



TEC | Tecnológico
de Costa Rica

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA ASADA DE SANTA CRUZ, SANTA CRUZ, TURRIALBA 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 DE SANTA CRUZ, SANTA CRUZ, TURRIALBA, 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° A021

Noviembre, 2016

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

Evaluación de la gestión de la ASADA de Santa Cruz, Santa Cruz, Turrialba, desde una perspectiva del uso sostenible del recurso hídrico.

Número de páginas: 44

ISBN: 978-9968-641-87-6
978-9968-641-86-9 PDF

Serie de documentos de divulgación ambiental N° A021

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 SANTA CRUZ, SANTA CRUZ, TURRIALBA, 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 al Sr. Eugenio Garita Romero, funcionarios de la ASADA de Santa Cruz.

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=dPFo9UoAAAAAJ&hl=es>

Índice

1	Introducción	7
2	Descripción General de la zona de estudio	8
3	Esquema del acueducto.....	9
4	Gestión del Agua Potable en la ASADA de Santa Cruz.....	9
4.1	Metodología.....	9
4.2	Características y evaluación de los factores de riesgo de los componentes del acueducto	10
4.2.1	Captaciones tipo nacientes.....	10
4.2.2	Tanques de almacenamiento	15
4.2.3	Sistemas de desinfección.....	24
4.2.4	Resumen de riesgos	26
4.2.5	Mapa de riesgos.....	26
4.3	Caracterización de la gestión de la ASADA.....	27
4.4	Propuestas de Mejora.....	28
4.4.1	Factores de riesgo SERSA.....	29
4.4.2	Otros aspectos a tener en cuenta en la operación del acueducto.....	31
5	Aguas Residuales Y Residuos Sólidos en la comunidad Santa Cruz de Turrialba	32
5.1	Recomendaciones	33
6	Referencias	34
7	Apéndices	35
7.1	Resultado de caracterización de la ASADA.....	35
7.2	Guía para la realización de aforos	37
7.3	Formato para el registro de los aforos	38
7.4	Formato para el registro de mediciones de cloro residual	39
8.	Anexos	40
8.1	Fichas de campo SERSA.....	40

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 N°1	11
Cuadro 4.3.	Ficha de campo SERSA Naciente N°2	12
Cuadro 4.4.	Ficha de campo SERSA Naciente N°3	13
Cuadro 4.5.	Ficha de campo SERSA Naciente N°4	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 Santa Cruz.	15
Cuadro 4.8.	Ficha de campo SERSA tanques de almacenamiento principal. .	16
Cuadro 4.9.	Ficha de campo SERSA tanques de almacenamiento Calle Leiva.....	17
Cuadro 4.10.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento La Cruz.	18
Cuadro 4.11.	Ficha de campo SERSA tanques de almacenamiento La Verbena – Cerámica.....	19
Cuadro 4.12.	Ficha de campo SERSA tanques de almacenamiento Tanquetas.20	
Cuadro 4.13.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento Danilo.....	21
Cuadro 4.14.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento Verbena. ...	22
Cuadro 4.15.	Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para tanques de almacenamiento.....	23
Cuadro 4.16.	Resumen de riesgo SERSA para los tanques de la ASADA de Santa Cruz.	23
Cuadro 4.17.	Ficha de campo SERSA sistema de cloración en los tanques de almacenamiento.	25
Cuadro 4.18.	Resumen de los riesgos identificados en las estructuras con las guías de inspección sanitaria SERSA.....	26
Cuadro 4.19.	Volumen de almacenamiento requerido para abastecer a la población actual de Santa Cruz.....	30

Índice de figuras

Figura 2.1.	Mapa de ubicación, ASADA Santa Cruz.....	8
Figura 3.1.	Esquema del sistema del acueducto de Santa Cruz.....	9
Figura 4.1.	Mapa de riesgos identificados.....	27
Figura 4.2.	Comparación de los diferentes tipos de gestión evaluados en la ASADA, con respecto al valor óptimo.	27

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 Santa Cruz, Santa Cruz, Turrialba, 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 de la zona de estudio

El acueducto de Santa Cruz se ubica de acuerdo a la división territorial de Costa Rica en la provincia de Cartago (N°3), cantón de Turrialba (N°5), distrito Santa Cruz (N°4), como se muestra en la Figura 2.1. **Abastece aproximadamente 906 abonados con una población de alrededor de 4000 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.

