



CIPA

centro de investigación
en protección ambiental

TEC | Tecnológico
de Costa Rica

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA ASADA DE SAN ISIDRO, SAN ISIDRO, EL GUARCO 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 SAN ISIDRO, SAN ISIDRO, EL GUARCO, 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° A005

Noviembre, 2016

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

Evaluación de la gestión de la ASADA de San Isidro, San Isidro, El Guarco, desde una perspectiva del uso sostenible del recurso hídrico.

Número de páginas: 46

ISBN: 978-9968-641-55-5
978-9968-641-54-8 PDF

Serie de documentos de divulgación ambiental N° A005

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

Para citar el documento:

Gaviria-Montoya, L; Pino-Gomez, M; Soto-Córdoba, S. (2016). EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA ASADA DE SAN ISIDRO, SAN ISIDRO, EL GUARCO, 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. Gerardo Cerdas Montoya, la Sra. Eyda Brenes Granados, Sr. Adonay Chacón Alvarado y Sra. Ivannia Romero Barahona, funcionarios de la ASADA de San Isidro de El Guarco.

Reseña de los autores

Lilliana Gaviria Montoya

Profesora –Investigadora del Centro de Investigación en Protección Ambiental.

Ingeniera Química, Especialista en Ingeniería Sanitaria.

Profesora Catedrática del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

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

Macario Pino Gómez

Profesor-Investigador del Centro de Investigación en Protección Ambiental.

Ingeniero Sanitario, Universidad de Antioquia, Colombia.

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

Evaluador de proyectos de Fundecooperación Costa Rica.

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

Silvia Soto Córdoba

Profesora-Investigadora del Centro de Investigación en Protección Ambiental.

Dra. Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción, Chile.

Profesora Catedrática del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

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

Índice

1. Introducción	7
2. Descripción General de la zona en estudio.....	8
3. Esquema del acueducto.....	9
4. Gestión del Agua Potable en la ASADA de San Isidro.....	9
4.1 Metodología.....	9
4.2 Características y evaluación de los factores de riesgo de los componentes del acueducto	11
4.2.1 Captaciones tipo superficiales.....	11
4.2.2 Captaciones tipo naciente	15
4.2.3 Tanques de almacenamiento	19
4.2.4 Sistemas de desinfección.....	23
4.2.5 Resumen de riesgos de cada uno de los componentes del acueducto	24
4.2.6 Mapa de riesgos	25
4.3 Caracterización de la gestión de la ASADA.....	26
4.4 Propuestas de Mejora	27
4.4.1 Factores de riesgo SERSA.....	27
5. Aguas Residuales y Residuos Sólidos en la comunidad de San Isidro del Tejar	31
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
7.3 Formato para el registro de los aforos	40
7.4 Formato para el registro de mediciones de cloro residual	41
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.....	10
Cuadro 4.2. Ficha de campo SERSA captación superficial Casa Blanca N°2.	12
Cuadro 4.3. Ficha de campo SERSA captación superficial Lobo N°1 (antigua).	13
Cuadro 4.4. Ficha de campo SERSA captación superficial Lobo N°2.....	14
Cuadro 4.5. Ficha de campo SERSA captación superficial Lobo N°1 (nueva).	15
Cuadro 4.6. Ficha de campo SERSA naciente Casa Blanca N°1.....	16
Cuadro 4.7. Ficha de campo SERSA naciente El Gringo.....	17
Cuadro 4.8. Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para las captaciones tipo superficiales.	18
Cuadro 4.9. Factores críticos de la evaluación del riesgo SERSA para las captaciones tipo naciente.....	18
Cuadro 4.10. Resumen de riesgo SERSA para las captaciones de la ASADA de San Isidro.	19
Cuadro 4.11. Ficha de campo SERSA tanque de reunión.	20
Cuadro 4.12. Ficha de campo SERSA tanque de almacenamiento.	21
Cuadro 4.13. Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para tanques de almacenamiento.	22
Cuadro 4.14. Resumen de riesgo SERSA para los tanques de la ASADA de San Isidro.	22
Cuadro 4.15. Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque de almacenamiento.	23
Cuadro 4.16. Resumen de los riesgos identificados en las estructuras con las guías de inspección sanitaria del SERSA.	24

