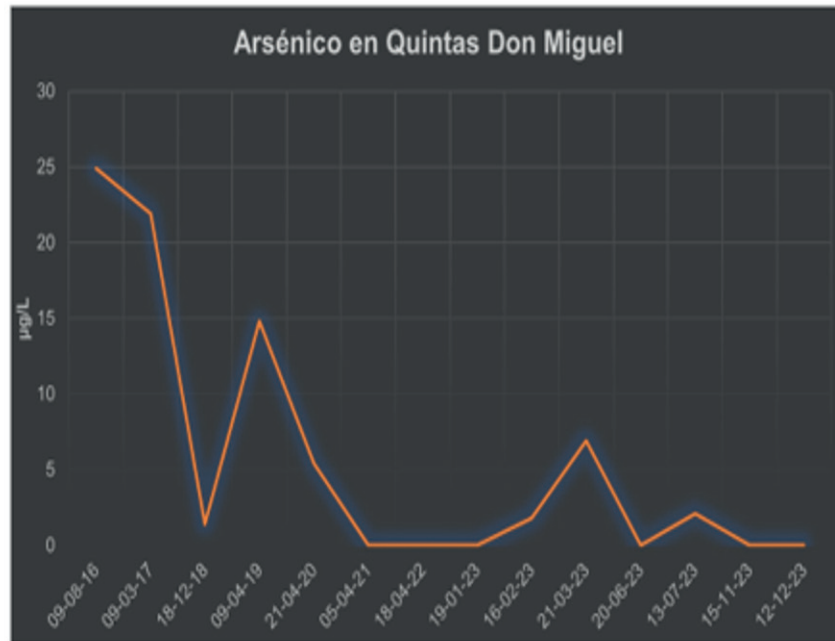
**Figura 7.** Evolución de la contaminación por As. Acueducto Montenegro y Agua caliente del 20/01/2010 al 12/12/2023. Fuente: LNA.



**Figura 8.** Evolución de la contaminación por As. Acueducto Falconiana del 06/01/2010 al 16/10/2023. Fuente: LNA.

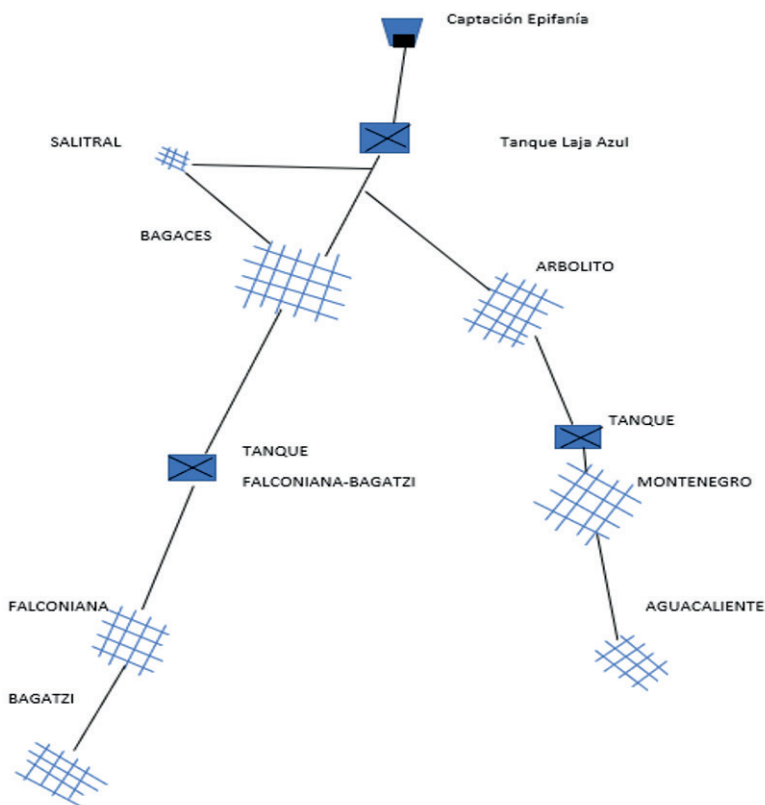


**Figura 9.** Evolución de la contaminación por As. Acueducto Bagatzi del 17/08/2013 al 12/12/2023. Fuente: LNA.



**Figura 10.** Evolución de la contaminación por As. Quintas Don Miguel del 09/08/2016 al 11/12/2023. Fuente: LNA.

En la figura 11 se presenta el croquis del nuevo sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de Bagaces, abastecido por la naciente Epifanía.