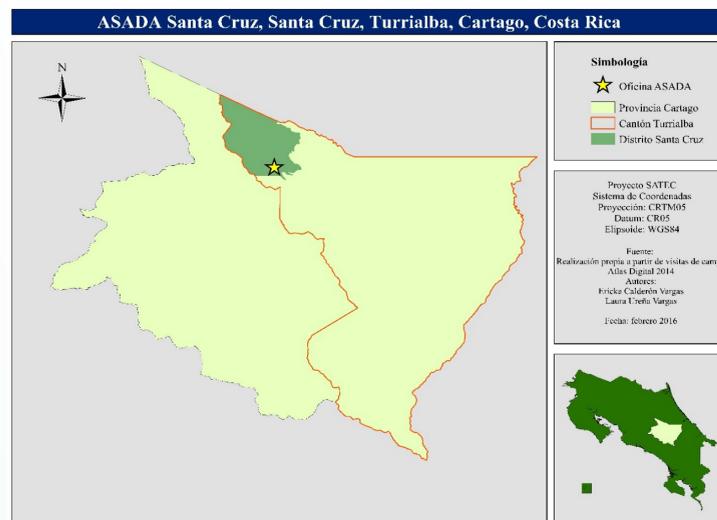


Figura 2.1. Mapa de ubicación, ASADA Santa Cruz.

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 nacientes, las cuales se cloran en el tanque de almacenamiento; para su desinfección se utiliza la técnica de “pastillas”. Como se muestra en la Figura 3.1 el sistema de este acueducto está compuesto por cuatro captaciones tipo nacientes, nueve tanques de almacenamiento, líneas de conducción, redes de distribución y un sistema de desinfección. El acueducto no posee micromedición.

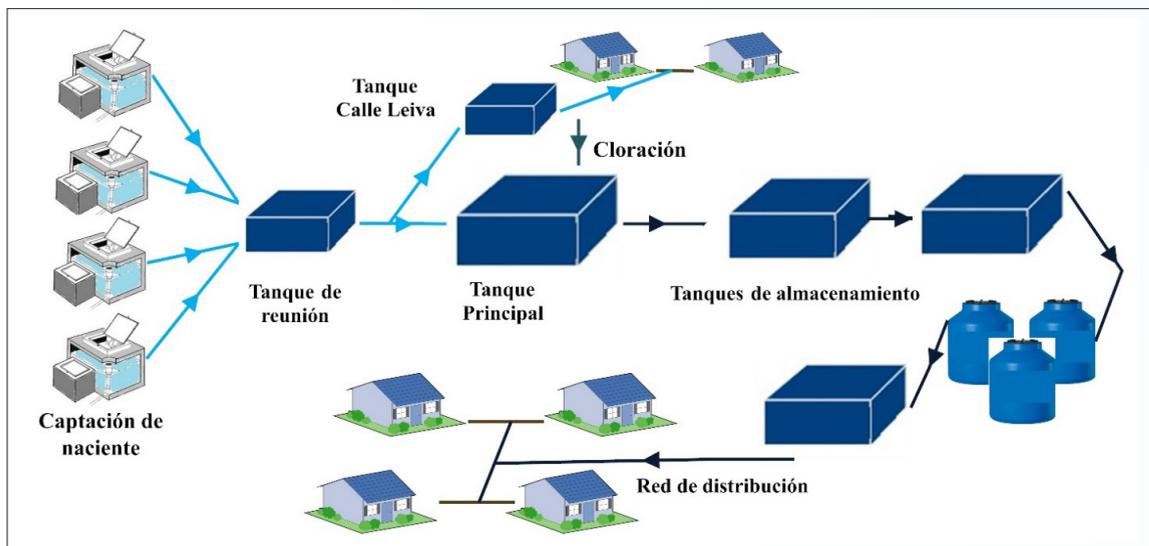


Figura 3.1. Esquema del sistema del acueducto de Santa Cruz.

4 Gestión del Agua Potable en la ASADA de Santa Cruz

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, quebragradientes, 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 el 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 "SI"	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 repuesta 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 Captaciones tipo nacientes

Naciente N° 1

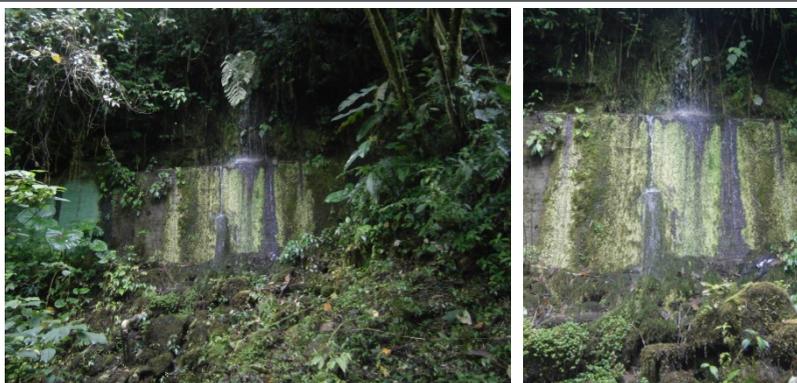
Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -83,767302, Latitud: 9,961614, con una altitud aproximada de 1718,4236 msnm. Se trata de una estructura enterrada y debidamente protegida por

una cámara de concreto su limpieza se realiza mensualmente por parte del fontanero. Además, se realizan aforos mensuales, pero no se cuenta con datos del caudal.