Índice de figuras

Figura 2.1. Mapa de ubicación, ASADA San Isidro.	8
Figura 3.1. Esquema del acueducto de San Isidro.....	9
Figura 4.1. Mapa de riesgos SERSA identificados en el acueducto de San Isidro.	25
Figura 4.2. Comparación de los diferentes tipos de gestión evaluados en la ASADA, con respecto al valor óptimo.	26
Figura 5.1. Programa de recolección de residuos sólidos Municipalidad de El Guarco.....	32
Figura 5.2. Programa de recolección de residuos sólidos valorizables Municipalidad de El Guarco.	32
Figura 5.3. Mezcla de aguas pluviales con aguas grises contaminadas vertidas....	33
Figura 5.4. Mezcla de aguas residuales grises con agua pluvial, comunidad de San Isidro del Guarco.....	34
Figura 5.5. Ribera de río sin cobertura boscosa mínima de ley.	34

1. Introducción

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

El acueducto de San Isidro se ubica de acuerdo a la división territorial de Costa Rica en la provincia de Cartago (N°3), cantón El Guarco (N°08), distrito San Isidro (N°2), como se muestra en la Figura 2.1. **Abastece a 567 abonados con una población de alrededor 2500 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.

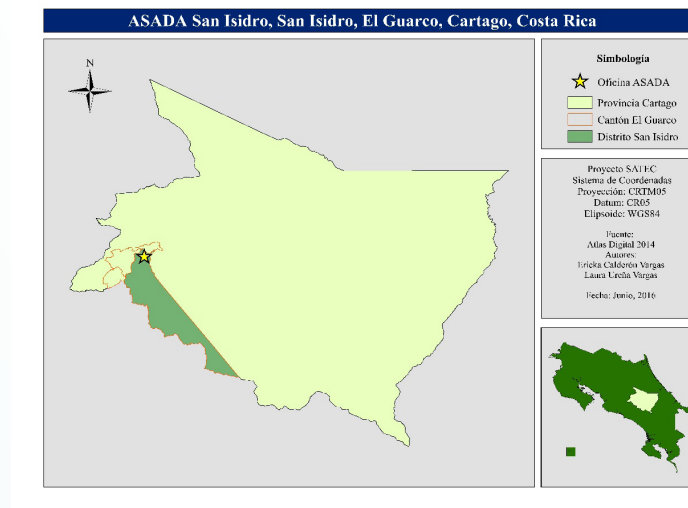


Figura 2.1. Mapa de ubicación, ASADA San Isidro.

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 aguas superficiales y nacientes, las cuales se cloran al llegar al tanque de almacenamiento, para su desinfección se utiliza la técnica de “erosión por pastillas”. El sistema de este acueducto está compuesto por tres captaciones tipo superficial, dos tipo naciente, un tanque de reunión, línea de conducción, dos quiebragradienes, un sistema de tratamiento (tanque estabilizador y filtro grueso ascendente), un tanque de almacenamiento, un sistema de desinfección y red de distribución; en la Figura 3.1 se muestra un esquema de la distribución general de los componentes mencionados. Por otra parte, la ASADA de San Isidro cuenta con una cobertura de micro medición del 100%.

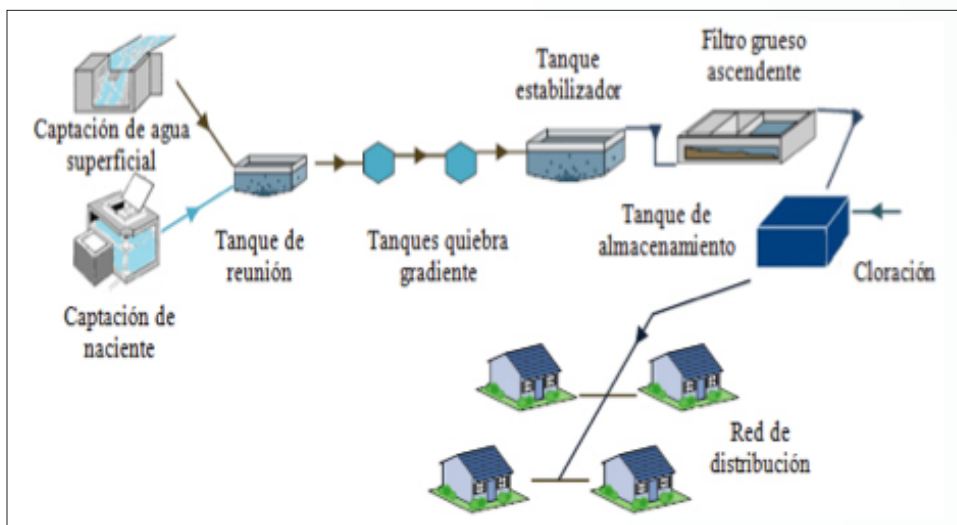


Figura 3.1. Esquema del acueducto de San Isidro.