**Figura 11.** Croquis del Nuevo Sistema de Bagaces (Epifanía). Fuente: Olger Hurtado.

En resumen, la cantonal de Bagaces de AyA asumió los sistemas comunales de El Chile, Arbolito, Montenegro-Agua Caliente, Falconiana-Bagatzi, Quintas Don Miguel, Quintas Río Piedras, Las Cazuelas y además Salitral, que aunque tenía solo 3 µg/L de As, se incorporó debido a la mala administración por parte de la Asada; por otro lado, se unificó en un solo acueducto los sistemas de Montenegro-Agua Caliente y Falconiana-Bagatzi.

Por último, por el momento el proyecto abastecido por la fuente Epifanía se ha integrado en un solo sistema que contempla Bagaces-El Chile, Arbolito, Montenegro-Agua Caliente y Falconiana-Bagatzi, quedando pendientes de incorporar los sistemas de Salitral, Quintas Río Piedras, Quintas Don Miguel y Cazuelas.

### Análisis, conclusiones y recomendaciones

Los resultados de la estrategia proactiva, desde la detección de la contaminación por As en los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano de Bagaces, permiten establecer los siguientes análisis, conclusiones y recomendaciones:

#### Análisis

- El LNA detectó y cuantificó concentraciones de As en 22 acueductos, de los cuales 20 fueron Asadas y/o CAAR's y 2 sistemas urbanos del AyA, ubicados en Cañas y Bagaces (ver cuadro 1).
- Los mencionados hallazgos generaron un ambiente mediático, durante el cual varios activistas utilizaron la crisis para efectos políticos; sin embargo, la actitud proactiva de los jefes cantonales de Bagaces y Cañas de AyA, y del mismo LNA, permitieron identificar

medidas correctivas basadas en criterios técnicos, en donde prevaleció el diálogo durante las reuniones con los municipios y las Áreas de Salud, tanto de Cañas como de Bagaces. En el caso del AyA, a solicitud del jefe cantonal de Bagaces, la Directora de Salud y el Alcalde de la Municipalidad de Bagaces, solicitaron a la presidenta ejecutiva de AyA de turno, Yesenia Calderón, la atención de la crisis de contaminación de acueductos con As, razón por la cual se establecieron medidas como:

- a) Mejoras en sistemas de abastecimiento de agua de Bagaces centro a corto plazo (2014), para permitir el desarrollo vegetativo.
- b) Instalación de equipos de remoción de As a mediano plazo (2014-2016), para permitir el desarrollo urbano y cubrir sus respectivas necesidades.
- c) Impulso y ejecución del proyecto a largo plazo denominado “Montaña de Agua” o “Epifanía”, que permitiera el futuro desarrollo urbano, turístico y comercial.

Esta estrategia aplicada en el distrito de Bagaces permitió, que de forma sistemática y paso a paso, solucionar la problemática del As, como se pudo apreciar en los gráficos 1 al 7 de los acueductos en las comunidades de El Chile, Arbolito, Bagaces, Montenegro-Agua Caliente, Falconiana, Bagatzí y Quintas Don Miguel, respectivamente.

### Conclusiones

- El AyA, en conjunto con el Ministerio de Salud y las respectivas Municipalidades, lograron solucionar la crisis del As en los 22 sistemas de abastecimiento, tanto rurales como urbanos.
- En el caso específico de Bagaces, el liderazgo de la jefatura cantonal de AyA Olger Hurtado, la buena labor de la directora del Área de Salud Dra. Betzaida Barrantes y el apoyo del alcalde Luis Ángel Rojas, lograron, en conjunto con el equipo de trabajo del AyA y el BCIE, culminar con éxito la ampliación e integración del proyecto abastecido por la fuente “Epifanía”.

### Recomendaciones

Aunque los objetivos de este estudio no se han enfocado en el tema del origen del As en las fuentes de agua, es importante anotar que la “Comisión Científica del Origen de Arsénico”, establecida en el 2013-2014, indicó *“que los estudios geológicos, estructurales, hidrogeológicos e hidroquímicos que el origen del As es natural y volcánico, por lo que se recomienda que al solicitar perforación de pozos y concesión de aguas subterráneas ante la Dirección de Aguas de MINAE, mediante un análisis de la calidad del agua incluyendo As y cumplir en el caso del agua para uso y consumo humano, cumpliendo con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable”* [16].

Por otro lado, es menester reconocer el trabajo realizado por las entidades públicas y las propias organizaciones no gubernamentales, en beneficio de atender la crisis del Arsénico en Costa Rica.

Por último, aunque “el caballo de batalla” de los grupos activistas es que el consumo de agua con As es el causante de la “Enfermedad Renal Crónica”, un estudio liderado por el Dr. Roy Wong, y colaboradores, indica que esta patología está asociada con la condición de ser peón y laborar en actividades agrícolas entre las 10:00 am y las 2:00 pm, además del consumo de analgésicos antiinflamatorios derivados de la aspirina; es decir, el estrés térmico, el trabajo extenuante y el efecto tóxico de los analgésicos tienen efectos directos sobre los riñones [17].