Durante la visita de campo realizada a la Naciente N°1 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura, además se pueden observar fotos de la captación como se muestra en el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2. Ficha de campo SERSA Naciente N°1.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 01/12/2015)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	SÍ	NO
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
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	5	5
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Alto	

Naciente N° 2

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -83,765153, Latitud: 9,961031, con una altitud aproximada de 1691,8242 msnm. Se trata de una estructura enterrada y debidamente protegida por

una cámara de concreto su limpieza se realiza mensualmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Además, se realizan aforos mensuales, pero no se cuenta con datos del caudal.

Durante la visita de campo realizada a la Naciente N°2 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura, además se pueden observar fotos de la captación como se muestra en el Cuadro 4.3.

Cuadro 4.3. Ficha de campo SERSA Naciente N°2.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 01/12/2015)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	SÍ	NO
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
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	6	4
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Alto	

Naciente N° 3

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -83,764546, Latitud: 9,961301, con una altitud aproximada de 1679,4418 msnm. Se trata de una estructura enterrada y debidamente protegida por una cámara de concreto su limpieza se realiza mensualmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Además, se realizan aforos mensuales, pero no se cuenta con datos del caudal.

Durante la visita de campo realizada a la Naciente N°3 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura, además se pueden observar fotos de la captación como se muestra en el Cuadro 4.4.

Cuadro 4.4. Ficha de campo SERSA Naciente N°3.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 01/12/2015)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	SÍ	NO
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
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	5	5
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Alto	

Naciente N° 4

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -83,763471, Latitud: 9,961567, con una altitud aproximada de 1681,0771 msnm. Se trata de una estructura enterrada y debidamente protegida por una cámara de concreto su limpieza se realiza mensualmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Además, se realizan aforos mensuales, pero no se cuenta con datos del caudal.

Durante la visita de campo realizada a la Naciente N°3 se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura, además se pueden observar fotos de la captación como se muestra en el Cuadro 4.5.

Cuadro 4.5. Ficha de campo SERSA Naciente N°4.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 01/12/2015)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	SÍ	NO
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
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	5	5
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Alto	

De la evaluación de los factores de riesgo de la herramienta SERSA se analizaron los puntos críticos que se destacan en el mismo, de las cuatro captaciones tipo naciente se aprecia en el Cuadro 4.6 que de las 4 nacientes lo más crítico es que ninguna tiene malla de protección que impida el acceso de personas y animales y además que se ubican en zona agrícola.

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
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)	4
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)	4
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

Como resultado de la evaluación de las 4 nacientes con las que cuenta el acueducto como fuentes de abastecimiento se tiene que el 100% presentan 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 Santa Cruz.

Nombre de la fuente	Caudal Promedio Captado	Nivel de Riesgo SERSA
Naciente N°1	NR	Alto
Naciente N°2	NR	Alto
Naciente N°3	NR	Alto
Naciente N°4	NR	Alto

4.2.2 Tanques de almacenamiento

Tanque Principal

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,743686 Latitud: 9,967543, con una altitud aproximada de 1562,3682 msnm. Se trata de una estructura cuya construcción es semi-enterrada, en concreto. Su limpieza se realiza cada tres meses por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. El tanque cuenta con tubería de rebalse y respiraderos, sin embargo, no tienen rejilla de protección. Durante la visita se observó ganado en los alrededores.

Durante la visita de campo realizada a los tanques se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura, además se pueden observar fotos del tanque como se muestra en el Cuadro 4.8.

Cuadro 4.8. Ficha de campo SERSA tanques de almacenamiento principal.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 01/12/2015)		
Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento	SÍ	NO
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	
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	2	8
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Bajo	

Tanque Calle Leiva

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,735494 Latitud: 9,968518, con una altitud aproximada de 1551,2462 msnm. Consiste en una estructura cuya construcción es a nivel del terreno, en concreto. Su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. El tanque cuenta con tubería de rebalse sin rejilla de protección y no tiene respiraderos, además la tapa, aunque inicialmente presentaba condiciones sanitarias, ha sido afectada por la corrosión. Durante la visita se observó casas en los alrededores. El agua que

llega a este tanque proviene de una derivación de la tubería principal, antes de llegar al tanque de almacenamiento principal, por lo cual, el agua no está clorada. A partir de este se abastece a aproximadamente 30 abonados.

Durante la visita de campo realizada a los tanques se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura, además se pueden observar fotos del tanque como se muestra en el Cuadro 4.9.

Cuadro 4.9. Ficha de campo SERSA tanques de almacenamiento Calle Leiva.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 01/12/2015)		
Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento	SÍ	NO
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	
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	8	2
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Muy Alto	

Tanque La Cruz

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,723741 Latitud: 9,962414, con una altitud aproximada de 1435,0488 msnm. Esta estructura es de construcción es semi-enterrada, en

concreto. Su limpieza se realiza cada tres meses por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. El tanque cuenta con tubería de rebalse sin rejilla de protección y no posee respiraderos. La desinfección se efectúa en el tanque principal. Durante la visita se observó viviendas en los alrededores, así como el uso de una escalera metálica en el interior del tanque y fugas en las válvulas.