4. Gestión del Agua Potable en la ASADA de San Isidro

4.1 Metodología

La gestión del agua potable de cada ASADA se determinó aplicando diversos instrumentos nacionales y el criterio de experto. Para tal fin, se realizaron reuniones y visitas de campo con el personal administrativo y operativo de la ASADA de Higuito.

El objetivo de estas visitas fue verificar el estado de todos los componentes del sistema: fuentes de abastecimiento, quiebra gradientes, tanques de almacenamiento y sistemas de desinfección. Además, se tomaron puntos con 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 “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 la administradora 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 superficiales

Captación Casa Blanca N°2

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,953732, Latitud: 9,806831, tiene una altitud aproximada de 1613,70 msnm. La captación se encuentra dentro de propiedad privada, por lo cual la ASADA no tiene las facilidades para colocar cercas o mallas de protección. La estructura de captación está constituida por un embalse perpendicular al flujo de la quebrada y no se cuenta con rejillas para la captación, en lugar de estas se emplea un lecho de piedra, recubierto con sarán y malla, que funciona como filtro para evitar la entrada de hojas, ramas, animales y otras partículas, por el tubo de 4 pulgadas que hace la función de captar el agua y conectarse con la línea de conducción. La limpieza de la captación se realiza semanalmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se efectúa con mayor frecuencia. De acuerdo a los reportes de aforos disponibles en la ASADA, el caudal promedio captado para esta fuente durante el **2014 fue de 5,27 L/s y de 6,39 L/s para el año 2015**. Los aforos se realizan con una frecuencia mensual.

Durante la visita de campo realizada a la captación Casa Blanca 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 4.2.

Cuadro 4.2. Ficha de campo SERSA captación superficial Casa Blanca N°2.

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 13/09/2014)				
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua superficial			SÍ	NO
1.	¿Está la captación fuera de un área protegida o zona de conservación?	X		
2.	¿Está la toma de agua desprovista de infraestructura que la proteja?			X
3.	¿Está el área alrededor de la toma sin cerca o malla de protección? (crítica)	X		
4.	¿Existe actividad agrícola, ganadera, industrial o desarrollo habitacional, que descarguen sus residuos aguas arriba de la captación de agua? (crítica)			X
5.	¿Existe alguna otra fuente de contaminación alrededor de la toma (tanques sépticos, animales, viviendas, basura o actividad industrial)? (crítica)	X		
6.	¿Tienen las personas y animales acceso a la captación del río? (crítica)	X		
7.	¿Están las rejillas de la toma en malas condiciones (ausentes, quebradas y otros)?	X		
8.	¿Se encuentran plantas (raíces, hojas y otros) obstruyendo las rejillas de la toma?	X		
9.	¿Existen condiciones de deforestación y erosión en los alrededores de la toma?			X
10.	¿Está ausente el desarenador después de la toma de agua?	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	

Lobo N°1 (antigua)

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,9570, Latitud: 9,808251, con una altitud aproximada de 1598,65 msnm. Se encuentra dentro de una propiedad privada, por lo cual la ASADA no dispone de las facilidades para instalar sistemas de protección. La estructura de captación se ubica aguas arriba de la captación Lobo N°2 y está constituida por un embalse, no cuenta con rejilla para la captación, empleándose un tubo de PVC con agujeros, recubierto con sarán para captar el agua y evitar la entrada de sólidos a la tubería. La limpieza de la captación se realiza semanalmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se realiza con mayor frecuencia. A partir de los reportes facilitados por la ASADA de los aforos mensuales realizados durante el 2014 y 2015, los caudales promedios captados fueron de **5,90 L/s y 7,55 L/s** respectivamente.

Durante la visita de campo realizada a la captación Lobo N°1 (antigua) 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 captación superficial Lobo N°1 (antigua).

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 13/09/2014)

Identificación de factores de riesgo en la toma de agua superficial	SÍ	NO
1. ¿Está la captación fuera de un área protegida o zona de conservación?	X	
2. ¿Está la toma de agua desprovista de infraestructura que la proteja?		X
3. ¿Está el área alrededor de la toma sin cerca o malla de protección? (crítica)	X	
4. ¿Existe actividad agrícola, ganadera, industrial o desarrollo habitacional, que descarguen sus residuos aguas arriba de la captación de agua? (crítica)		X
5. ¿Existe alguna otra fuente de contaminación alrededor de la toma (tanques sépticos, animales, viviendas, basura o actividad industrial)? (crítica)	X	
6. ¿Tienen las personas y animales acceso a la captación del río? (crítica)	X	
7. ¿Están las rejillas de la toma en malas condiciones (ausentes, quebradas y otros)?	X	
8. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas y otros) obstruyendo las rejillas de la toma?	X	
9. ¿Existen condiciones de deforestación y erosión en los alrededores de la toma?		X
10. ¿Está ausente el desarenador después de la toma de agua?	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	

