



**CIPA**

centro de investigación  
en protección ambiental

**TEC** | Tecnológico  
de Costa Rica

# EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA ASADA DE SAN JERÓNIMO, CACHÍ, PARAÍSO, DESDE UNA PERSPECTIVA DEL USO SOSTENIBLE DEL RECURSO HÍDRICO.

Serie de documentos de divulgación ambiental del proyecto:

“PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE  
SANEAMIENTO AMBIENTAL EN LAS ASADAS DE LA PROVINCIA DE CARTAGO,  
CON UN ENFOQUE DE PREVENCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO”

# EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA ASADA SAN JERÓNIMO, CACHÍ, PARAÍSO, DESDE UNA PERSPECTIVA DEL USO SOSTENIBLE DEL RECURSO HÍDRICO.

**Serie de documentos de divulgación ambiental del proyecto:**

**“PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE SANEAMIENTO  
AMBIENTAL EN LAS ASADAs DE LA PROVINCIA DE CARTAGO, CON UN ENFOQUE DE  
PREVENCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO”**

**DOCUMENTO N° A012**

Noviembre, 2016

Gaviria-Montoya L; Pino-Gómez M, Soto-Córdoba S.

Evaluación de la gestión de la ASADA de San Jerónimo, Cachí, Paraíso, desde una perspectiva del uso sostenible del recurso hídrico.

Número de páginas: 38

ISBN: 978-9968-641-68-5  
978-9968-641-69-2 PDF

Serie de documentos de divulgación ambiental N° A012

El presente material ha sido elaborado en el marco del proyecto de investigación “**PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE SANEAMIENTO AMBIENTAL EN LAS ASADAs DE LA PROVINCIA DE CARTAGO, CON UN ENFOQUE DE PREVENCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**” código 1460-038 Auspiciado por la Vicerrectoría de Investigación del ITCR en colaboración con el Ministerio de Salud, Regional Este.

Para citar el documento:

Gaviria-Montoya, L., Pino-Gomez, M., & Soto-Córdoba, S. (2016). EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA ASADA DE SAN JERÓNIMO, CACHÍ, PARAÍSO, DESDE UNA PERSPECTIVA DEL USO SOSTENIBLE DEL RECURSO HÍDRICO. Cartago.

Palabras claves:

ASADA, agua potable, agua residual, residuos sólidos, sostenibilidad, saneamiento

---

# Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo logístico, informativo y de coordinación del Ministerio Salud Región Central Este en especial a las direcciones de las áreas rectoras de El Guarco, Sra. Glorinabella Sancho Rodríguez; Oreamuno, Sr. Walter Astorga; Paraíso. Sr. Carlos Granados Siles y Sr. Anselmo Cordero Céspedes y Turrialba, Sra. María José LaFuente González.

Un agradecimiento especial a las Ingenieras Ambientales Ericka Calderón Vargas y Laura Ureña Vargas, en las labores de captura de información, edición, visitas y coordinación de actividades.

Finalmente, agradecemos la Sra. Hellen Ivania Núñez Solano y funcionarios de la ASADA de San Jerónimo.

## Reseña de los autores

### Lilliana Gaviria Montoya

Profesora –Investigadora del Centro de Investigación en Protección Ambiental.

Ingeniera Química, Especialista en Ingeniería Sanitaria.

Profesora Catedrática del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

<https://scholar.google.com/citations?user=a9IcusIAAAAJ&hl=es>

### Macario Pino Gómez

Profesor-Investigador del Centro de Investigación en Protección Ambiental.

Ingeniero Sanitario, Universidad de Antioquia, Colombia.

Trabajo en la gobernación de Antioquia como asesor de Municipalidades en el sector agua potable y saneamiento.

Evaluador de proyectos de Fundecooperación Costa Rica.

Actualmente es Profesor Instructor de la carrera de Ingeniería Ambiental en donde imparte los cursos de Diseño de sistemas de tratamiento de agua potable y gestión de residuos sólidos, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

### Silvia Soto Córdoba

Profesora-Investigadora del Centro de Investigación en Protección Ambiental.

Dra. Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción, Chile.

Profesora Catedrática del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

<https://scholar.google.com/citations?user=dPFo9UoAAAAJ&hl=es>

# ÍNDICE

1. Introducción .....	7
2. Descripción General .....	8
3. Esquema del acueducto .....	9
4. Gestión del Agua Potable en la ASADA de San Jerónimo .....	9
4.1 Metodología.....	9
4.2 Características y evaluación de los factores de riesgo de los componentes del acueducto .....	10
4.2.1 Nacientes .....	10
4.2.2 Tanques de almacenamiento .....	15
4.2.3 Sistemas de desinfección.....	20
4.2.4 Resumen de Riesgos .....	20
4.2.5 Mapa de Riesgo.....	20
4.3 Caracterización de la gestión de la ASADA.....	21
4.4 Propuestas de Mejora.....	22
4.4.1 Factores de riesgo SERSA.....	23
5. Aguas Residuales y Residuos Sólidos en la comunidad San Jerónimo .....	26
5.1 Recomendaciones .....	27
6. Referencias .....	28
7. Apéndices .....	29
7.1 Resultado de caracterización de la ASADA.....	29
7.2 Guía para la realización de aforos .....	31
7.3 Formato para el registro de los aforos .....	32
7.4 Formato para el registro de mediciones de cloro residual .....	33
8. Anexos .....	34
8.1 Fichas de campo SERSA.....	34

## Índice de cuadros

Cuadro 4.1.	Clasificación de riesgo y código de colores para aplicar la Metodología Estandarizada SERSA. ....	10
Cuadro 4.2.	Ficha de campo SERSA naciente F1. ....	11
Cuadro 4.3.	Ficha de campo SERSA naciente F2. ....	12
Cuadro 4.4.	Ficha de campo SERSA naciente F3. ....	13
Cuadro 4.5.	Ficha de campo SERSA naciente F4. ....	14
Cuadro 4.6.	Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para las captaciones tipo naciente. ....	15
Cuadro 4.7.	Resumen de riesgo SERSA para las captaciones de la ASADA de San Jerónimo. ....	15
Cuadro 4.8.	Ficha de campo SERSA tanque Zona alta Guatusito. ....	16
Cuadro 4.9.	Ficha de campo SERSA Tanque de almacenamiento N°1. ....	17
Cuadro 4.10.	Ficha de campo SERSA Tanque de almacenamiento principal. ..	18
Cuadro 4.11.	Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para tanques de almacenamiento. ....	19
Cuadro 4.12.	Resumen de riesgo SERSA para los tanques de la ASADA San Jerónimo. ....	19
Cuadro 4.17	Resumen de los riesgos identificados en las estructuras con las guías de inspección sanitaria del SERSA. ....	20
Cuadro 4.18.	Volumen de almacenamiento requerido para abastecer a la población actual de Palomo. ....	24

## Índice de figuras

Figura 2.1.	Mapa de ubicación, ASADA San Jerónimo. ....	8
Figura 3.1.	Esquema del sistema del acueducto de San Jerónimo. ....	9
Figura 4.1	Mapa de riesgos identificados. ....	21
Figura 4.2	Comparación de los diferentes tipos de gestión evaluados en la ASADA, con respecto al valor óptimo. ....	21
Figura 5.1.	Agua gris recolectada y llevada directamente al río sin tratamiento. ....	26

# 1. Introducción

La sostenibilidad de la distribución del agua potable en las diferentes ASADAs del país es un tema complejo, multifactorial y dependiente de muchos actores y condiciones ambientales.

A la fecha los principales esfuerzos y enfoques se han orientado en los procesos de conducción del agua, tratamiento y distribución, asumiendo, que el recurso es inagotable e inalterable.

Con gran preocupación ya estamos detectando como este recurso cada día es más escaso por la creciente presión de su uso, la degradación ambiental y el cambio en los patrones del clima.

Las ASADAs como organizaciones comunales son un ejemplo de colaboración, apropiamiento y gobernanza del recurso hídrico, sin embargo, a éstas se les hace difícil luchar contra todas las amenazas que se ciernen sobre el agua.

Sumado a esto, el paradigma convencional para resolver los problemas de aguas negras y residuos sólidos, ha sido eliminar la presencia de excretas y sólidos en los hogares, sin considerar el impacto de éstos en los sitios donde son dispuestos. Este impacto negativo no ha sido debidamente cuantificado y es un potencial riesgo de contaminación de acuíferos y manantiales.

Aunque la legislación nacional es clara en cuanto a la necesidad de un apropiado tratamiento, aún no se ha llegado a un nivel de sostenibilidad, que permita aprovechar los flujos de energía, nutrientes y materiales, que en conjunto contribuyan a cerrar los ciclos de aguas y de nutrientes.

En esta serie de documentos de divulgación ambiental, los autores, pretendemos sensibilizar al lector sobre el estado actual de la situación del agua y saneamiento ambiental, en las ASADAs de la provincia de Cartago. Para esto hemos seleccionado una muestra representativa de ASADAs que se estudiaron durante los años 2014 hasta el 2016.

Es nuestro interés que estos hallazgos nos permitan comenzar a introducir el concepto de saneamiento sostenible y distribución sostenible del agua, con el fin de provocar, un cambio que nos permita adaptarnos a los nuevos patrones de lluvia, que afectarán inevitablemente la distribución del agua.

El saneamiento sostenible enfoca sus acciones en aprovechar al máximo los recursos. En contraposición con el paradigma convencional en donde las aguas negras y los residuos sólidos son problemas que deben ser resueltos, eliminando la presencia de las excretas y los sólidos.