Durante la visita de campo realizada a los tanques se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura, además se pueden observar fotos del tanque como se muestra en el Cuadro 4.10.

Cuadro 4.10. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento La Cruz.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 01/12/2015)		
Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento	SÍ	NO
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	
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	4	6
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Intermedio	

Tanque Verbena-Cerámica

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,701613 Latitud: 9,52728, con una altitud aproximada de 1251,1445 msnm. Se trata de una estructura cuya construcción es semi-enterrada, en concreto. Su limpieza se realiza de forma trimestral por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. El tanque cuenta con tubería de rebalse sin rejilla de protección y no tiene respiraderos. En las cercanías se observó casas. El agua que llega a este tanque proviene de la Tanqueta N°1, que recibe el agua clorada del tanque principal.

Durante la visita de campo realizada a los tanques se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura, además se pueden observar fotos del tanque como se muestra en el Cuadro 4.11.

Cuadro 4.11. Ficha de campo SERSA tanques de almacenamiento La Verbena – Cerámica.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 01/12/2015)		
Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento	SÍ	NO
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	
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	2	8
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Bajo	

Tanquetas 1,2 y 3

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,701745 Latitud: 9,5276, con una altitud aproximada de 1250,8254 msnm. Se trata de una estructura cuya construcción es a nivel del terreno y cuyo material de fabricación es polietileno. Su limpieza se realiza cada tres meses por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. De los tres, únicamente el N°3 cuenta con tubería de rebalse sin rejilla de protección, sin embargo, los tres cuentan con boyas para el control del flujo; los tres tanques no tienen respiraderos. **Cada tanque tiene una capacidad de 22 m³** y reciben el agua desinfectada del tanque principal. El tanque N°2 y N°3 abastecen al sector de San Rafael, mientras que el tanque N°1 al sector de Verbena.

Durante la visita de campo realizada a los tanques se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura, además se pueden observar fotos del tanque como se muestra en el Cuadro 4.12.

Cuadro 4.12. Ficha de campo SERSA tanques de almacenamiento Tanquetas.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 01/12/2015)		
Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento	SÍ	NO
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	
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	3	7
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Intermedio	

Tanque Danilo

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,69867, Latitud: 9,946454, con una altitud aproximada de 1145,8294 msnm. Se trata de una estructura cuya construcción es semi-enterrada, en concreto. Su limpieza se realiza cada tres meses por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. El tanque cuenta con tubería de rebalse sin rejilla de protección y no tiene respiraderos. En este punto no se realiza cloración porque se da en el tanque principal. Esta estructura cuenta con boya para regular el flujo del agua entrante. De acuerdo a la información brindada por la administración, este tanque ya no es utilizado.

Durante la visita de campo realizada a los tanques se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura, además se pueden observar fotos del tanque como se muestra en el Cuadro 4.13.

Cuadro 4.13. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento Danilo.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 01/12/2015)		
Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento	SÍ	NO
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	
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	4	6
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Intermedio	

Tanque Verbena

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,699869, Latitud: 9,945524, con una altitud aproximada de 1099,2738 msnm. Se trata de una estructura cuya construcción es semi-enterrada, en concreto. Su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. El tanque cuenta con tubería de rebalse sin rejilla de protección y no tiene estructuras que le permitan ventilación. Al igual que en los tanques anteriores el agua llega clorada desde el tanque principal y además cuenta con boya para regular la entrada de agua.

Durante la visita de campo realizada a los tanques se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura, además se pueden observar fotos del tanque como se muestra en el Cuadro 4.14.

Cuadro 4.14. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento Verbena.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 01/12/2015)		
Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento	SÍ	NO
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	
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	5	5
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Intermedio	

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 muestra en el Cuadro 4.15. Lo más crítico es que el 100% de los tanques se ubican cerca de fuentes de contaminación.

Cuadro 4.15. 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
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (crítica)	9
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (crítica)	9
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (crítica)	3
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (crítica)	1
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (crítica)	0

Como resultado de la evaluación de los 9 tanques con que cuenta la ASADA para el almacenamiento del agua, se tiene que un 66,7% presentan un riesgo intermedio, un 22,2% se encuentran en riesgo bajo y el restante 11,1% está en riesgo muy alto, como se muestra en el Cuadro 4.16.

Cuadro 4.16. Resumen de riesgo SERSA para los tanques de la ASADA de Santa Cruz.

Nombre del Tanque	Material de construcción del Tanque	Volumen del Tanque (m ³)	Nivel de Riesgo SERSA
Tanque de principal	Concreto	NR	Bajo
Tanque Calle Leiva	Concreto	NR	Muy Alto
Tanque La Cruz	Concreto	NR	Intermedio
Tanque Verbena-Cerámica	Concreto	NR	Bajo
Tanqueta 1	Plástico	NR	Intermedio
Tanqueta 2	Plástico	NR	Intermedio
Tanqueta 3	Plástico	NR	Intermedio
Tanque Danilo	Concreto	NR	Intermedio
Tanque Verbena	Concreto	NR	Intermedio

Otro aspecto a resaltar en la revisión de los tanques de almacenamiento es que no todas las estructuras hidráulicas no disponen 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

Cloración en el Tanque Principal

Se trata de un sistema de pastillas comprado por la ASADA. La estructura cuenta con la correspondiente caseta para la protección, sin embargo, la persona que coloca las pastillas no emplea la protección requerida. La dosificación se da continua y se desconoce la concentración de la solución de cloro aplicada y caudal, así como el caudal de entra a ser clorado.