## Referencias

- [1] Gómez A. *Monitoreo y Atención de intoxicados con arsénico en el Zapote, Municipio de San Isidro, Departamento de Matagalpa, Nicaragua 1994-2002*, Managua; UNICEF.
- [2] Maximina Altamirano. *Contaminación natural por arsénico en las aguas subterráneas de la comunidad rural "La Fuente", para sugerir y promover el uso de fuentes alternativas de agua segura en el Municipio La Paz Centro, León, Nicaragua*. Revista Torreón Universitario; ISSN 2410-5708/e ISSN 2313-7215, Año 8/Num.23/p; 2020: pág. 58-72.
- [3] Nelly Mañay, Clavijo Giovanna y Díaz Laura. *Absorción atómica con horno de grafito*. En línea. <http://riquim.fq.edu.uy/items/show/4654>
- [4] Poder Ejecutivo. Costa Rica. *Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto N°32327-S*; La Gaceta N°84; 3 de mayo 2005.
- [5] Darner Adrian Mora Alvarado, Carlos Felipe Portuguez Barquero. *Laboratorio Nacional de Aguas: 50 Aniversario*. Libro ISBN: 978-9968-9893-2-9; 2013: pág. 1-243.
- [6] Ricardo Torres. *Presencia de arsénico en el agua de bebida en América Latina y sus efectos en la salud pública*. CEPIS/BS/SDE/OPS.
- [7] Darner A. Mora Alvarado. *Estudio Preliminar Exploratorio-Ecológico de la Razón de Incidencia Estandarizada de varios tipos de cáncer y las concentraciones de Arsénico en el Agua para Consumo Humano en Guanacaste, Costa Rica*. La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas; marzo 2011; sp.
- [8] Darner Mora Alvarado, Azucena Urbina Campos, Horacio Chamizo García. *Estudio ecológico sobre la enfermedad renal crónica y Arsénico en Agua Potable en distritos de Guanacaste*. Revista Tecnología en Marcha. Vol 28, N°2 Abril-Junio; 2015; pág. 102-115.
- [9] Darner A. Mora Alvarado. *Agua para Consumo Humano: Estudio comparativo de la contaminación de Arsénico en Argentina, Chile y los países de Centroamérica*. San José XVI Congreso Nacional de Microbiología, Parasitología, Patología Clínica: 12-13 noviembre 2013.
- [10] Luis Angel Rojas, Betzaida Barrantes, Olger Hurtado. *Oficio MB-091-2012*. Bagaces 01 de marzo del 2012: sp.
- [11] Olger Hurtado. *Proyecto Abastecimiento y Distribución de Agua Potable para el Desarrollo del Cantón de Bagaces. Sistema de Agua Potable de Bagaces Centro*. Cantonal de Bagaces; febrero del 2014: pág. 1-11.
- [12] BCIE. *"Ahora gracias a Dios tenemos agua pura". Proyecto de Ampliación y Mejoramiento del Acueducto de Bagaces*. En línea. <https://www.bcie.org/novedades/noticias/articulo/ahora-gracias-a-dios-tenemos-agua-pura-afirma-una-de-los-12-mil-costarricenses-beneficiados-con-nuevo-acueducto-en-bagaces-financiado-por-el-bcie>
- [13] AyA. *Bagaces tendrá nuevo acueducto*. En línea. <https://www.aya.go.cr/Noticias/comunicadosPrensa/CP%20Nuevo%20acueducto%20Bagaces.pdf>
- [14] La Voz de la Pampa. *AyA cumple con construcción de Acueducto en Bagaces*. En línea. <https://lavozdelapampa.com/noticias-de-guanacaste-aya-cumple-con-construccion-acueducto-en-bagaces/>
- [15] Danny Canales. *Ampliación de acueducto permitirá a la comunidad dejar atrás el consumo de agua con arsénico*. La República, 16 de diciembre 2021. En línea. <https://www.larepublica.net/noticia/ampliacion-de-acueducto-permitira-a-comunidad-dejar-atras-el-consumo-de-agua-con-arsenico>
- [16] Comisión Científica Origen Arsénico *"Investigación Geológica, Hidrogeológica e Hidro geoquímica sobre el origen del Arsénico en la zona de Cañas, Bagaces y alrededores"*. Diciembre, 2014: pág. 1-128.
- [17] Roy Wong McClure, Marvin Cervantes Loaiza y Leandra Abarca Gómez. *Factores asociados a Enfermedad Renal Crónica, Región Chorotega. Informe Final de Resultados*. CCSS. Gerencia Médica, San José; 2014: pág. 1-84.