

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA ASADA DE SANTIAGO, SANTIAGO, 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° A009

Noviembre, 2016



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

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

Número de páginas: 46

ISBN

Serie de documentos de divulgación ambiental N° A009

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.
Gaviria, L., Pino, M., & Soto, S. (2016). EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA ASADA DE SANTIAGO, SANTIAGO, 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: ~~Cartago, El Guarco Sra. Gloria-nella Sancho Rodríguez, Oreamuno Sr. Walter Astorga, Paraíso Sr. Carlos Granados Silos 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 a los señores: Róger Ramírez Sojo y Gerardo Ramírez, funcionarios de la ASADA de Santiago.

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	9
2. Descripción General de la zona de estudio	10
3. Esquema del acueducto	11
4. Gestión del Agua Potable en la ASADA de Santiago	11
4.1 Metodología	11
4.2 Características y evaluación de los factores de riesgo de los componentes del acueducto	13
4.2.1 Captaciones tipo nacientes	13
4.2.2 Tanques de almacenamiento	18
4.2.3 Sistema de desinfección	23
4.2.4 Resumen de Riesgos	28
4.2.5 Mapa de Riesgos	28
4.3 Caracterización de la gestión de la ASADA	29
4.4 Propuestas de Mejora	30
4.4.1 Factores de riesgo SERSA	31
5. Aguas Residuales y Residuos Sólidos en la comunidad Santiago	34
5.1 Recomendaciones	35
6. Referencias	36
7. Apéndices	37
7.1 Resultado de caracterización de la ASADA	37
7.2 Guía para la realización de aforos	39
8. Anexos	42
8.1 Fichas de campo SERSA	42



Índice de cuadros

Cuadro 4.1.	Clasificación de riesgo y código de colores para aplicar la Metodología Estandarizada SERSA.	12
Cuadro 4.2.	Ficha de campo SERSA nacimiento F1. Agustín Solano.	13
Cuadro 4.3.	Ficha de campo SERSA nacimiento F2. Oscar Arce.	14
Cuadro 4.4.	Ficha de campo SERSA nacimiento F3 La Cascada.	15
Cuadro 4.5.	Ficha de campo SERSA nacimiento F4 Nacor Ulloa.	16
Cuadro 4.6.	Ficha de campo SERSA nacimiento F5 Nacor Ulloa.	17
Cuadro 4.7.	Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para las captaciones tipo nacimiento.	18
Cuadro 4.8.	Resumen de riesgo SERSA para las captaciones de la ASADA de Santiago.	18
Cuadro 4.9.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento Halabi.	19
Cuadro 4.10.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento Gerardo Díaz.	20
Cuadro 4.11.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento Rafael Meza.	21
Cuadro 4.12.	Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento Nacor.	22
Cuadro 4.13.	Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para tanques de almacenamiento.	23
Cuadro 4.14.	Resumen de riesgo SERSA para los tanques de la ASADA de Santiago.	23
Cuadro 4.15.	Ficha de campo SERSA sistema de cloración para nacimiento F3.	24
Cuadro 4.16.	Ficha de campo SERSA sistema de cloración para nacimiento F1 y F2.	25
Cuadro 4.17.	Ficha de campo SERSA sistema de cloración para nacimiento F1, F2, F3, F4 y F5.	26
Cuadro 4.18.	Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para los sistemas de cloración.	27
Cuadro 4.19.	Resumen de riesgo SERSA para sistemas de cloración de la ASADA de Santiago.	27
Cuadro 4.20.	Resumen de los riesgos identificados en las estructuras con las guías de inspección sanitaria del SERSA.	28
Cuadro 4.21.	Volumen de almacenamiento requerido para abastecer a la población actual de Santiago.	32

Índice de figuras

Figura 2.1.	Mapa de ubicación, ASADA Santiago.	10
Figura 3.1.	Esquema del sistema del acueducto de Santiago	11
Figura 4.1	Mapa de riesgos identificados.	29
Figura 4.2.	Comparación de los diferentes tipos de gestión evaluados en la ASADA, con respecto al valor óptimo.	29
Figura 5.1.	Área urbanizada de Santiago sin aguas grises en calles.	35

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, así como la gestión del riesgo que realiza la ASADA de Santiago, Santiago, 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 de la zona de estudio

El acueducto de Santiago se ubica de acuerdo a la división territorial de Costa Rica en la provincia de Cartago (N°3), cantón de Paraíso (N°2), en el distrito de Santiago (N°2), como se muestra en la Figura 2.1. **Abastece a 733 abonados que corresponde a 3225 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.