Según la evaluación SERSA el sistema de cloración presenta las siguientes características, como se muestra en el Cuadro 4.17.

Cuadro 4.17. Ficha de campo SERSA sistema de cloración en los tanques de almacenamiento.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 01/12/2015)

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

En el sistema evaluado para la desinfección del agua por parte del acueducto administrado por la ASADA de Santa Cruz 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

Según Cuadro 4.18, en este acueducto las estructuras que presentaron un mayor número de factores de riesgo fueron las captaciones tipo naciente con un riesgo alto y uno de los tanques que alcanzó un riesgo muy alto. Importante destacar que estas dos estructuras se ubican al principio de un acueducto. Por lo que se deben emprender acciones a la mejora de estas estructuras con el fin de garantizar que el agua que le llega a los usuarios sea de buena calidad y debidamente clorada.

Cuadro 4.18. Resumen de los riesgos identificados en las estructuras con las guías de inspección sanitaria SERSA.

Estructura	Riesgo SERSA identificado	Total de factores de riesgo
Naciente N°1	Alto	5
Naciente N°2	Alto	6
Naciente N°3	Alto	5
Naciente N°4	Alto	5
Tanque Principal	Bajo	2
Tanque Calle Leiva	Muy Alto	8
Tanque La Cruz	Intermedio	4
Tanque Verbena-Cerámica	Bajo	2
Tanqueta 1	Intermedio	3
Tanqueta 2	Intermedio	3
Tanqueta 3	Intermedio	3
Taque Danilo	Intermedio	4
Tanque Verbena	Intermedio	5
Sistema de cloración en Tanque Principal	Intermedio	5

4.2.5 Mapa de riesgos

A partir de la información recopilada en campo y la aplicación de los formularios de la herramienta SERSA en cada uno de los componentes del acueducto evaluados, en la Figura 4.1 se localizan los componentes 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 lo establecido en 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.

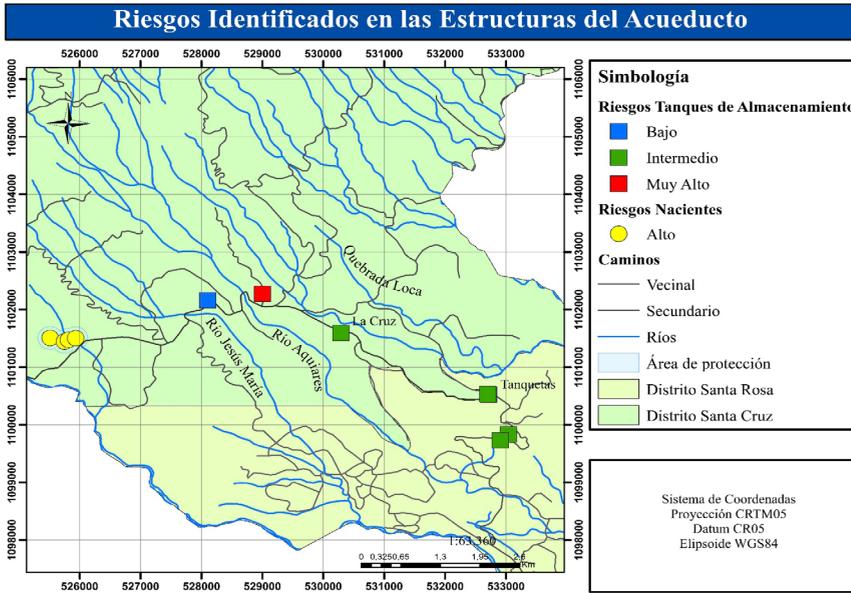


Figura 4.1. Mapa de riesgos identificados.

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 71,6 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