En nuestro país prácticamente no existen programas ni políticas orientadas al saneamiento sostenible ni a la sostenibilidad de la distribución del agua, por el contrario, aunque tenemos gran efectividad en la recolección de residuos sólidos y en la construcción de sistemas para disponer las excretas, no contamos con sistemas de tratamiento que se enfoquen el aprovechamiento de estos materiales, tampoco tenemos políticas claras en cuanto a los límites máximos de extracción, límites máximos de dotación y re-uso del agua.

Tenemos un rezago de muchos años, y estamos enfocando nuestros esfuerzos en la construcción de grandes plantas convencionales para el tratamiento de excretas, las cuales, aunque son efectivas, no siguen el paradigma de un saneamiento sostenible, ya que estas obras de ingeniería demandaran gran cantidad de energía y espacio.

En todo el mundo es común observar la construcción de sistemas *in situ* para el tratamiento de excretas, sobre todo en las zonas rurales y periurbanas. Igual situación se repite en las áreas atendidas por las ASADAs que hemos estudiado. Tal escenario es un arma de doble filo, ya que, pues traslada la contaminación a otros puntos, que en muchos casos atentan contra la calidad del agua potable.

Afortunadamente, a la fecha no se han presentado importantes problemas ambientales, sobre todo debido a la baja densificación y el régimen de lluvias que goza el país, sin embargo, los autores han detectado que en algunas zonas rurales ya se están presentando problemas por la disposición de aguas servidas y residuos sólidos, además de riesgos inminentes en los acueductos que distribuyen el agua potable.

En el caso de los residuos sólidos se presentará un pequeño estado general de la situación en la ASADA, en forma muy sucinta. El tema de las aguas residuales será presentado mediante una breve descripción del problema en la zona.

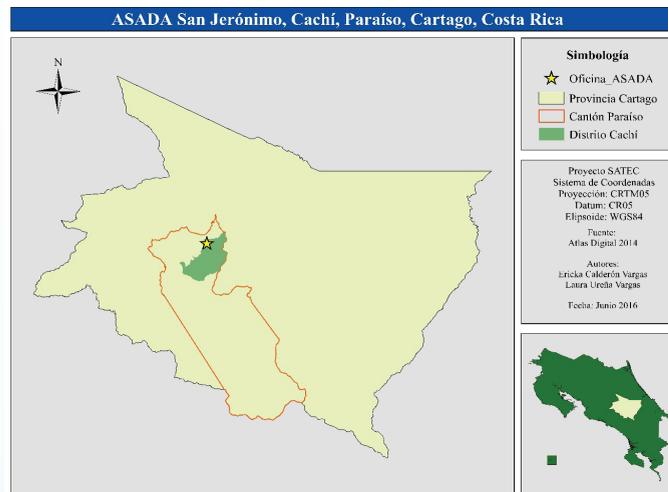
También se presentarán las evaluaciones realizadas en la operación, mantenimiento del sistema de abasto de agua potable y la valoración de los riesgos en las estructuras hidráulicas que componen el acueducto, además de la gestión organizacional, administrativa, comercial, en operación y mantenimiento, ambiental, así como la gestión del riesgo que realiza la ASADA de San Jerónimo, Cachí, Paraíso, Cartago.

Todos estos componentes se utilizarán para diseñar una herramienta que permita clasificar a las ASADAs de acuerdo a su sostenibilidad en saneamiento ambiental y distribución del agua potable.

## 2. Descripción General

El acueducto de San Jerónimo se ubica de acuerdo a la división territorial de Costa Rica en la provincia de Cartago (N°3), cantón de Paraíso (N°2), distrito La Cachí (N°4), como se muestra en la Figura 2.1. **Abastece a 141 abonados, para una población estimada de aproximadamente 620 habitantes**, determinados a partir de el quintil promedio de habitantes por hogar para el distrito (Solano & Rojas, 2013). Dichos datos son cambiantes durante el tiempo ya que, depende del crecimiento de la población del lugar y la demanda del agua potable.

El acueducto fue creado en el año 1986 con un aporte del 50% del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados y el restante 50% de la comunidad. En la actualidad cuenta con una cobertura de micromedición de un 100% y realiza desinfección. En el acueducto la junta directiva de la ASADA se encarga de la administración y cuentan con dos fontaneros.



**Figura 2.1. Mapa de ubicación, ASADA San Jerónimo.**  
Elaborado a partir del Atlas Digital (Tecnológico de Costa Rica, 2014)

### 3. Esquema del acueducto

Las fuentes de abastecimiento empleadas por este acueducto son de tipo nacientes y para su potabilización las aguas son cloradas. El acueducto está compuesto por cuatro nacientes, tres tanques de almacenamiento, un tanque de reunión, tres tanques quiebra gradiente, líneas de conducción y redes de distribución.

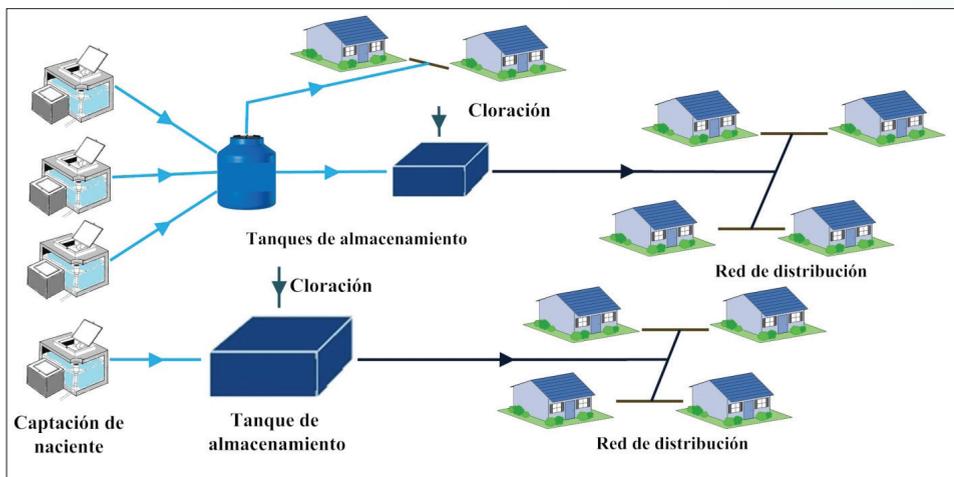


Figura 3.1. Esquema del sistema del acueducto de San Jerónimo.

## 4. Gestión del Agua Potable en la ASADA de San Jerónimo

### 4.1 Metodología

Se realizaron reuniones y visitas de campo con el personal administrativo y operativo de la ASADA, donde se verificó el estado de todos los componentes del sistema: fuentes de abastecimiento, quiebra-gradientes, tanques de almacenamiento y sistemas de desinfección. Además, se tomaron puntos con un GPS map 64s marca Garmin para georreferenciar la ubicación de dichos componentes.

Se realizó una evaluación con las guías de inspección del Sistema Estandarizado de Regulación de la Salud (SERSA), para la identificación de riesgos en los componentes de captaciones de agua superficial, captaciones de nacientes o manantiales y tanques de almacenamiento. Además, se realizó una adaptación para evaluar los sistemas de desinfección, considerando el formato seguido por la herramienta Sistema Estandarizado de Regulación de la Salud – SERSA (Ver Anexo 1).

La herramienta SERSA es empleada por el Ministerio de Salud y consiste en la identificación de factores de riesgo y la determinación de un nivel de riesgo (muy alto, alto, intermedio, bajo y nulo) (Costa Rica Poder Ejecutivo, 2015), de acuerdo a los factores identificados en las estructuras durante las

visitas de campo. En Cuadro 4.1 se describe la clasificación de riesgo según los valores obtenidos al aplicar el formulario correspondiente a cada componente y el color que identifica el respectivo riesgo.

**Cuadro 4.1. Clasificación de riesgo y código de colores para aplicar la Metodología Estandarizada SERSA.**

Número de Respuestas "Sí"	Clasificación de Riesgo	Código de Colores
0	Riesgo Nulo	
1 - 2	Riesgo Bajo	
3 - 4	Riesgo Intermedio	
5 - 7	Riesgo Alto	
8 - 10	Riesgo Muy Alto	

Fuente: (Costa Rica Poder Ejecutivo, 2015)

Para el caso de la evaluación de la gestión se utilizó la herramienta de caracterización de ASADAs desarrollada por la Subgerencia Gestión Acueductos Comunales, UEN Gestión de ASADAs del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarinos – ICAA- con el objetivo de identificar el nivel de sostenibilidad y consolidación de las ASADAs que prestan los servicios de abastecimiento de agua en Costa Rica.

La herramienta se conforma de cinco niveles de gestión, los dos primeros sub-divididos en dos jerarquías, y a su vez los niveles de gestión presentan dentro de cada uno parámetros a evaluar. Se tiene un total de 68 preguntas, acorde a la pregunta y las posibles respuestas se han categorizado estas en cuatro niveles de calificación en escala 0, 1, 2 y 3, las cuales a su vez llevan consigo un sistema de ponderación el cual le dará peso según corresponda a cada una de las preguntas. La sumatoria de los pesos indicará el nivel de desarrollo de la ASADA según la siguiente clasificación:

- ASADA A (Consolidadas)  $80 \leq X \leq 100$
- ASADA B (En Desarrollo)  $60 \leq X \leq 80$
- ASADA C (Frágiles)  $< 60$

Se aplicó la encuesta a al administrador de la ASADA revisando en cada una de las preguntas el objetivo y los documentos soporte para dar respuesta a cada pregunta. Después de suministrar la información se procede a la respectiva sistematización de la información.