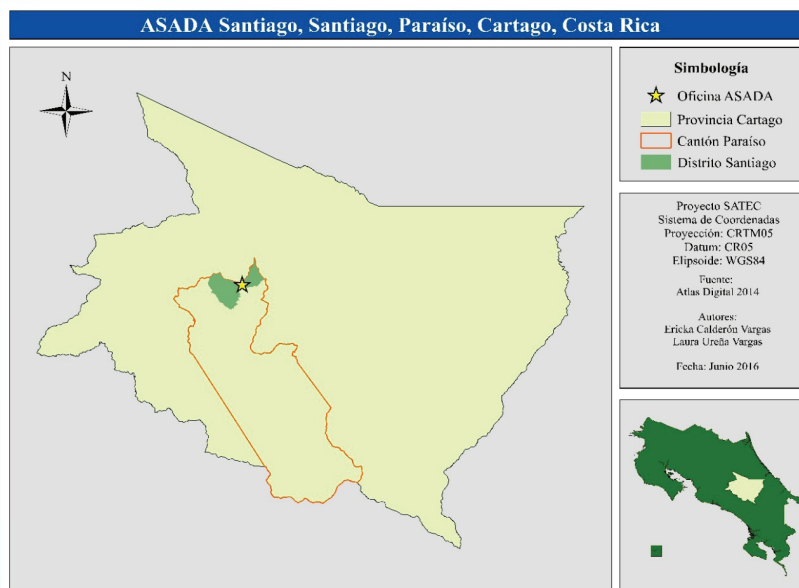


Figura 2.1. Mapa de ubicación, ASADA Santiago.
Elaborado a partir del Atlas Digital. (Tecnológico de Costa Rica, 2014)

3. Esquema del acueducto

Las fuentes de abastecimiento empleadas por este acueducto son de nacientes, las cuales se cloran en los tanques de almacenamiento. Como se muestra en la Figura 3.1 el sistema de este acueducto está compuesto por cinco nacientes, cuatro tanques de almacenamiento, líneas de conducción, redes de distribución y tres sistemas de cloración. El acueducto cuenta con una cobertura de micromedición del 100% y el sistema de captación-conducción está dividido en dos: Sistema N°1 con las nacientes F1, F2, F4 y F5, y el Sistema N°2 con la naciente F3.

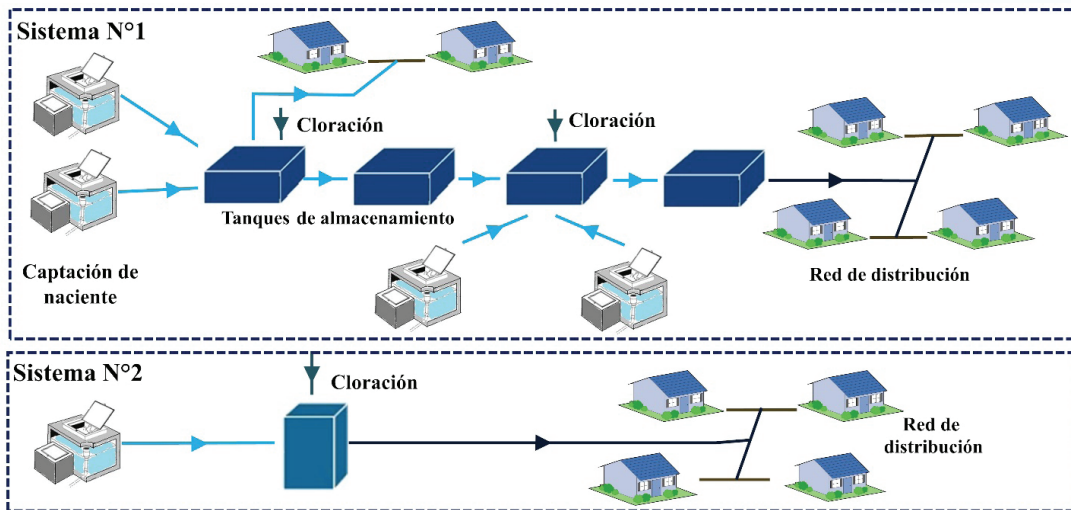


Figura 3.1. Esquema del sistema del acueducto de Santiago

4. Gestión del Agua Potable en la ASADA de Santiago

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, quebra-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 Captaciones tipo nacientes

F1. Agustín Solano

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -83,794844, Latitud: 9,869133, con una altitud aproximada de 1435,51 msnm. Se trata de una estructura enterrada y en mal estado; la cual está próxima a ser reconstruida. Su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

Durante la visita de campo realizada a la naciente F1. Agustín Solano 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. Agustín Solano.



Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 20/03/2015)		
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")	7	3
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Alto	

F2. Oscar Arce

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -83,800135, Latitud: 9,90199, con una altitud aproximada de 1441,51 msnm. Se trata de una estructura enterrada y debidamente protegida por una cámara de concreto su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia.

Durante la visita de campo realizada a la naciente F2. Oscar Arce 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. Oscar Arce.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 20/03/2015)		
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")	4	6
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Intermedio	

F3. La Cascada

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -83,807222, Latitud: 9,875383, con una altitud aproximada de 1293,86 msnm. Se trata de una estructura enterrada y debidamente protegida por una cámara de concreto su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Además, no se cuenta con registros de aforo.

Durante la visita de campo realizada a la naciente F3. La Cascada 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 La Cascada.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 20/03/2015)


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")	0	10
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Nulo	

F4. Nacor Ulloa

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -83,807222, Latitud: 9,875383, con una altitud aproximada de 1277,97 msnm. Se trata de una estructura enterrada y debidamente protegida por una cámara de concreto su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Además, no se cuenta con registros de aforo.

Durante la visita de campo realizada a la naciente F4. Nacor Ulloa 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 Nacor Ulloa.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 20/03/2015)		
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	

F5. Nacor Ulloa

Se ubican en las coordenadas geográficas Longitud: -83,807222, Latitud: 9,875383, con una altitud aproximada de 1277,97 msnm. Se trata de una estructura enterrada y debidamente protegida por una cámara de concreto su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Además, no se cuenta con registros de aforo.

Durante la visita de campo realizada a la naciente F5. Nacor Ulloa aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 4.6.

Cuadro 4.6. Ficha de campo SERSA naciente F5 Nacor Ulloa.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 20/03/2015)

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 riesgo SERSA se analizaron los puntos críticos que se destacan en el mismo, como se muestra en el Cuadro 4.7 para las captaciones tipo naciente se aprecia que de las 5 nacientes lo más crítico es que 4 de ellas se encuentran en zona agrícola, lo que representa un riesgo potencial de contaminación.

Cuadro 4.7. 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
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)	4
1. ¿Está la naciente sin malla de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	3
5. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)	3
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)	1
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)	1

Como resultado de la evaluación de las 5 nacientes con las que cuenta el acueducto como fuentes de abastecimiento se tiene que un 60% presentan un riesgo alto, un 20% riesgo intermedio, mientras que el restante 20% tiene un riesgo nulo como se muestra en el Cuadro 4.8.

Cuadro 4.8. Resumen de riesgo SERSA para las captaciones de la ASADA de Santiago.

Nombre de la fuente	Caudal (L/s)	Nivel de Riesgo SERSA
Naciente F1. Agustín Solano	NR	Alto
Naciente F2. Oscar Arce	NR	Intermedio
Naciente F3. La Cascada	NR	Nulo
Naciente F4. Nacor Ulloa	NR	Alto
Naciente F5. Nacor Ulloa	NR	Alto

4.2.2 Tanques de almacenamiento

Halabi

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,801394 Latitud: 9,887246, con una altitud aproximada de 1394,23 msnm. Se trata de 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. Además, sus paredes se observan con deterioro y dentro del tanque se tiene una escalera de metal que ya se encuentra oxidada. Este tanque tiene un **volumen de almacenamiento de 28 m³**.

Durante la visita de campo realizada al tanque Halabi 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 Halabi.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 20/03/2015)

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)	Alto	

Gerardo Díaz

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,799113 Latitud: 9,882287, con una altitud aproximada de 1334,05 msnm. Se trata de 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. Cuenta con un volumen de almacenamiento de 29 m³.

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

Cuadro 4.10. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento Gerardo Díaz.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 20/03/2015)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente	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")	3	7
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Intermedio	

Rafael Meza

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,799109 Latitud: 9,878884, con una altitud aproximada de 1271,21 msnm. Se trata de una estructura cuya construcción es semi-enterrado en concreto. Su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Este tanque tiene un volumen de almacenamiento de 110 m³.

Durante la visita de campo realizada al tanque Rafael Meza se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 4.11.

Cuadro 4.11. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento Rafael Meza.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 20/03/2015)

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")	3	7
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Intermedio	

Nacor

El tanque se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,798863 Latitud: 9,879207, con una altitud aproximada de 1275,82 msnm. Se trata de una estructura cuya construcción es en concreto y semi-enterrado. Su limpieza se realiza trimestralmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. Cuenta con un volumen de almacenamiento de 44 m³.