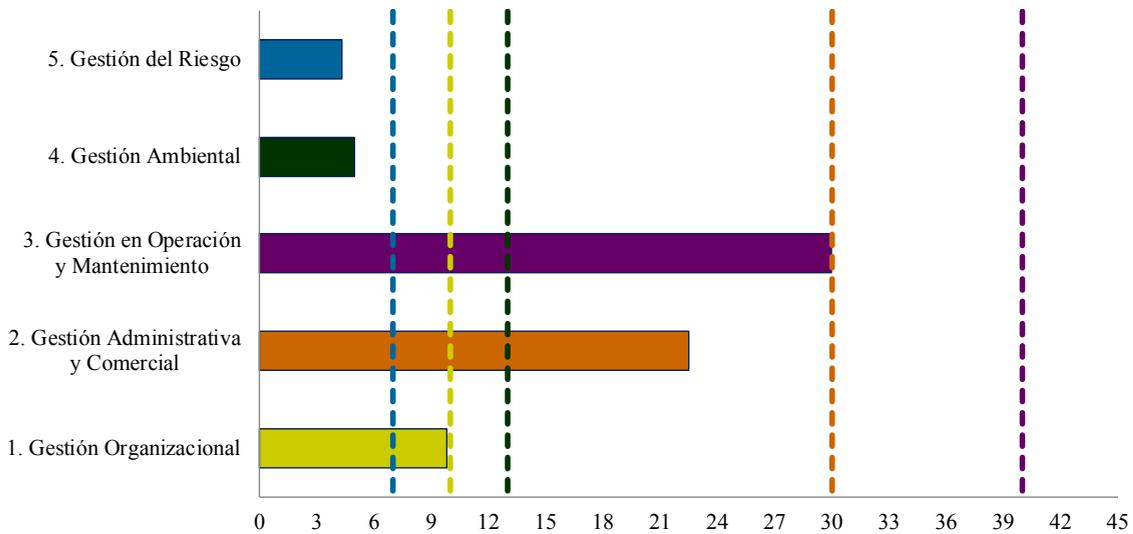


Figura 4.2. Comparación de los diferentes tipos de gestión evaluados en la ASADA, con respecto al valor óptimo.

A partir de la Figura 4.2, se observa que la gestión organizacional es la que presenta la mejor calificación con un alcance del 98% con respecto a valor óptimo, el único factor con el que no cumple es que todos sus abonados estén constituidos como socios.

La gestión administrativa y comercial de la ASADA se encuentra en segundo lugar con un 75% alcanzado en relación al valor óptimo establecido; siendo las siguientes actividades las que permitirían obtener un mejor desempeño:

- Contar con un plan de inversión
- Colocar micro y macro medidores
- Conocer mediante registros el porcentaje de agua no contabilizada
- Estar en la capacidad de brindar servicio a nuevas solicitudes

La ASADA alcanzó también un 75% del valor total deseado en la gestión en operación y mantenimiento, y se encontró que los factores más importantes que afectan este desempeño son, que el agua no es potable en toda la red y que no cuentan con un estudio técnico de la infraestructura que refleje el estado de conservación y capacidad de las partes del sistema.

En cuanto a la gestión de riesgo y gestión ambiental se reportó un 61% y 38%, 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 la participación y elaboración de programas como el de Sello de Calidad del Agua del ICAA y Planes de Seguridad del Agua, además de la delimitación de las zonas de protección y establecimiento de planes de emergencia.

4.4 Propuestas de Mejora

Mediante este apartado se presenta un plan de mejoras para el acueducto según los resultados de la herramienta SERSA y la herramienta de evaluación de ASADAs del ICAA, para que estas mejoras sean implementadas es necesario que la ASADA mediante sus figuras administrativas y operativas realice una valoración de cada una de estas y en lo posible se prioricen con un 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 Santa Cruz. El resultado obtenido fue que el 100% de las captaciones presentaron un riesgo alto.

Es importante contar con información de los caudales captados y de los caudales de las fuentes, lo que corresponde a la oferta real de cada fuente. Estas mediciones son trascendentes 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 tipo nacientes, 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 de partida o inicio de un acueducto:

- Instalación de mallas de protección de las captaciones de tal forma que se impida el ingreso libre de personas y/o animales a estas estructuras.
- Realizar acciones para solucionar el problema de grietas y fugas externas en las estructuras de captación y vigilar que no tengan infiltraciones en el terreno (fugas en la losa de fondo), para esto realizar pruebas de fugas: mediante observación, si el nivel de agua baja en los tanques cuando se cierra el ingreso y salida del agua.
- 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.
- 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 9 tanques con que cuenta la ASADA se obtuvo que un 66,7% presentan un riesgo intermedio, un 22,2% se encuentran en riesgo bajo y el restante 11,1% está en riesgo muy alto como se muestra en el Cuadro 4.16.

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 que ingresa a cada uno, esta información es importante para establecer indicadores de funcionamiento de estas estructuras:

- 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, quebragradientes y otras estructuras desde las captaciones hasta el tanque de almacenamiento. Para lo cual se deben instalar sistemas de aforos.
- Determinar tiempos de retención hidráulica – TRH- en el tanque de almacenamiento.

En la revisión de los tanques no se observaron dispositivos o mecanismos para el cierre del ingreso del agua cuando este llegue a su máxima capacidad (boyas para el control del rebalse) que eviten el desperdicio de agua clorada, en todos los tanques del sistema. 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 (m³) que sale del tanque, para realizar balances con los datos de la facturación y establecer posibles pérdidas en la red de distribución.
- 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 rebalses.