## 4.2 Características y evaluación de los factores de riesgo de los componentes del acueducto

### 4.2.1 Nacientes

#### Naciente F1

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,776225, Latitud: 9,849361, con una altitud aproximada de 1410,1108 msnm. Se trata de una estructura enterrada y debidamente protegida por una cámara de concreto. La limpieza es realizada trimestralmente por parte del fontanero. La estructura no tiene cerca perimetral para evitar la entrada de personas ajenas al acueducto o de animales. Además, como se indica en el Cuadro 4.2, la tapa de la captación no cuenta con condiciones sanitarias

y está construida en concreto, lo que dificulta colocarla y removerla para la inspección, además de no disponer de un cierre de seguridad. A pesar de que la captación no tiene canales para desviar el agua de escorrentía, sí está techada, lo que evita la caída directa de agua y otros sólidos. En la estructura la tubería de rebalse y respiradero son la misma y no tiene la rejilla de protección.

Durante la visita de campo realizada a la naciente F1 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2. Ficha de campo SERSA naciente F1.

**Fotografías**



<b>Diagnóstico de la Infraestructura</b> (Fecha de Visita: 27/01/2016)		
<b>Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	X	
2. ¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación).		X
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?		X
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		X
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)	X	
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?	X	
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?		X
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)	X	
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)		X
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		X
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")</b>	<b>4</b>	
<b>Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)</b>	<b>Intermedio</b>	

## Naciente F2

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,780483, Latitud: 9,848873, con una altitud aproximada de 1335,6179 msnm. La cámara de captación es de concreto y está enterrada, debidamente protegida. La limpieza es realizada trimestralmente por parte del fontanero. Como se muestra en el Cuadro 4.3, la captación no tiene cerca perimetral, lo que facilita el acceso de personas no autorizadas y animales, además la tubería de rebalse-respiradero no está protegida con rejilla para evitar que animales pequeños tengan acceso al interior de la captación.

Durante la visita de campo realizada a la naciente F2 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 4.3.

Cuadro 4.3. Ficha de campo SERSA naciente F2.

Fotografías		
		
<b>Diagnóstico de la Infraestructura</b> (Fecha de Visita: 27/01/2016)		
<b>Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente</b>		<b>SÍ</b> <b>NO</b>
1.	¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	X
2.	¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación).	X
3.	¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?	X
4.	¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)	X
5.	¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)	X
6.	¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?	X
7.	¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?	X
8.	¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)	X
9.	¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)	X
10.	¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)	X
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")</b>		<b>3</b>
<b>Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)</b>		<b>Intermedio</b>

## Naciente F3

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,782233, Latitud: 9,851246, con una altitud aproximada de 1292,8037 msnm. La captación es enterrada, cuenta con una cámara de concreto, la superficie alrededor de la captación y sobre la tubería de conducción está protegida con concreto. La limpieza es realizada cada tres meses como parte de las labores del fontanero.

La estructura no tiene cerca perimetral para evitar la entrada de personas ajenas al acueducto o de animales y se observó desarrollo de actividad ganadera en los alrededores. Otro factor a destacar es la ausencia de tubería que permita el rebalse y de respiradero.

Durante la visita de campo realizada a la naciente F3 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 4.4

Cuadro 4.4. Ficha de campo SERSA naciente F3.

Fotografías		
		
<b>Diagnóstico de la Infraestructura</b> (Fecha de Visita: 27/01/2016)		
<b>Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	X	
2. ¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación).		X
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?		X
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		X
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)	X	
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?	X	
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?	X	
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		X
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)	X	
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		X
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	<b>Alto</b>	

## Naciente F4

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,780065, Latitud: 9,8411, con una altitud aproximada de 1176,1482 msnm. Se trata de una estructura enterrada y protegida por una cámara de concreto. La limpieza es realizada cada tres meses por parte del fontanero. La estructura tiene una cerca perimetral de púas que no evita la entrada de personas ajenas al acueducto o de animales, además se observó desarrollo de actividad agrícola y viviendas en las cercanías de la captación. Como se indica en el Cuadro 4.5, no tiene tubería que permita el rebalse o respiraderos, además de los canales para la escorrentía.

Durante la visita de campo realizada a la naciente F4 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 4.5.

Cuadro 4.5. Ficha de campo SERSA naciente F4.

Fotografías		
		
<b>Diagnóstico de la Infraestructura</b> (Fecha de Visita: 27/01/2016)		
<b>Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	X	
2. ¿Está la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin caseta o sin tanque de captación).		X
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias y con cierre seguro (candado, tornillo u otro)?		X
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)		X
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)	X	
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?	X	
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?	X	
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		X
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si en el entorno inmediato existen letrinas, animales, viviendas, basura)	X	
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		X
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")</b>	<b>5</b>	
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)		<b>Alto</b>

De la evaluación de los factores de riesgo de la herramienta SERSA se analizaron los puntos críticos que se destacan en el mismo. Como se aprecia en el Cuadro 4.6, para las 4 nacientes lo más crítico es que no tienen malla de protección que impida el acceso de personas y animales, además que no cuentan con canales de escorrentía.

**Cuadro 4.6. Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para las captaciones tipo naciente.**

Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	Número de captaciones con factor positivo
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	4
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)	3
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)	1
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)	0
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)	0

Como resultado de la evaluación de las 4 nacientes con las que cuenta el acueducto para el abastecimiento se tiene que el 50% presentan un riesgo intermedio y el otro 50% un riesgo alto como se muestra en el Cuadro 4.7.

**Cuadro 4.7. Resumen de riesgo SERSA para las captaciones de la ASADA de San Jerónimo.**

Nombre de la fuente	Caudal (L/s)	Nivel de Riesgo SERSA
F1	NR	Intermedio
F2	NR	Intermedio
F3	NR	Alto
F4	NR	Alto

## 4.2.2 Tanques de almacenamiento

### Tanque de almacenamiento Zona Alta Guatusito

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,78331, Latitud: 9,850038, con una altitud aproximada de 1296,5298 msnm. La estructura es de plástico, está a nivel y no cuenta con una estructura de soporte o un borde. Se localiza junto al tanque quiebra gradiente N°2 y se emplea para abastecer a tres usuarios en la zona cercana. El rebose de este tanque se conecta al quiebra gradiente N°2 y no tiene respiraderos. La tapa del tanque no es sanitaria y no es la tapa que trae el tanque al comprarlo, si no que se trata de una tapa metálica rectangular de las empleadas en los tanques de concreto, la cual fue colocada sobre la abertura circular de la tapa original del tanque, por lo anterior no se cubre en totalidad el oficio de la tapa y queda el interior descubierto y abierto a la contaminación, además de que no existe ningún seguro en la tapa, puede ser removida con facilidad. La estructura del tanque no cuenta con la malla en su perímetro, lo que aumenta el riesgo de contaminación al dejar el acceso libre para personas no autorizadas y animales. Este tanque tiene una **capacidad de 4,2 m<sup>3</sup>**.

Durante la visita de campo realizada al tanque Zona Alta Guatusito se aplicó el formulario SERSA, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 4.8.

Cuadro 4.8. Ficha de campo SERSA tanque Zona alta Guatusito.

**Fotografías**



<b>Diagnóstico de la Infraestructura</b> (Fecha de Visita: 27/01/2016)		
<b>Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbadas (metálico)? (crítica)		X
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (crítica)	X	
3. ¿Carece de borde de cemento alrededor del tanque (menor a 1 metro) y la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)	X	
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (crítica)	X	
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbadas?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?	X	
8. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?	X	
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (crítica)	X	
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (crítica)	X	
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")</b>	<b>7</b>	<b>3</b>
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	<b>Alto</b>	

**Tanque de almacenamiento N°1**

El tanque se localiza en las coordenadas geográficas Longitud: -83,786417, Latitud: 9,848866, con una altitud aproximada de 1179,0999 msnm. Durante la visita el tanque estaba en reparación y funcionaba a la mitad de su capacidad, ya que está dividido en dos cámaras. La estructura está enterrada y es de concreto. Junto al tanque se encuentra una caseta para realizar la cloración, sin embargo, ese día no se estaba clorando y se distribuía el agua sin desinfectar a la población. La tapa del tanque no es sanitaria y no garantiza el cierre, porque, aunque tiene cierre con candado las bisagras están herrumbadas y se puede remover con facilidad. También tiene una caja de válvulas, ubicadas en una cámara de concreto sin cierre de seguridad, y una tubería de rebose sin rejilla de protección que además permite la ventilación.

En este tanque se almacena el agua de las nacientes F1, F2 y F3. En el alrededor del tanque se ubican viviendas y está al lado de la calle, lo cual permite un fácil acceso, generando un riesgo potencial porque la cerca que tiene alrededor de la estructura no evita la entrada de personas no autorizadas por el acueducto o el paso de animales. Al igual que las otras estructuras la limpieza es realizada cada 3 meses.

Durante la visita de campo realizada al tanque de almacenamiento N°1 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 4.9.

**Cuadro 4.9. Ficha de campo SERSA Tanque de almacenamiento N°1.**

**Fotografías**



**Diagnóstico de la Infraestructura** (Fecha de Visita: 27/01/2016)

<b>Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (crítica)		X
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (crítica)	X	
3. ¿Carece de borde de cemento alrededor del tanque (menor a 1 metro) y la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)	X	
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (crítica)	X	
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?	X	
8. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?	X	
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (crítica)	X	
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (crítica)	X	
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")</b>	<b>7</b>	<b>3</b>
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	<b>Alto</b>	

## Tanque de almacenamiento principal

El tanque se localiza en las coordenadas geográficas Longitud: -83, 792105, Latitud: 9,857695, con una altitud aproximada de 1153,0330 msnm. La estructura de concreto se encuentra semi-enterrada, con un **volumen de 101 m<sup>3</sup>** y almacena el agua de la captación F4. Aun cuando cuenta con malla perimetral para evitar la entrada de personas no autorizadas o animales, se observó el día de la visita que la entrada se encontraba abierta, facilitando la entrada de cualquiera, además de no contar con rejilla al final de la tubería de rebalse, lo que permite la entrada de animales pequeños. La limpieza es realizada trimestralmente por parte del fontanero.