Durante la visita de campo realizada al tanque Nacor se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 4.12.

Cuadro 4.12. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento Nacor.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 20/03/2015)		
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")	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 riesgo SERSA se analizaron los puntos críticos que se destacan en el mismo, como se muestra en el Cuadro 4.13 de los 4 tanques analizadas lo más crítico es todos los tanques tienen alguna fuente de contaminación alrededor.

Cuadro 4.13. 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)	4
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (crítica)	2
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (crítica)	2
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (crítica)	0
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (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 50% presentan un riesgo alto y el otro 50% un riesgo intermedio como se muestra en el Cuadro 4.14.

Cuadro 4.14. Resumen de riesgo SERSA para los tanques de la ASADA de Santiago.

Nombre del Tanque	Material de Construcción del Tanque	Volumen del Tanque (m³)	Nivel de Riesgo SERSA
Halabi	Concreto	28	Alto
Gerardo Ruíz	Concreto	29	Intermedio
Rafael Meza	Concreto	110	Intermedio
Nacor	Concreto	44	Alto

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 Sistema de desinfección

En los tres sistemas de desinfección son empleadas pastillas de ácido tricloroisocianúrico (ACL® 90) con una concentración al 90%, con pastillas de 7 cm de diámetro, de acuerdo a la información brindada por la administración.

Clorador de F3

Se trata de un sistema construido por la ASADA, con tubos de PVC, imitando los sistemas de pastilla, colocado sobre el tanque de almacenamiento, tiene una pequeña caseta de protección. No se realiza aforo en la entrada del tanque y no se tiene conocimiento de la concentración de la solución que es aplicada. Hay control de boya para el ingreso del agua al tanque y para el sistema de cloración.

Según la evaluación SERSA el sistema de cloración presenta las siguientes características, como se muestra en el Cuadro 4.15.

Cuadro 4.15. Ficha de campo SERSA sistema de cloración para naciente F3.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 20/03/2015)		
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 (crítica)		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? (crítica)		X
8. ¿Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)? (crítica)	X	
9. ¿Se carece de mantenimiento periódico del sistema de cloración? (crítica)		X
10. Se carece de registros de consumo de cloro día/semana/mes/año		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	

Clorador de F1 y F2

Se trata de un sistema construido por la ASADA, con tubos de PVC, imitando los sistemas de pastilla, colocado sobre el tanque de almacenamiento, tiene una pequeña caseta de protección. No se realiza aforo en la entrada del tanque y no se tiene conocimiento de la concentración de la solución que es aplicada. Hay control de boya para el ingreso del agua al tanque y para el sistema de cloración.

Según la evaluación SERSA el sistema de cloración presenta las siguientes características, como se muestra en el Cuadro 4.16.

Cuadro 4.16. Ficha de campo SERSA sistema de cloración para naciente F1 y F2.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 20/03/2015)

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 (crítica)		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? (crítica)		X
8. ¿Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)? (crítica)	X	
9. ¿Se carece de mantenimiento periódico del sistema de cloración? (crítica)		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)	Alto	

Clorador de F1, F2, F4 y F5

Se trata de un sistema construido por la ASADA, con tubos de PVC, imitando los sistemas de pastilla, colocado sobre el tanque de almacenamiento, tiene una pequeña caseta de protección. No se realiza aforo en la entrada del tanque y no se tiene conocimiento de la concentración de la solución que es aplicada. Hay control de boya para el ingreso del agua al tanque y para el sistema de cloración.

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 para nacimiento F1, F2, F3, F4 y F5.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 20/03/2015)		
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 (crítica)		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? (crítica)		X
8. ¿Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)? (crítica)	X	
9. ¿Se carece de mantenimiento periódico del sistema de cloración? (crítica)		X
10. Se carece de registros de consumo de cloro día/semana/mes/año		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	

De la evaluación de riesgo SERSA se analizaron los puntos críticos que se destacan en el mismo, como se muestra en el Cuadro 4.18 los 3 sistemas de cloración evaluados lo más crítico es que todos carecen de bitácora de dosificación del cloro, el operario carece de capacitación para la preparación y aplicación del cloro, se carece del equipo de protección necesaria y se carece de registros de la concentración y del caudal de la solución de cloro preparada y aplicada.

Cuadro 4.18. Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para los sistemas de cloración.