De la evaluación de los riesgos de la herramienta SERSA en el Cuadro 4.15 se presentan los factores críticos con mayor incidencia de los 9 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, el cual juega un papel muy importante en un acueducto: regulador del consumo, mantener una reserva de agua, se realiza la desinfección, punto de partida para la distribución de agua a la comunidad; por lo anterior es necesario tener una vigilancia, cuidado y control en los siguientes factores de riesgo:

- 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.
- Todo tanque de almacenamiento debe disponer de respiradores localizados en la parte superior.
- Realizar acciones para solucionar el problema de grietas y fugas externas en los tanques de almacenamiento, vigilar que no tengan infiltraciones en el terreno (fugas en la losa de fondo), para esto realizar pruebas de fugas: mediante observación, si el nivel de agua baja en los tanques cuando se cierra el ingreso y salida del agua.
- Considerar la ausencia de cloración en las viviendas que se abastecen del tanque Calle Leiva.

Si se desea conocer el volumen de almacenamiento requerido para abastecer a la población actual, tomando en cuenta una población de aproximadamente 4000 habitantes y una dotación de 190 L/pers* día, para un porcentaje de cero pérdidas, 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 4.19.

Cuadro 4.19. Volumen de almacenamiento requerido para abastecer a la población actual de Santa Cruz.

% de pérdidas	Volumen de regulación (m ³)	Volumen contra incendios (m ³)	Volumen de reserva (m ³)	Volumen seleccionado (m ³)
0	273,60	115,20	152,00	273,60
20	328,32	115,20	182,40	328,32

Con respecto a los valores obtenidos en el Cuadro 4.19, el acueducto requiere de un volumen de almacenamiento entre los 274 - 328 m³ para abastecer a la población actual, considerando un escenario de consumo de 190 L/pers* día, tanto para pérdidas de 0% como 20%.

4.4.1.3 Sistemas de desinfección

Según el Cuadro 4.17, se muestra la evaluación del sistema de desinfección que posee el acueducto en el tanque principal y que presenta un riesgo intermedio. La tecnología instalada para la desinfección del agua es llamada por la ASADA sistema “cloración con pastillas”, que utilizan tabletas de hipoclorito de calcio de lenta disolución, con un grado de pureza del 68%; este sistema posee varios aspectos que deben ser mejorados. 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.

4.4.2 Otros aspectos a tener en cuenta en la operación del acueducto

Es necesario implementar la colocación de micromedidores en cada uno de los abonados, esto permite darle seguimiento a los datos de facturación de cada mes con el fin de establecer cuánto 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 Santa Cruz de Turrialba

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, la comunidad de Santa Cruz es atendida por un recolector privado. La Municipalidad de Turrialba no cuenta con plan de manejo de residuos sólidos, el vertedero municipal es un problema ambiental pues esta desorganizado es una fuente de contaminación y no se ha logrado solucionar los problemas de lixiviados ni de incendios en el sitio (Quirós, 2009).

En el área de Santa Cruz 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.

También se encontró que las aguas grises son vertidas hacia caños frente a las viviendas, las cuales a su vez van llegan a cuerpos de agua naturales. Esta situación descrita antes hace que estos cuerpos de agua se contaminen cada vez más por el aumento de la población, que es causante del incremento también de la cantidad de aguas grises. Todo lo anterior se agrava aún más por la cultura del desperdicio de agua y poca conciencia sobre lo que pasa con el agua residual generada una vez que sale de los hogares.

La comunidad de Santa Cruz no está densificada en población lo que ayuda a que la contaminación sea leve, pero a medida que vaya creciendo es importante tomar medidas para contar con un saneamiento adecuado. Esto significa que podrían buscarse soluciones tecnológicas individuales en algunos casos y en los casos donde exista una población más densa, buscar soluciones con Instituciones del estado.

Las aguas residuales se empozan en algunos lugares por lo que hay que vigilar de cerca esta situación, ya que 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.

Una variante al crecimiento de la población es el crecimiento de actividades turísticas, en dichas actividades se generan cantidades mucho mayores de aguas residuales que en viviendas comunes por lo que es necesario que se tomen en cuenta a la hora de establecer sistemas de tratamiento de aguas residuales.

No se nota que exista una cobertura boscosa adecuada para las fuentes naturales de agua (ríos y quebradas) por lo que es importante que estas coberturas se cumplan, existe en la ley forestal de Costa Rica la recomendación del área mínima que con que deben contar estas fuentes.

En cuanto a los residuos sólidos los habitantes de la comunidad entierran los materiales que no pueden quemar o darle como comida a los animales de la casa, esto conlleva muchos problemas ambientales.

Los habitantes no se han sumado a los programas de recuperación de materiales valorizables pues la distancia a la cual se encuentran es muy importante y no se evidencian posibilidades de implementar dichos programas en la comunidad.

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.
2. El tratamiento de las aguas grises puede hacerse con soluciones individuales que existen como tecnología y son fáciles de instalar, se aprovecharía el espacio que existe dentro de los lotes de las viviendas y no se requiere de grandes inversiones económicas.
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. Se debe involucrar a los dueños de actividades turísticas en planes de mejora de las condiciones de saneamiento de la zona.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Propiciar que al menos cada cierto tiempo la municipalidad recoja residuos de carácter peligroso o que no pueden descomponerse en el suelo.