Durante la visita de campo realizada al tanque de almacenamiento principal se aplicó el formulario SERSA, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 4.10.

Cuadro 4.10. Ficha de campo SERSA Tanque de almacenamiento principal.

Fotografías		
		
<b>Diagnóstico de la Infraestructura</b> (Fecha de Visita: 27/01/2016)		
<b>Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (crítica)		X
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (crítica)		X
3. ¿Carece de borde de cemento alrededor del tanque (menor a 1 metro) y la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)		X
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (crítica)		X
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		X
8. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		X
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (crítica)	X	
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (crítica)	X	
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")</b>	<b>2</b>	<b>8</b>
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	<b>Bajo</b>	

De la evaluación de riesgo SERSA se analizaron los puntos críticos que se destacan en el mismo para la evaluación de los tanques de almacenamiento, como se muestra en el Cuadro 4.11, los tanques no poseen respiraderos o rebalse con rejilla de protección, existen fuentes de contaminación cercanas, la tapa no está construida en condiciones sanitarias y no todos los tanques poseen sistema de cloración en funcionamiento.

**Cuadro 4.11. Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para tanques de almacenamiento.**

Identificación de factores de riesgo en los tanques de almacenamiento	Número de tanques con factor positivo
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (crítica)	3
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (crítica)	3
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (crítica)	2
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (crítica)	2
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (crítica)	0

Como resultado de la evaluación de las estructuras hidráulicas con que cuenta la ASADA, para el almacenamiento del agua, se tiene que un 66,7 % presentan un riesgo alto y el otro 33,3 % un riesgo muy alto, como se muestra en el Cuadro 4.12.

**Cuadro 4.12. Resumen de riesgo SERSA para los tanques de la ASADA San Jerónimo.**

Nombre del Tanque	Material de Construcción del Tanque	Volumen del Tanque (m <sup>3</sup> )	Nivel de Riesgo SERSA
Tanque de almacenamiento Zona alta Guatusito	Plástico	42	Alto
Tanque de almacenamiento N°1	Concreto	NR	Alto
Tanque de almacenamiento Principal	Concreto	101	Bajo

Otro aspecto a resaltar en la revisión del tanque de almacenamiento se observó que esta estructura hidráulica no dispone de mecanismos para el cierre del ingreso del agua, cuando el tanque llegue a su máxima capacidad (boyas para el control del rebalse) que eviten el desperdicio de agua además de estar clorada. Asimismo, no posee un sistema de aforo al ingreso del tanque ni medición (macromedidor) en la tubería de salida del agua a la comunidad que abastece, con el fin de realizar análisis de lo que sale del tanque con los datos de facturación y establecer posibles pérdidas por fugas y rebalse de agua clorada.

### 4.2.3 Sistemas de desinfección

Este acueducto posee dos sistemas de desinfección de tipo erosión por pastilla. Se destacan los siguientes factores, que determinan la eficiencia y eficacia en el proceso de desinfección:

- Para el manejo adecuado que se debe tener con el reactivo, en la preparación de la solución y aplicación de la misma al agua cruda.
- Otro control que no se realiza es lo referente a las variaciones de caudales del agua que ingresa a los tanques durante el día.
- La aplicación de la solución de cloro se realiza directamente en el tanque de almacenamiento sin tener la información si el volumen del agua en el tanque cumple con el tiempo de contacto (cloro-agua).
- En algunos tanques se presentan pérdidas de agua y cloro debido a que los tanques y la cloración no poseen dispositivos de cierre cuando el tanque llega a su capacidad máxima.
- No se tienen registros de aforos de los caudales que ingresan a los tanques.
- No se dispone de registros de la información de la concentración de la solución de cloro aplicado.
- No se poseen registros de la información acerca de la dosificación (caudal) de la solución de cloro aplicada tomando como base el caudal de agua que ingresa a los tanques.
- No se dispone de información sobre la curva de demanda de cloro del agua que llega al tanque.

### 4.2.4 Resumen de Riesgos

Cuadro 4.17 Resumen de los riesgos identificados en las estructuras con las guías de inspección sanitaria del SERSA

Estructura	Riesgo SERSA identificado	Total de factores de riesgo
Naciente F1	Intermedio	4
Naciente F2	Intermedio	3
Naciente F3	Alto	5
Naciente F4	Intermedio	4
Tanque Zona Alta Guatusito	Alto	7
Tanque Almacenamiento N°1	Alto	7
Tanque Almacenamiento Principal	Bajo	2

### 4.2.5 Mapa de Riesgo

A partir de la información recopilada en campo y la aplicación de los formularios de la herramienta SERSA en cada uno de los componentes evaluados del acueducto, en la Figura 4.1 se localizan las unidades del acueducto y se identifican los riesgos de acuerdo al color correspondiente, además se ubican las zonas de protección o retiro que se deben dejar libres en las fuentes naturales como quebradas y ríos. Las áreas de protección se establecieron de acuerdo a la Ley de Aguas N°276 (1942), con 200 m de radio en captaciones de nacientes permanentes y la Ley Forestal (1996), en el caso de los

márgenes de ríos y quebradas, una franja de 15 m medidos horizontalmente a cada lado de la rivera en zonas rurales y 10 m en zonas urbanas.

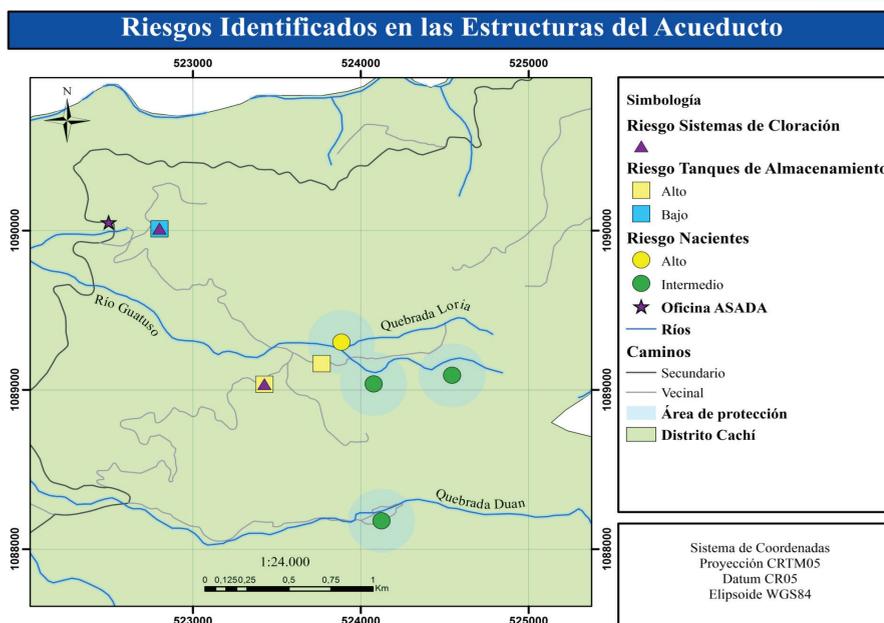


Figura 4.1 Mapa de riesgos identificados.  
Elaborado a partir del Atlas Digital (Tecnológico de Costa Rica, 2014)

### 4.3 Caracterización de la gestión de la ASADA

De acuerdo a la herramienta evaluación de ASADAs, queda clasificada como ASADA B (En Desarrollo) al obtener una calificación de 61,4 como se muestra en el **Apéndice 1**. En la Figura 4.2 se observa un resumen de los resultados obtenidos en cada una de las unidades de gestión de la herramienta.

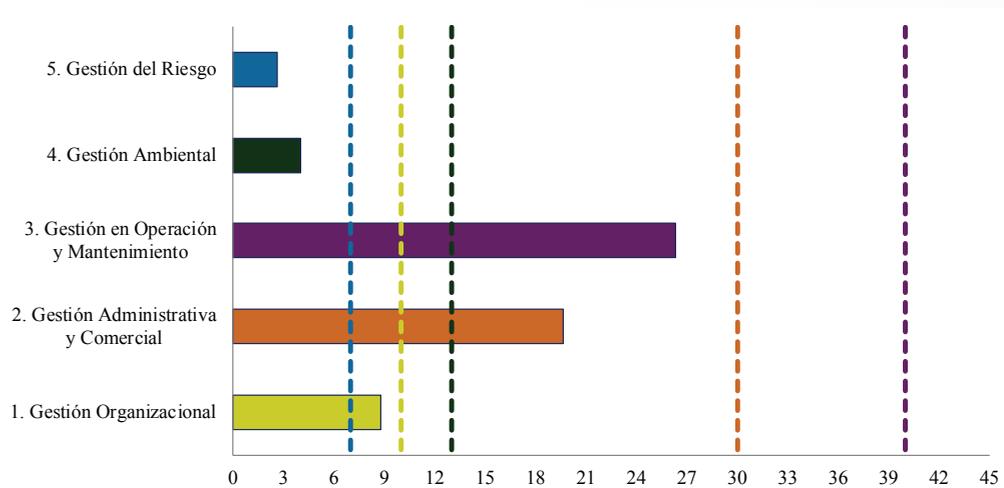


Figura 4.2 Comparación de los diferentes tipos de gestión evaluados en la ASADA, con respecto al valor óptimo

A partir de la Figura 4.2, se observa que la gestión organizacional es la que presenta la mejor calificación con un alcance del 88% con respecto a valor óptimo. Entre los factores que afectan el desarrollo adecuado de esta gestión se destacan los siguientes:

- El total de abonados no están constituidos como socios
- No se dan campañas en escuelas y colegios

La gestión en operación y mantenimiento de la ASADA se encuentra en segundo lugar con un 66% alcanzado en relación al valor óptimo establecido; siendo las siguientes actividades las que permitirían obtener un mejor desempeño:

- Poner los terrenos donde se encuentran las fuentes a nombre de la ASADA
- Realizar aforos en todas las fuentes
- Aumentar la frecuencia de monitoreo de calidad
- Tener un control y dar seguimiento a las quejas que presente el usuario
- Elaborar un estudio técnico de la infraestructura que refleje el estado de conservación y capacidad de las partes del sistema.