Identificación de factores de riesgo en el sistema de cloración	Número de captaciones con factor positivo
2. ¿Carece el acueducto de bitácora de la dosificación del cloro? (crítica)	3
3. ¿Carece el operario de la capacitación necesaria para la preparación y aplicación de la cloración? (crítica)	3
4. ¿Se carece del equipo de protección necesaria para el personal operativo del sistema de cloración? (crítica)	3
8. ¿Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)? (crítica)	3
1. ¿Se carece de una zona/caseta debidamente acondicionada para la preparación y aplicación del cloro? (crítica)	2
6. ¿Se carece de registros de la concentración y del caudal de la solución de cloro preparada y aplicada? (crítica)	0
5. ¿Se carece del equipo para la medición de cloro residual (crítica)	0
7. ¿Se carece de registros de los niveles de cloro residual en tanque(s) de almacenamiento? (crítica)	0
9. ¿Se carece de mantenimiento periódico del sistema de cloración? (crítica)	0

Como resultado de la evaluación de los 3 sistemas de cloración presentes en los tanques de almacenamiento, se concluye que el 100% de los sistemas utilizados para la desinfección del agua se encuentran en riesgo alto como se muestra en el Cuadro 4.19.

Cuadro 4.19. Resumen de riesgo SERSA para sistemas de cloración de la ASADA de Santiago.

Ubicación del sistema de cloración	Tipo de Cloración	Dosificación	Nivel de Riesgo SERSA
Clorador del F3	Erosión Pastilla	NR	Alto
Clorador de F1 y F2	Erosión Pastilla	NR	Alto
Clorador de F1, F2, F4 y F5	Erosión Pastilla	NR	Alto

En los tres sistemas evaluados para la desinfección del agua por parte del acueducto administrado por la ASADA de Santiago 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).
- 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 4.20. 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. Agustín Solano	Alto	7
Naciente F2. Oscar Arce	Intermedio	4
Naciente F3. La Cascada	Nulo	0
Naciente F4. Nacor Ulloa	Alto	5
Naciente F5. Nacor Ulloa	Alto	5
Tanque Halabi	Alto	5
Tanque Gerardo Díaz	Intermedio	3
Tanque Rafael Meza	Intermedio	3
Tanque Nacor	Alto	5
Sistema de cloración en F3	Alto	6
Sistema de cloración de F1 y F2	Alto	5
Sistema de cloración de F1, F2, F3, F4 y F5	Alto	6

4.2.5 Mapa de Riesgos

A partir de la información recopilada en campo y la aplicación de los formularios SERSA en cada uno de los componentes del acueducto evaluados se obtiene la Figura 4.1 en la cual se identifican los riesgos de acuerdo al color correspondiente, se ubican cada uno de los componentes y las zonas de protección para las fuentes y ríos. Las áreas de protección 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.