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

34

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=NR&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

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>

Quirós, N. (2009). *Diagnóstico Inicial de la Situación de los Residuos Sólidos en la Municipalidad de Turrialba, Cartago-Costa Rica*. Cartago, Costa Rica. Retrieved from http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/quimica/cipa/Proyectos/FOMUDE/Inf.RS.Munic_Turrialba_2009_FINAL.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: Santa Cruz

Fecha: Mayo 2015

Responsable de información: Eyda Brenes Granados

35

ASADA DE SANTA CRUZ, SANTA CRUZ, TURRIALBA

PARÁMETRO	FACTOR	ACTIVIDADES A CALIFICAR	PESO	%	CALIFICACIÓN				PESO	%	
					0	1	2	3			
1. GESTIÓN ORGANIZACIONAL											
1.1. ORGANIZACIÓN COMUNAL											
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	
1.2. SOCIAL											
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		2	1,0	
S U B - T O T A L			24	10						9,8	
2. GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y COMERCIAL											
2.1. ADMINISTRACIÓN											
Recurso Humano	2	Cuentan con Administrador	3	1,5	no hay	si hay	Capac. INA	Técnico o	3	1,5	
		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	3	0,5	
		Los funcionarios están asegurados (CCSS)	3	1	no			si	3	1,0	
		Los funcionarios cuentan con póliza (INS)	3	1	no			si	3	1,0	
Sistema de Contable	1	Registran sus operaciones contables	2	3	no hay	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	3	2,0	
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						12,5	

2.2. COMERCIAL											
Gestión Comercial	2	Cuenta con Micro medición	3	2	no tiene	<50%	>50%	100%	0	0,0	
		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		1	0,3	
		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	0	0,0	
		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						10,0	
T O T A L DE RUBRO			67	30						22,5	
3. GESTIÓN EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO											
3.1. AGUA POTABLE											
Recurso Hídrico	2	Los terrenos donde se encuentran las fuentes están legalmente a nombre	3	2	otros			ASADA	3	2,0	
		Elaboran registros (Aforos) de producción de las fuentes actuales (l/s)	3	2	no			si	3	2,0	
		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%	1	1,7	
		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	2	2,0	
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	3	2,0	
		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						30,0	
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	1	0,3	
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	2	0,7
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	3	1,0	
		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						5,0	
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	3	0,3	
		Conocen las vulnerabilidades del sistema	3	0,5	No	comentadas	identificadas	por escrito	3	0,5	
		Cuentan con un protocolo de emergencias	3	0,5	No	comentado	identificado	por escrito	2	0,3	
		El personal está capacitado para atender un protocolo para emergencias	3	0,3	no	pocos	algunos	todos	3	0,3	
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	2	0,1	
		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	3	0,3	
		Tienen asegurados los activos	3	0,5	no	pocos	algunos	todos	3	0,5	
		Cuentan con un mapa del sistema	3	0,3	no	incompleto	completo	detallado	1	0,1	
		Los funcionarios conocen sus roles de responsabilidad en caso de emergencia	3	0,3	no	incompleto	completo	detallado	3	0,3	
S U B - T O T A L			45	7						4,3	
T O T A L			193	100						71,6	

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 s ÷ 7 = 16,84 s (Promedio)**
4. Se divide el volumen del recipiente entre el promedio: **20 L ÷ 16,84 s = 1,19 L/s (Caudal)**

Elaborado por Laura Ureña Vargas 2016

7.3 Formato para el registro de los aforos

38

ASADA DE SANTA CRUZ, SANTA CRUZ, TURRIALBA

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

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	Fotografía

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?		
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")		
Nivel de riesgo identificado (Número de X)		
Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10		

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

I-) INFORMACION GENERAL	
Fecha:	Fotografía
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:	
Caseta () A nivel ()	
Enterrada () Semi-enterrada ()	

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	SI	NO
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)		
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")		
Nivel de riesgo identificado (Número de X)		
Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10		

**FICHA DE CAMPO 3
TANQUES DE ALMACENAMIENTO**

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

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA		
Identificación de factores de riesgo del tanque de almacenamiento	SI	NO
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)		
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")		
Nivel de riesgo identificado (Número de X)		
Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10		

**FICHA DE CAMPO 4
SISTEMA DE CLORACIÓN**

I-) INFORMACION GENERAL		Fotografía
Fecha: Nombre acueducto: Encargado del acueducto: Teléfono: Nombre del funcionario: Ubicación: Fecha de construcción del acueducto: Fecha de instalación del actual sistema de cloración: Tipo de Sistema de Cloración:		
Gas Cloro () Electrólisis ()		
Pastillas (Erosión) ()	Otro ()	
Tipo de Dosificación: Continua ()	Tiempos Programados ()	

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA		
Identificación de factores de riesgo en el sistema de cloración	SI	NO
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		
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")		
Nivel de riesgo identificado (Número de X) Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10		