La ASADA alcanzó un 65% del valor total deseado en la gestión administrativa y comercial, y se encontró que los factores más importantes que afectan este desempeño son, no cuentan con administrador, ni un fontanero con grado técnico, los funcionarios no están asegurados ni cuentan con una póliza, no se remiten los estados financieros al ICCA y no se tiene un plan de inversión.

En cuanto a la gestión de riesgo y gestión ambiental se reportó un 37% y 31%, respectivamente, de alcance con respecto al valor óptimo en la evaluación de cada tipo de gestión, siendo estas dos unidades las que tienen calificaciones más bajas. En este caso, las evaluaciones se ven afectadas por factores como no se participa en el Programa de Sello de Calidad Sanitaria, no se realizan campañas ambientales, no existe un estudio técnico que defina el área de protección de las fuentes, ni se encuentran demarcadas, no se conocen las amenazas y vulnerabilidades del sistema, ni se cuenta con un protocolo de emergencias.

## 4.4 Propuestas de Mejora

Mediante este apartado se presenta un plan de mejoras por componente evaluado del acueducto según los resultados del instrumento SERSA, estas mejoras para ser implementadas, es necesario que la ASADA mediante sus figuras administrativas y operativas realicen una valoración de cada una de las mejoras planteadas y en lo posible se prioricen y se realice el respectivo cronograma de ejecución según recursos técnicos, económicos y de personal disponible.

Según Cuadro 4.7 las 4 captaciones tipo naciente son el recurso hídrico con que cuenta la ASADA para darle el abastecimiento de agua a la comunidad de San Jerónimo. El resultado obtenido fue que el 66,7% de las captaciones presentaron un riesgo intermedio mientras que el otro 33,3% posee un riesgo alto.

De acuerdo a la información suministrada por la ASADA durante la visita de campo, se desconoce los caudales de las fuentes de abastecimiento, ya que no cuentan con un registro periódico de aforos, ya sea de los caudales captados o de los caudales de las fuentes, lo que corresponde a la oferta real de cada fuente. Estas mediciones son importantes para poder establecer si estas fuentes están en capacidad de atender la demanda futura de agua requerida por el crecimiento de la población. En este

aspecto la actividad de los aforos se debe incluir dentro de las labores que realizan los fontaneros cada vez que se visiten las captaciones, para las labores de limpieza de estas estructuras. Sería importante tener claro los protocolos y métodos de los aforos según sea el tipo de captación y realizar el aforo tanto de lo captado como de la oferta del agua de cada fuente y realizar los respectivos registros.

#### 4.4.1 Factores de riesgo SERSA

##### 4.4.1.1 Sistemas de captación

- Tipo naciente

De acuerdo a la aplicación del instrumento SERSA, en el Cuadro 4.6 se presentan los factores de riesgo críticos con mayor incidencia presentados en las captaciones, para los cuales se recomiendan las siguientes acciones para disminuir el riesgo de la contaminación del agua en este componente el cual es el punto donde se inicia el acueducto:

- Instalación de mallas de protección de la captación de tal forma que se impida el ingreso libre de personas y/o animales a estas estructuras. Esta acción para todas las captaciones de este tipo.
- Realizar la construcción de canales en lo posible en concreto que permitan la recolección y desvío de las aguas de escorrentía producto de las lluvias de tal forma que estas no ingresen directamente a las captaciones. En aquellas que no lo tengan.
- Realizar obras para evitar que se presenten aguas estancadas sobre o alrededor de las captaciones.

En los Apéndice 2 y Apéndice 3 se presenta una guía para la realización de los aforos volumétricos y un formato para el cálculo y registro de los respectivos caudales, igualmente puede emplearse esta metodología y formatos para aforo al ingreso de los tanques.

##### 4.4.1.2 Sistemas de almacenamiento

Como resultado de la evaluación de los 3 tanques con que cuenta la ASADA para el almacenamiento del agua, se obtuvo el tanque Principal con riesgo bajo y los tanques N°1 y de la Zona Alta de Guatusito con riesgo alto, en el Cuadro 4.12, se observa el resumen del riesgo de estas tres estructuras, las cuales están construidas dos en concreto y una es de polietileno.

Se desconoce el volumen del tanque de almacenamiento principal y por lo tanto no es posible calcular si la ASADA dispone de suficiente volumen de almacenamiento (total) para abastecer a la población.

De los tanques evaluados ninguno dispone de un sistema de aforo, con el fin de medir el caudal que ingresa al tanque y establecer las variaciones del flujo de agua que ingresa a cada uno, esta información es importante para disponer de indicadores de funcionamiento de estas estructuras tales como:

- Llevar registros de los caudales de ingreso a los tanques para poder establecer las variaciones del caudal con respecto a las variaciones climáticas.
- Valorar las pérdidas de agua en las tuberías de conducción, quebragradiantes y otras estructuras desde las captaciones hasta el tanque de reunión y de este hasta el tanque de almacenamiento.
- Determinar tiempos de retención hidráulica – TRH- en el tanque de almacenamiento según los caudales de entrada y salida

En la revisión de los tanques no se observaron dispositivos o mecanismos para el cierre del ingreso del agua en especial en el tanque de almacenamiento cuando este llegue a su máxima capacidad (boyas para el control del rebalse) que eviten el desperdicio de agua y cloro dado que el agua es clorada.

Además, no posee un sistema de medición (macromedidor) en la tubería de salida del tanque a la comunidad, con el fin de establecer los siguientes datos:

- Medir el volumen ( $m^3$ ) que sale del tanque, para realizar balances con los datos de la facturación y establecer las pérdidas en tuberías.
- Determinar el gasto de agua de la comunidad vía facturación para establecer la variación de los consumos en litros por habitante por día; consumos según el tipo de abonado (residencial y empresarial).
- Valorar las pérdidas en tanques bien sea por fugas y/o reboses y en las redes de distribución.

De la evaluación de los riesgos de la herramienta SERSA en el Cuadro 4.11 se presentan los factores críticos con mayor incidencia de los 3 tanques, para los cuales se recomienda las siguientes acciones para disminuir el riesgo de afectación de estas estructuras durante el tiempo de su vida útil. En el caso del tanque de almacenamiento, juega un papel muy importante en un acueducto, dado que regula el consumo y es la reserva de agua, además es el punto donde se realiza la desinfección del agua, para luego ser distribuida a la comunidad, por lo anterior es necesario tener una vigilancia, cuidado y control del siguiente factor de riesgo:

- Todo tanque de almacenamiento debe disponer de sistemas de respiradores localizados en la parte superior. Revisar y los que no tengan se debe proceder con la instalación.
- Realizar inspecciones de las áreas vecinas para verificar que no haya fuentes de contaminación alrededor de los tanques como letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial, para proceder a darle solución a este factor de riesgo.
- Garantizar que el cierre de las tapas de las captaciones sea seguro, que no se permita que la comunidad pueda destapar dichas estructuras.
- Realizar acciones para solucionar el problema de grietas y fugas en los tanques de almacenamiento, vigilar que los tanques no tengan infiltraciones en el terreno (fugas en la losa de fondo), para esto realizar pruebas de fugas, mediante la observación si el nivel de agua baja en los tanques cuando cierro el ingreso y salida del agua del tanque.
- Realizar acciones para la instalación de la desinfección del agua.

Si se desea conocer el volumen de almacenamiento requerido para abastecer a la población actual, tomando en cuenta una población de aproximadamente 620 habitantes y una dotación de 190 L/persona\*día, para un porcentaje de cero pérdidas y además con un 20% de pérdidas en la red de distribución y además considerando un caudal de incendio de 8 L/s el cual es el mínimo recomendado por el ICAA para poblaciones entre 5000 y 15000 habitantes (2001) se obtienen los valores mostrados en el Cuadro 4.18.

**Cuadro 4.18. Volumen de almacenamiento requerido para abastecer a la población actual de Palomo**

% de pérdidas	Volumen de regulación ( $m^3$ )	Volumen contra incendios ( $m^3$ )	Volumen de reserva ( $m^3$ )	Volumen seleccionado ( $m^3$ )
0	42,41	115,20	23,56	115,20
20	50,89	115,20	28,27	115,20

Con respecto a los valores obtenidos en el Cuadro 4.18, el acueducto requiere de un volumen de almacenamiento de 115,20 m<sup>3</sup> para abastecer a la población actual, considerando un escenario de consumo de 190 L/pers\*día, para pérdidas de 0% y 20%. Con la capacidad de almacenamiento actual, mayor a los 143 m<sup>3</sup>, el acueducto puede abastecer a la población durante tiempo suficiente para cumplir con el volumen de regulación y contra incendios.

#### 4.4.1.3 Sistema de desinfección

A continuación, se presentan las recomendaciones para disminuir los riesgos y garantizar que la desinfección se aplique correctamente.