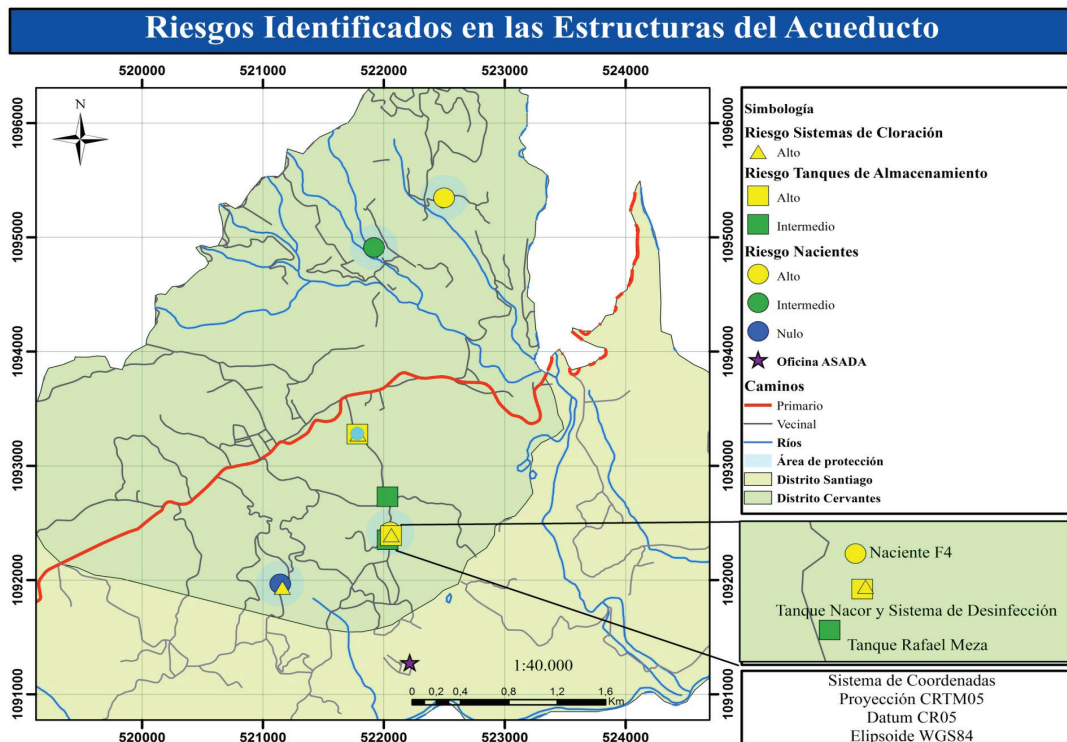


Figura 4.1 Mapa de riesgos identificados.
Elaborado a partir del Atlas Digital (Tecnológico de Costa Rica, 2014)

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 75,6 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.

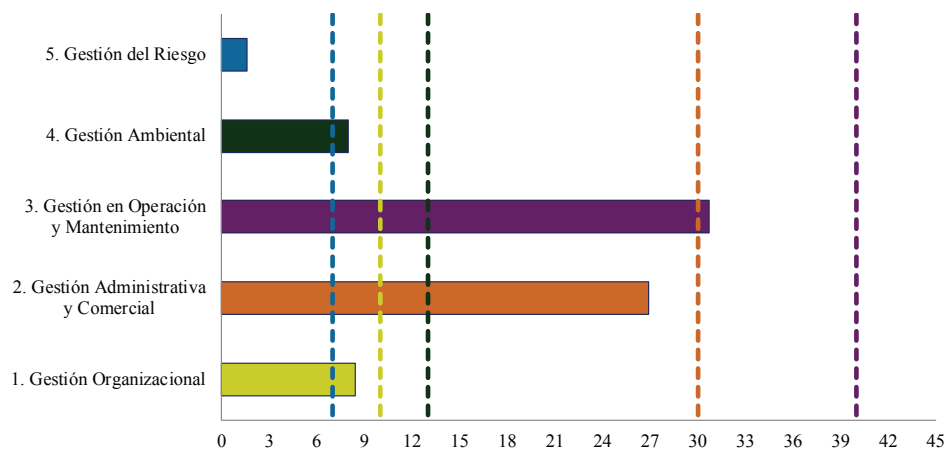


Figura 4.2. Comparación de los diferentes tipos de gestión evaluados en la ASADA, con respecto al valor óptimo.

A partir de la Figura 4.2, se observa que la gestión administrativa y comercial es la que presenta la mejor calificación con un alcance del 90% con respecto a valor óptimo. Entre los factores que afectan el desarrollo adecuado de esta gestión se destacan los siguientes:

- El administrador y fontanero no cuenta con un grado académico técnico
- No cuentan con recaudador electrónico
- La micromedición no cubre el 100% de los abonados
- Registran morosidad
- Las facturas no se registran en medios electrónicos

La gestión organizacional de la ASADA se encuentra en segundo lugar con un 84% alcanzado en relación al valor óptimo establecido; siendo las siguientes actividades las que permitirían obtener un mejor desempeño tanto en gestión comunal como social:

- Aumentar el porcentaje de abonados que se constituyen como socios
- Capacitación de los miembros de la junta directiva en los programas del INA
- Brindar información a la comunidad de las actividades y labores que realizan
- Brindar campañas de educación a la población, así como en escuelas y/o colegios.

La ASADA alcanzó un 77% 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 los terrenos en los cuales se encuentran las fuentes no pertenecen a la ASADA, la calidad del agua de todas las fuentes no es potable y además se dan más de 6 interrupciones al año en el servicio de abastecimiento de agua potable, ya sea por causa de fugas, mantenimiento y/o desastres naturales; no se elaboran registros de control y seguimiento de quejas y la presión no es adecuada en el 100% de la red.

En cuanto a la gestión de riesgo y gestión ambiental se reportó un 23% y 62%, 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, conocer las vulnerabilidades y amenazas del sistema 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 4.8 las 5 captaciones tipo naciente son el recurso hídrico con que cuenta la ASADA para darle el abastecimiento de agua a la comunidad de Santiago. El resultado obtenido fue que el 60% de las captaciones presentaron un riesgo alto, un 20% presentó un riesgo nulo, mientras que el otro 20% posee un riesgo intermedio.