- Todo sistema de desinfección debe disponer de una caseta debidamente acondicionada para la preparación, aplicación, control y un lugar adecuado para tener el equipo de protección y almacenamiento del reactivo.
- Se debe disponer un sistema de aforo/medición del caudal que ingresa al tanque dado que es el sitio donde se realiza la aplicación de la solución de cloro.
- El equipo de cloración debe disponer de un medidor de caudal para poder establecer el caudal de la solución a ser aplicada.
- Según sea el equipo y sistema para la aplicación de la solución de cloro se debe tener conocimiento de la concentración de la solución aplicada.
- El personal operativo debe tener la capacitación requerida para la preparación, aplicación y dosificación de la solución de cloro, además se debe dotar del equipo de protección necesario.
- Para tener información sobre el desempeño de la desinfección se debe disponer de formatos/bitácora donde los operarios registren todas las labores que realizan en la preparación de la solución de cloro (cantidad de producto utilizado por día), además llevar registros de caudales tanto del agua a ser clorada como de la solución aplicada y su respectiva concentración, registro de los valores de cloro residual periódicamente en el tanque durante el día y noche. Ver Apéndice 4 donde se establece un formato para el registro de mediciones de cloro residual.
- No se dispone de información sobre la curva de demanda de cloro del agua que llega al tanque.

#### 4.4.1.4 Otros aspectos a tener en cuenta en la operación del acueducto

Es necesario tener en cuenta en darle seguimiento a los datos de facturación de cada mes con el fin de establecer cuanto es el volumen de agua que se está facturando y cobrando a los usuarios producto de la micromedición, esta información es valiosa para establecer relaciones con los valores de los aforos de los caudales captados y disponer de indicadores de pérdidas por mes entre lo captado y lo facturado. También es posible con esta información obtener valores de los metros cúbicos facturados y obtener indicadores de consumo por abonado y por habitante por día.

Con respecto a las concesiones de agua que son emitidas por la Dirección de Aguas del MINAE, es necesario tener claridad que las fuentes que son utilizadas por la ASADA están debidamente inscritas y están al día, además es importante establecer si la ASADA si está cumpliendo con los caudales captados en comparación con los valores concesionados.

## 5. Aguas Residuales y Residuos Sólidos en la comunidad San Jerónimo

Uno de los aspectos más importantes para que exista un saneamiento adecuado en una comunidad, con el fin que las personas y los ecosistemas estén sanos, es la existencia de tratamientos adecuados para las aguas residuales domésticas.

En este documento informativo, se definen dos tipos de aguas residuales, las cuales se describen a continuación. El primer tipo es el agua residual negra, que proviene de los sanitarios/inodoros de los hogares/ comercios/instituciones y otras actividades y el segundo tipo de agua residual es el agua gris, esta agua es la que se desecha después de ser usada en lavado de ropa, platos, alimentos, duchas, lavamanos.

En el caso de los residuos sólidos, según la legislación del país, se describen los residuos sólidos ordinarios y los residuos peligrosos (Ley N° 8839, 2010). Sin embargo, no existen registros municipales de rutas de recolección en la zona de San Jerónimo, y por medio de conversación con vecinos se encontró que estos materiales son recolectados por camiones privados.

En el área de San Jerónimo se realizaron inspecciones visuales y se aplicó una encuesta a la población en general con el objetivo de determinar el conocimiento que posee la comunidad sobre el tratamiento que se está realizando a las aguas negras – grises y residuos sólidos en cada hogar.

En ese sentido se determinó que el 100% de las aguas grises son canalizadas descargadas directamente a las fuentes superficiales, el 88% de las viviendas utilizan tanque séptico para tratar sus aguas negras que provienen de los sanitarios/inodoros.

A continuación, se muestra cómo en algunas áreas de la comunidad se canalizan las aguas grises y éstas se mezclan con aguas de lluvia para luego ser descargadas en el río cercano como se muestra en la Figura 5.1.



Figura 5.1. Agua gris recolectada y llevada directamente al río sin tratamiento.

La comunidad no tiene una población altamente densificada y por esta razón no existen graves problemas de saneamiento.

En las inspecciones se detectaron que existen otros lugares de la comunidad donde las aguas residuales se empozan y sirven para la proliferación de mosquitos del tipo *Aedes aegypti* causante de enfermedades como Chikunguña, la fiebre de Zika, el Virus Mayaro, fiebre amarilla y Dengue.

Por ahora la comunidad no tiene graves problemas en saneamiento, pero en un futuro cercano de continuar con las prácticas incorrectas de disposición y sin tratamiento de las aguas residuales, se llegarán a condiciones muy negativas.

Un tema adicional que agrava la disponibilidad del agua para consumo humano, es que la ribera de ríos y quebradas no están protegidas por zona boscosa mínima de ley, haciendo que las fuentes se sequen en verano y produzcan inundaciones en períodos de lluvia.

El recurso hídrico se ve afectado seriamente por la no conservación de las zonas a orillas de ríos.

En el caso de los residuos sólidos la encuesta realizada en el sitio muestra que la comunidad prácticamente no participa en procesos de recuperación de materiales en la fuente. Aunque más de la mitad de las personas encuestadas parece conocer cuáles son los materiales que podrían recuperarse, citándose principalmente la recuperación de plástico, es común observar materiales tirados en los ríos.

## 5.1 Recomendaciones

1. En el tema de aguas residuales a pesar de no ser responsabilidad actual de la ASADA, es importante que se busquen soluciones conjuntamente con la Municipalidad, MINAE, y los ciudadanos. Dichas soluciones deben estar orientadas a la protección de las riberas del río y quebradas pequeñas para evitar la evaporación, disminuir la contaminación e inundaciones alrededor de dichas fuentes de agua. Estas fuentes pueden convertirse en futuras fuentes de agua para el consumo humano.
2. El tratamiento de las aguas grises puede hacerse con soluciones individuales en lugares más rurales de la comunidad, o sea, donde hay mayor espacio para la instalación de sistemas de tratamiento, dichas soluciones podrían ser financiadas por los propios hogares, por ejemplo. En Palomo, los lotes cuentan con espacios de terrero interesantes donde instalarse tratamientos económicos evitando la contaminación de fuentes naturales superficiales.
3. En el caso de centros de población o lugares más urbanos deberán coordinarse acciones con la Municipalidad respectiva con el objetivo de contar con la inversión en sistemas de alcantarillado sanitario que llevarían las aguas residuales a plantas de tratamiento, las cuales a su vez, verterían las aguas tratadas a las fuentes naturales con una carga contaminante mínima o dentro de la normativa nacional.
4. Es importante señalar que las fuentes naturales superficiales (ríos y quebradas) deben protegerse dado que son posibles fuentes de agua potable en un futuro cercano por el hecho de la existencia del cambio climático que amenaza con escases del recurso hídrico. Las condiciones de sequía son cada vez más frecuentes y las fuentes podrían disminuir, pero además a esto se le suma la población mal acostumbrada a contar con agua suficiente hasta para el desperdicio por lo que, se deben tomar medidas urgentes para protegerlas para su posible uso futuro.
5. Implementar campañas de educación ambiental orientadas a sensibilizar a las personas en el adecuado manejo de aguas grises y negras, en el tema de uso racional del recurso hídrico, en cambio

climático y el riesgo asociado y finalmente en el tema de residuos sólidos. Existen programas de educación ambiental para niños, pero los temas anteriores deben ser impartidos para adultos.

6. Coordinar con la municipalidad la implementación de programas de recuperación de materiales valorizables
7. Implementar la recolección municipal de los residuos.

## 6. Referencias

Asamblea Legislativa República de Costa Rica. (1996). Ley Forestal. *Diario Oficial La Gaceta*, (72), 1–102. Retrieved from [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_norma.aspx?param1=NRM&nValor1=1&nValor2=41661&nValor3=94526&strTipM=FN](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_norma.aspx?param1=NRM&nValor1=1&nValor2=41661&nValor3=94526&strTipM=FN)

Asamblea Legislativa República de Costa Rica. Ley N° 8839 para la Gestión Integral de Residuos (2010). Costa Rica. Retrieved from [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param2=1&nValor1=1&nValor2=68300&nValor3=83024&nValor4=NO&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/normas/nrm_texto_completo.aspx?param2=1&nValor1=1&nValor2=68300&nValor3=83024&nValor4=NO&strTipM=TC)

Congreso Constitucional de la República de Costa Rica. Ley de Aguas N°276 (1942). Costa Rica. Retrieved from [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_articulo.aspx?param1=NRA&nValor1=1&nValor2=11950&nValor3=91553&nValor5=69325](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_articulo.aspx?param1=NRA&nValor1=1&nValor2=11950&nValor3=91553&nValor5=69325)

Costa Rica Poder Ejecutivo. Reglamento para la Calidad del Agua Potable No 38924-S (2015). Costa Rica: Imprenta Nacional. Retrieved from [https://www.imprentanacional.go.cr/pub/2015/09/01/ALCA69\\_01\\_09\\_2015.pdf](https://www.imprentanacional.go.cr/pub/2015/09/01/ALCA69_01_09_2015.pdf)

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA). Normas de diseño de agua potable y no autorización para el uso de tuberías PVC-SDR-41. (2001). San José: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Retrieved from <http://www.bcie.org/uploaded/content/article/1496370752.pdf>

Solano, F., & Rojas, W. (2013). *Situación de Vivienda y Desarrollo Urbano en Costa Rica en el 2012*. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15003161>

Tecnológico de Costa Rica. (2014). Atlas Digital de Costa Rica 2014 ©. Cartago.

# 7. Apéndices

## 7.1 Resultado de caracterización de la ASADA

ASADA: San Jerónimo Fecha: Mayo 2015 Responsable de información: Hellen Núñez Solano

PARÁMETRO	FACTOR	ACTIVIDADES A CALIFICAR	PESO	%	CALIFICACIÓN				PESO	%
					0	1	2	3		
<b>1. GESTIÓN ORGANIZACIONAL</b>										
<b>1.1. ORGANIZACIÓN COMUNAL</b>										
Organización de la ASADA	1	Efectúan Asambleas ordinarias según la Legislación	3	0,5	no			si	3	0,5
		Organizan Actividades para incorporar nuevos socios (Plan de Afiliación)	3	0,5	no			si	3	0,5
		Que porcentaje de los abonados están constituidos como socios	3	0,5	no	<50%	>50%	todos	2	0,3
		Mantienen los Libros legales al día	2	1	no tienen	sin actualizar	al día		2	1,0
		La Junta Directiva cuenta con capacitación del INA	3	0,5	no			si	3	0,5
		Cumplimiento legal con respecto a los estatutos actualizados	3	0,5	no			si	3	0,5
		Cuenta con el Convenio de Delegación	3	5	no			si	3	5,0
<b>1.2. SOCIAL</b>										
Proyección Comunal	1	Informan sobre su gestión a la comunidad	2	0,5	nunca	poco	bastante		2	0,5
		Brindan campañas a escuelas/colegios	2	1	nunca	poco	bastante		0	0,0
S U B - T O T A L			24	10						8,8
<b>2. GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y COMERCIAL</b>										
<b>2.1. ADMINISTRACIÓN</b>										
Recurso Humano	2	Cuentan con Administrador	3	1,5	no hav	si hav	Capac. INA	Técnico o	0	0,0
		Cuentan con Fontanero (s)	3	1,5	no hay	si hay	Capac. INA	Técnico	1	0,5
		Cuentan con Recaudador (es)	3	0,5	no	si	físico	electrónico	2	0,3
		Los funcionarios están asegurados (CCSS)	3	1	no			si	0	0,0
		Los funcionarios cuentan con póliza (INS)	3	1	no			si	0	0,0
Sistema de Contable	1	Registran sus operaciones contables	2	3	no hav	sin actualizar	al día		2	3,0
		Cuentan con Estados Financieros	2	1,5	no hay	sin actualizar	al día		2	1,5
		Remiten Estados Financieros al AyA	3	2	no			si	0	0,0
Financiamiento		Cuentan con un plan de inversión	3	1	no			si	0	0,0
		Capacidad de Liquidez para el Financiamiento de las inversiones	2	1	no tiene	<50%	>50%		1	0,5
		Registran depósitos de fondos en cuenta Bancaria a nombre de la ASADA	3	1	no			si	3	1,0
S U B - T O T A L			30	15						6,8
<b>2.2. COMERCIAL</b>										
Gestión Comercial	2	Cuenta con Micro medición	3	2	no tiene	<50%	>50%	100%	3	2,0
		Cuentan con Macro medición	3	1	no			si	0	0,0
		Conocen mediante registros el porcentaje de agua no contabilizada (Produc. Vrs Fact.)	2	1	No conocen	Si, >40%	Si, <40%		0	0,0
		Aplican las tarifas vigentes ARESEP	3	2,5	no			si	3	2,5
		Tienen programa de cortas	3	2	no			si	3	2,0
		Registran morosidad mensual	2	0,5	>10%	<10%	ninguna		2	0,5
		Se tiene disponibilidad agua para nuevos servicios	3	1	no			si	3	1,0
		Se tiene retenidas solicitudes de nuevos servicios	3	0,5	si			no	3	0,5
		Aplican las tarifas de Ley de Hidrantes	3	0,5	no			si	3	0,5
		Existen contabilidades por separado para los ingresos por hidrantes	3	1	no			si	3	1,0
Sistema de Facturación	1	Tienen sistema de facturación	3	1	no			si	3	1,0
		La facturación se respalda en medios	2	0,5	no	físicos	electrónicos		2	0,5
		En que lugar se custodia el respaldo de la información	2	0,5	no	en la ASADA	fuera de la ASADAS		1	0,3
Catastro de Servicios	2	Cuentan con catastro de servicios	2	1	no	si, desactual.	si, actualizado		2	1,0
S U B - T O T A L			37	15						12,8
TOTAL DE RUBRO			67	30						19,6
<b>3. GESTIÓN EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>										
<b>3.1. AGUA POTABLE</b>										
Recurso Hídrico	2	Los terrenos donde se encuentran las fuentes están legalmente a nombre	3	2	otros			ASADA	0	0,0
		Elaboran registros (Aforos) de producción de las fuentes actuales (l/s)	3	2	no			si	0	0,0
		Se encuentran caudales inscritos en el MINAE	3	3	no	por otros	en proceso	ASADA	3	3,0
Tratamiento del Agua	1	Poseen sistema de desinfección	3	4	no			si	3	4,0
		Según análisis el agua es apta para el consumo humano	3	5	no			si	3	5,0
Calidad del Agua	2	La calidad del agua es potable en toda la red	3	5	no	<50%	>50%	100%	3	5,0
		La calidad del agua es potable en todas las fuentes	3	5	no	<50%	>50%	todas	3	5,0
		Frecuencia de monitoreo de la calidad (Análisis)	3	3	ninguna	2 al año	4 al año	6 al año	1	1,0
Nivel del Servicio	2	Se dan interrupciones en el servicio (continuidad del servicio, fugas, roturas, etc)	3	2	6 al año	4 al año	2 al año	ninguna	2	1,3
		Elaboran registros de control y seguimiento de quejas	3	2	no			si	0	0,0
		La presión en las redes es adecuada	3	2	no en toda la red	<50%	>50%	100%	3	2,0
Infraestructura y Condiciones	1	Estudio Técnico de la infraestructura, que refleja el estado de conservación y capacidad de las partes del sistema	3	5	No tiene	<50% del sistema	>50% del sistema	100%	0	0,0
S U B - T O T A L			36	40						26,3

4. GESTIÓN AMBIENTAL										
Iniciativas de Conservación del Ambiente	1	Es la ASADA vigilante de posibles fuentes de contaminación del ambiente	3	2	no			si	3	2,0
		Participa en el Programa de Sello de Calidad Sanitaria	3	3	No tiene	Incorporado	En Proceso	Certificado	0	0,0
		Realiza la ASADA campañas ambientales	3	1	No hay	Anual	Semestral	Mensual	0	0,0
Iniciativas de conservación del Recurso	1	Tiene la ASADA planes de reforestación u otros de conservación del recurso hídrico	3	1	No hay	comentado	identificado	por escrito	3	1,0
Manejo del Recurso Hídrico	3	Existe un estudio técnico para definir el área de protección de las fuentes	3	2	No tiene	<50% de las fuentes	>50% de las fuentes	todas las fuentes	0	0,0
		El área de protección de la(s) fuente(s) está(n) demarcada(s)	3	1	No tiene	<50% de las fuentes	>50% de las fuentes	todas las fuentes	0	0,0
		En el área de la o las fuentes se realiza vigilancia periódica	3	3	no hay	mensual	semanal	diaria	1	1,0
S U B - T O T A L			21	13						4,0
5. GESTIÓN DEL RIESGO										
Plan de emergencia	1	Han analizado emergencias anteriores (derrumbes, deslizamientos, inundaciones)	3	0,3	No	comentadas	identificadas	por escrito	2	0,2
		Participan en la Elaboración de los Planes de Seguridad del Agua	3	2	No	En Gestión	Incorporados	Aprobados	0	0,0
		Conocen las amenazas al sistema	3	0,3	No	comentadas	identificadas	por escrito	2	0,2
		Conocen las vulnerabilidades del sistema	3	0,5	No	comentadas	identificadas	por escrito	2	0,3
		Cuentan con un protocolo de emergencias	3	0,5	No	comentado	identificado	por escrito	0	0,0
		El personal está capacitado para atender un protocolo para emergencias	3	0,3	no	pocos	algunos	todos	1	0,1
Plan de Contingencia	1	Los componentes del sistema se ubican en zonas vulnerables	3	0,3	todos	casi todos	pocos	ninguno	1	0,1
		Se han identificado fuentes alternativas de abastecimiento	3	0,2	no	incompleto	completo	detallado	3	0,2
		Cuentan con recursos para alquilar equipo	3	0,1	no			si	3	0,1
		Se han identificado un stock de repuestos o accesorios necesarios para la continuidad del servicio en casos de emergencia.	3	0,5	no	incompleto	completo	detallado	3	0,5
		Cuentan con stock mínimo de repuestos de operación	3	0,6	no	incompleto	completo	detallado	3	0,6
Mapeo y Relación de Actores Involucrados	1	Disponen de un listado de proveedores	3	0,3	no	incompleto	completo	detallado	0	0,0
		Tienen asegurados los activos	3	0,5	no	pocos	algunos	todos	0	0,0
		Cuentan con un mapa del sistema	3	0,3	no	incompleto	completo	detallado	3	0,3
		Los funcionarios conocen sus roles de responsabilidad en caso de emergencia	3	0,3	no	incompleto	completo	detallado	0	0,0
S U B - T O T A L			45	7						2,6
T O T A L			193	100						61,4

## 7.2 Guía para la realización de aforos

### Aforo Volumétrico

¿Qué es el aforo?

El aforo es la operación de medición del volumen de agua en un tiempo determinado.

El aforo por método volumétrico consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido.