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 4.7 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:

- Mantener una vigilancia permanente a las actividades (agrícolas, ganadería y/o industriales) aguas arriba de la captación. Esta acción para todas las captaciones.
- 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 acciones para solucionar el problema de grietas y fugas en los tanques de captación, vigilar que 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 la estructura de captación cuando cierro el ingreso y salida del agua.
- 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 4 tanques con que cuenta la ASADA para el almacenamiento del agua, se obtuvo el tanque Halabi y Nacor con riesgo alto y los tanques Gerardo Díaz y Rafael Meza con riesgo intermedio, en el Cuadro 4.14, se observa el resumen del riesgo de estas estructuras, las cuales están construidas dos en concreto.

Se desconoce el volumen de almacenamiento 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, quebragradientes 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

Son importantes los 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. Por otra parte, durante la inspección se observó que no poseen sistemas de medición (macromedidor) en la tubería de salida de los tanques 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 4.13 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:

- 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.
- 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.
- 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.

Si se desea conocer el volumen de almacenamiento requerido para abastecer a la población actual, tomando en cuenta una población de aproximadamente 3225 habitantes y una dotación de 190 L/pers*día, para con 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 4.21.

Cuadro 4.21. Volumen de almacenamiento requerido para abastecer a la población actual de Santiago.

% de pérdidas	Volumen de regulación (m^3)	Volumen contra incendios (m^3)	Volumen de reserva (m^3)	Volumen seleccionado (m^3)
0	220,59	115,20	122,55	221
20	264,71	115,20	147,06	265

Con respecto a los valores obtenidos en el Cuadro 4.21, el acueducto requiere de un volumen de almacenamiento de 221 - 265 m³ para abastecer a la población actual, considerando un escenario de consumo de 190 L/pers*día, para pérdidas de 0% y 20%. En la actualidad la ASADA cuenta con un total de 211 m³ de almacenamiento, este volumen no le permite cumplir con lo requerido de acuerdo a las condiciones mencionadas anteriormente, además no es suficiente si se considera el crecimiento de la población.

4.4.1.3 Sistema de desinfección

Según el Cuadro 4.19, se muestra el resumen de la evaluación de los sistemas de desinfección que posee el acueducto en los tanques de almacenamiento de acuerdo a la aplicación de la herramienta SERSA, estos sistemas reportaron un riesgo alto. La tecnología aplicada para la desinfección del agua instalado es llamada por la ASADA sistema “cloración con pastillas”, que utiliza 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.
- 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 Santiago

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). Ambos tipos de materiales son recolectados por la municipalidad de Paraíso, sin embargo, a la fecha no existen sistemas de tratamiento separados. Para la atención del servicio de recolección esta municipalidad cuenta con 20 empleados y en el aseo de vías se cuenta con la colaboración de 15 personas (Ledezma, 2009). El servicio de recolección lo realiza la Municipalidad, mientras que el tratamiento se hace en el relleno sanitario los Pinos. El costo por tratamiento es de 8500 colones la tonelada. La municipalidad cuenta con 12 rutas de recolección, dos veces por semana cada una. El proceso de recolección se hace en las aceras en forma manual, no aplica ningún sistema de separación en la fuente y tampoco en los camiones recolectores. En el caso de Santiago, la Municipalidad recolecta los residuos sólidos los días martes y viernes, en el denominado Corte 3 (Ledezma, 2009).

La Municipalidad no cuenta con programas de recolección de residuos valorizables.

En el área de Santiago 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 y grises por 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.

En Santiago en el área sur de la comunidad las aguas residuales grises son entubadas y canalizadas al río cercano a través de una gran propiedad donde se infiltra en época de verano y en época de lluvia escurre hacia el río. En general en la comunidad no se encuentra mucha contaminación por aguas grises, pero si se está contaminando el río con las mismas por su canalización.

A continuación, en la Figura 5.1 se ve una foto de la comunidad sin contaminación con aguas residuales visible.



Figura 5.1. Área urbanizada de Santiago sin aguas grises en calles.

De las visitas realizadas tampoco se encuentran residuos sólidos en la comunidad, se puede decir que esta es una de las comunidades más limpias y con mejor saneamiento del área de Paraíso.

5.1 Recomendaciones

1. En el tema de aguas residuales a pesar de no ser responsabilidad actual de la ASADA es necesario buscar una solución planificada al tema dado que la población de Santiago sigue creciendo. 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 Santiago los lotes cuentan con espacios de terreno interesantes donde instalarse tratamientos económicos evitando la contaminación de fuentes naturales superficiales.
2. 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.
3. 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 la escasez 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.
4. 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. Existen programas de educación ambiental para niños, pero los temas anteriores deben ser impartidos para adultos.
5. Aprovechar el nivel de educación ambiental para incorporar un programa de valorización de residuos sólidos.