#### Materiales necesarios:



Recipiente de volumen conocido, adecuado para el caudal a medir



Cronómetro



Libreta y lápiz

#### Pasos a seguir en campo:

1. Colocar el recipiente en un lugar donde se desvíe todo el caudal a medir y que permita estabilidad
2. Medir con el cronómetro el tiempo que tarda en llenarse el recipiente y anotar el valor
3. Repetir las mediciones 7 veces

#### Pasos a seguir en la oficina:

1. Anotar los valores de volumen del recipiente en Litros y los 7 tiempos de llenado en segundos en la ficha
  - Para calcular el promedio se debe:
    -  Sumar los 7 valores de tiempo obtenidos
    -  Dividir el resultado de la suma entre 7
  - Para calcular el caudal se debe:
    -  Dividir el volumen del recipiente usado entre el promedio

#### Ejemplo:

Se realizó el aforo de una naciente con un recipiente de **20 L** y se obtuvieron los siguientes 7 tiempos de llenado en **segundos**: **16,41 – 17,31 – 17,27 – 16,32 – 16,84 – 17,08 – 16,68**

1. Se anotaron los valores en la ficha de registro
2. Se suman los valores:  **$16,41 + 17,31 + 17,27 + 16,32 + 16,84 + 17,08 + 16,68 = 117,91$  s**
3. Se divide el resultado de la suma entre 7:  **$117,91 \text{ s} \div 7 = 16,84 \text{ s}$  (Promedio)**
4. Se divide el volumen del recipiente entre el promedio:  **$20 \text{ L} \div 16,84 \text{ s} = 1,19 \text{ L/s}$  (Caudal)**

Elaborado por Laura Ureña Vargas 2016

## 7.3 Formato para el registro de los aforos

32

ASADA SAN JERÓNIMO, CACHÍ, PAPAISO

Registro de aforos, ASADA _____						
(Mes, año)						
<b>Fuente:</b>						
<b>Fecha:</b>						
<b>Volumen (L):</b>						
<b>Medición</b>	<b>Tiempo (s):</b>					
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
<b>Promedio (s):</b>						
<b>Caudal (L/s)</b>						
<b>Firma Responsable:</b>						

(Mes, año)						
<b>Fuente:</b>						
<b>Fecha:</b>						
<b>Volumen (L):</b>						
<b>Medición</b>	<b>Tiempo (s):</b>					
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
<b>Promedio (s):</b>						
<b>Caudal (L/s)</b>						
<b>Firma Responsable:</b>						



## 8. Anexos

### 8.1 Fichas de campo SERSA

**FICHA DE CAMPO 1**  
**TOMA DE AGUA SUPERFICIAL (río, quebrada, otro)**

I-) INFORMACION GENERAL	
Fecha: Nombre acueducto: Nombre toma: Número de registro en MINAE: Registro en Dirección de ARS: Encargado del acueducto: Teléfono: Nombre del funcionario: Frecuencia de limpieza: Nunca ( )    Mensual ( )    Semanal ( ) Diario ( )    Otro ( )    Especificar	<b>Fotografía</b>

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua superficial	SI	NO
1. ¿Está la captación fuera de un área protegida o zona de conservación?		
2. ¿Está la toma de agua desprovista de infraestructura que la proteja?		
3. ¿Está el área alrededor de la toma sin cerca?		
4. ¿Está la toma de agua ubicada dentro de alguna zona de actividad agrícola? (crítica)		
5. ¿Existe alguna otra fuente de contaminación alrededor de la toma (letrinas, animales, viviendas, basura o industrias, etc.)? (Observar si aproximadamente a 200 metros a la redonda existen letrinas, animales, viviendas, basura) (crítica)		
6. ¿Está la captación con acceso fácil de personas y animales? (crítica)		
7. ¿Están las rejillas de la toma en malas condiciones (ausentes, quebradas y otros)?		
8. ¿Existe presencia de plantas (raíces, hojas y otros) tapando las rejillas de la toma?		
9. ¿Existen condiciones de deforestación y erosión en los alrededores de la toma de agua?		
10. ¿Está ausente el desarenador después de la toma de agua?		
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>		
<b>Nivel de riesgo identificado (Número de X)</b>		
Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10		

**FICHA DE CAMPO 2  
CAPTACIÓN DE NACIENTES O MANANTIALES**

<b>I-) INFORMACION GENERAL</b>	
Fecha:	<b>Fotografía</b>
Nombre acueducto:	
Nombre naciente o manantial: Palo Blanco 1	
Número de registro en MINAE:	
Registro en Dirección de ARS:	
Encargado del acueducto	
Teléfono:	
Nombre del funcionario:	
Tipo de Captación:	
<b>Caseta</b> ( ) <b>A nivel</b> ( ) <b>Enterrada</b> ( ) <b>Semi-enterrada</b> ( )	

<b>II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA</b>		
<b>Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. ¿Está la naciente sin cerca de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación (crítica)		
2. ¿Está la captación de la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin tapa o sin tanque de captación).		
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias?		
4. ¿Están las paredes y las losas superior e inferior de la captación con grietas? (crítica)		
5. ¿Se carece de canales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)		
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?		
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si aproximadamente a 200 metros a la redonda existen letrinas, animales, viviendas, basura)		
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>		
<b>Nivel de riesgo identificado (Número de X)</b>		
Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10		

**FICHA DE CAMPO 3  
TANQUES DE ALMACENAMIENTO**

<b>I-) INFORMACION GENERAL</b>						
Fecha:	<b>Fotografía</b>					
Nombre acueducto:						
No. Registro:						
Nombre tanque:						
Dirección:						
Encargado:						
Teléfono:						
Nombre del funcionario:						
<b>Tipo tanque:</b>						
<table border="1"> <tr> <td><b>Elevado ( )</b></td> <td><b>A nivel ( )</b></td> </tr> <tr> <td><b>Enterrado ( )</b></td> <td><b>Semi-enterrado ( )</b></td> </tr> </table>		<b>Elevado ( )</b>	<b>A nivel ( )</b>	<b>Enterrado ( )</b>	<b>Semi-enterrado ( )</b>	
<b>Elevado ( )</b>		<b>A nivel ( )</b>				
<b>Enterrado ( )</b>		<b>Semi-enterrado ( )</b>				
<b>Material del tanque:</b>						
<table border="1"> <tr> <td><b>Concreto ( X )</b></td> <td><b>Metálico ( )</b></td> <td><b>Plástico ( )</b></td> </tr> </table>		<b>Concreto ( X )</b>	<b>Metálico ( )</b>	<b>Plástico ( )</b>		
<b>Concreto ( X )</b>		<b>Metálico ( )</b>	<b>Plástico ( )</b>			
<b>Frecuencia de limpieza:</b>						
<table border="1"> <tr> <td><b>Anual ( )</b></td> <td><b>Semestral ( )</b></td> <td><b>Trimestral ( )</b></td> </tr> <tr> <td><b>Mensual ( )</b></td> <td><b>Otra ( )</b></td> <td><b>No sabe/Nunca ( )</b></td> </tr> </table>	<b>Anual ( )</b>	<b>Semestral ( )</b>	<b>Trimestral ( )</b>	<b>Mensual ( )</b>	<b>Otra ( )</b>	<b>No sabe/Nunca ( )</b>
<b>Anual ( )</b>	<b>Semestral ( )</b>	<b>Trimestral ( )</b>				
<b>Mensual ( )</b>	<b>Otra ( )</b>	<b>No sabe/Nunca ( )</b>				

<b>II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA</b>		
<b>Identificación de factores de riesgo del tanque de almacenamiento</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (critica)		
2. ¿Está la tapa del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (critica)		
3. ¿Es el borde de cemento alrededor del tanque menor a 1 metro?		
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (critica)		
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque?		
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		
7. ¿Está ausente o defectuosa la cerca de protección?		
8. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (critica)		
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (critica)		
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>		
<b>Nivel de riesgo identificado (Número de X)</b>		
Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10		

**FICHA DE CAMPO 4  
SISTEMA DE CLORACIÓN**

<b>I-) INFORMACION GENERAL</b>								
Fecha: Nombre acueducto:  Encargado del acueducto:  Teléfono:  Nombre del funcionario:  <b>Ubicación:</b>  <b>Fecha de construcción del acueducto:</b>  <b>Fecha de instalación del actual sistema de cloración:</b>  <b>Tipo de Sistema de Cloración:</b>	<b>Fotografía</b>							
<table border="1"> <tr> <td>Gas Cloro ( )</td> <td>Electrólisis ( )</td> </tr> <tr> <td>Pastillas (Erosión) ( )</td> <td>Otro ( )</td> </tr> <tr> <td>Tipo de Dosificación: Continua ( )</td> <td>Tiempos Programados ( )</td> </tr> </table>		Gas Cloro ( )	Electrólisis ( )	Pastillas (Erosión) ( )	Otro ( )	Tipo de Dosificación: Continua ( )	Tiempos Programados ( )	
Gas Cloro ( )		Electrólisis ( )						
Pastillas (Erosión) ( )	Otro ( )							
Tipo de Dosificación: Continua ( )	Tiempos Programados ( )							

<b>II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA</b>		
<b>Identificación de factores de riesgo en el sistema de cloración</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. ¿Se carece de una zona/caseta debidamente acondicionada para la preparación y aplicación del cloro? (crítica)		
2. ¿Carece el acueducto de bitácora de la dosificación del cloro? (crítica)		
3. ¿Carece el operario de la capacitación necesaria para la preparación y aplicación de la cloración? (crítica)		
4. ¿Se carece del equipo de protección necesaria para el personal operativo del sistema de cloración? (crítica)		
5. ¿Se carece del equipo para la medición de cloro residual		
6. ¿Se carece de registros de la concentración y del caudal de la solución de cloro preparada y aplicada? (crítica)		
7. ¿Se carece de registros de los niveles de cloro residual en tanque(s) de almacenamiento?		
8. ¿Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)?		
9. ¿Se carece de mantenimiento periódico del sistema de cloración?		
10. Se carece de registros de consumo de cloro día/semana/mes/año		
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>		
<b>Nivel de riesgo identificado (Número de X) Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10</b>		