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
- 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
- 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>
- 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.

1



7. Apéndices

7.1 Resultado de caracterización de la ASADA

ASADA: Santiago Fecha: Febrero 2015 Responsable de información: Roger Ramírez Sojo

37

ASADA DE SANTIAGO, SANTIAGO, PARAI SO

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	1	0,2
		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	0	0,0
		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		1	0,3
		Brindan campañas a escuelas/colegios	2	1	nunca	poco	bastante		1	0,5
S U B - T O T A L			24	10						8,4
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	2	1,0
		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	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	3	1,0
		Capacidad de Liquidez para el Financiamiento de las inversiones	2	1	no tiene	<50%	>50%		2	1,0
		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						
2.2. COMERCIAL										
Gestión Comercial	2	Cuenta con Micro medición	3	2	no tiene	<50%	>50%	100%	2	1,3
		Cuentan con Macro medición	3	1	no			si	3	1,0
		Conocen mediante registros el porcentaje de agua no contabilizada (Produc. Vrs Fact.)	2	1	No conocen	Si, >40%	Si, <40%		2	1,0
		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	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	fuera de la ASADAS	1	0,3
Catastro de Servicios	2	En que lugar se custodia el respaldo de la información	2	0,5	no	en la ASADA			1	0,3
		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						13,6
TOTAL DE RUBRO			67	30						26,9
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	0	0,0
		Elaboran registros (Aforos) de producción de las fuentes actuales (l/s)	3	2	no			si	3	2,0
Tratamiento del Agua	1	Se encuentran caudales inscritos en el MINAE	3	3	no	por otros	en proceso	ASADA	3	3,0
		Poseen sistema de desinfección	3	4	no			si	3	4,0
Calidad del Agua	2	Según análisis el agua es apta para el consumo humano	3	5	no			si	3	5,0
		La calidad del agua es potable en toda la red	3	5	no	<50%	>50%	100%	2	3,3
		La calidad del agua es potable en todas las fuentes	3	5	no	<50%	>50%	todas	3	5,0
Nivel del Servicio	2	Frecuencia de monitoreo de la calidad (Análisis)	3	3	ninguna	2 al año	4 al año	6 al año	2	2,0
		Se dan interrupciones en el servicio (continuidad del servicio, fugas, roturas, etc)	3	2	6 al año	4 al año	2 al año	ninguna	0	0,0
		Elaboran registros de control y seguimiento de quejas	3	2	no			si	0	0,0
Infraestructura y Condiciones	1	La presión en las redes es adecuada	3	2	no en toda la red	<50%	>50%	100%	2	1,3
		Estudio Técnico de la Infraestructura, que refleje el estado de conservación y capacidad de las partes del sistema	3	5	No tiene	<50% del sistema	>50% del sistema	100%	3	5,0
S U B - T O T A L			36	40						30,7

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	3	2,0
		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	2	2,0
S U B - T O T A L			21	13						8,0
5. GESTIÓN DEL RIESGO										
Plan de emergencia	1	Han analizado emergencias anteriores (derrumbes, deslizamientos, inundaciones)	3	0,3	No	comentadas	identificadas	por escrito	1	0,1
		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	0	0,0
		Conocen las vulnerabilidades del sistema	3	0,5	No	comentadas	identificadas	por escrito	0	0,0
		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	0	0,0
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	0	0,0
		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	2	0,3
Mapeo y Relación de Actores Involucrados	1	Cuentan con stock mínimo de repuestos de operación	3	0,6	no	incompleto	completo	detallado	2	0,4
		Disponen de un listado de proveedores	3	0,3	no	incompleto	completo	detallado	2	0,2
		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	2	0,2
		Los funcionarios conocen sus roles de responsabilidad en caso de emergencia	3	0,3	no	incompleto	completo	detallado	2	0,2
S U B - T O T A L			45	7						1,6
T O T A L			193	100						75,6

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

40

ASADA DE SANTIAGO, SANTIAGO, PARAISO

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

7.4 FORMATO PARA EL REGISTRO DE MEDICIONES DE CLORO RESIDUAL

Registro de mediciones de Cloro residual					
ASADA					
Punto de Muestreo	Fecha	Hora	Cl residual (mg/L)	Firma responsable	Visto bueno

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 nacimiento 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**

44

ASADA DE SANTIAGO, SANTIAGO, PARAISO

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								
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:	Fotografía							
<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 ()							

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		