Lobo N°2

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,957015, Latitud: 9,808252, con una altitud aproximada de 1598,65 msnm. Esta captación se localiza aguas abajo de la toma Lobo N°1 (antigua), presenta la misma problemática de no poder colocar la cerca de protección, por estar las dos captaciones en la misma propiedad privada. La estructura recibe el agua sobrante de la captación Lobo N°1 (antigua), para realizar la captación se emplea una estructura de concreto que forma un embalse ubicado perpendicularmente al flujo, no cuenta con la rejilla de captación. En la parte inferior del embalse se localiza un tubo de PVC el cual sirve para captar el agua, este tubo no tiene una barrera directa que evite la entrada de sólidos y otros materiales a la tubería de conducción, sin embargo, el fontanero coloca un trozo de malla o sarán sobre el sector donde se ubica el tubo, y lo sujeta con dos piedras grandes, con el objetivo de obstaculizar la entrada de material de mayor tamaño. La limpieza de la captación se realiza semanalmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se efectúa con mayor frecuencia. En esta captación se reporta un caudal promedio captado para el 2014 de 3,14 L/s y de 5,04 L/s para el año 2015, de acuerdo a información suministrada por la ASADA.

Durante la visita de campo realizada a la captación Lobo 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 4.4.

Cuadro 4.4. Ficha de campo SERSA captación superficial Lobo N°2.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 13/09/2014)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua superficial	SÍ	NO
1. ¿Está la captación fuera de un área protegida o zona de conservación?	X	
2. ¿Está la toma de agua desprovista de infraestructura que la proteja?		X
3. ¿Está el área alrededor de la toma sin cerca o malla de protección? (crítica)	X	
4. ¿Existe actividad agrícola, ganadera, industrial o desarrollo habitacional, que descarguen sus residuos aguas arriba de la captación de agua? (crítica)		X
5. ¿Existe alguna otra fuente de contaminación alrededor de la toma (tanques sépticos, animales, viviendas, basura o actividad industrial)? (crítica)	X	
6. ¿Tienen las personas y animales acceso a la captación del río? (crítica)	X	
7. ¿Están las rejillas de la toma en malas condiciones (ausentes, quebradas y otros)?	X	
8. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas y otros) obstruyendo las rejillas de la toma?	X	
9. ¿Existen condiciones de deforestación y erosión en los alrededores de la toma?		X
10. ¿Está ausente el desarenador después de la toma de agua?	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	

Lobo N°1 (nueva)

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,956933, Latitud: 9,808407, con una altitud aproximada de 1609,09 msnm. Esta captación fue construida en el 2015 y se localiza aguas abajo de la toma Lobo N°2, por lo cual presenta la misma problemática de no poder colocar la cerca de protección a la estructura de captación, al encontrarse en la misma propiedad privada. Al igual que la captación Lobo N°2, recibe el agua que no es captada aguas arriba, para realizar la captación se emplea una estructura de concreto con rejilla que forma un embalse ubicado perpendicularmente al flujo, además el fontanero coloca un cedazo sobre las rejillas para evitar la entrada de material de mayor tamaño, como hojas, ramas, piedras y animales, entre otros. En estos sistemas de captación de agua superficial se debe destacar la ausencia de un desarenador después de la toma. La limpieza de la captación se realiza semanalmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se efectúa con mayor frecuencia. En esta captación se reporta un caudal promedio captado de **14,44 L/s para el año 2015**, de acuerdo a los reportes de la ASADA.

Durante la visita de campo realizada a la captación Lobo N°1 (nueva) 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 captación superficial Lobo N°1 (nueva).

Fotografías



Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 13/09/2014)

Identificación de factores de riesgo en la toma de agua superficial	SÍ	NO
1. ¿Está la captación fuera de un área protegida o zona de conservación?	X	
2. ¿Está la toma de agua desprovista de infraestructura que la proteja?		X
3. ¿Está el área alrededor de la toma sin cerca o malla de protección? (crítica)	X	
4. ¿Existe actividad agrícola, ganadera, industrial o desarrollo habitacional, que descarguen sus residuos aguas arriba de la captación de agua? (crítica)		X
5. ¿Existe alguna otra fuente de contaminación alrededor de la toma (tanques sépticos, animales, viviendas, basura o actividad industrial)? (crítica)	X	
6. ¿Tienen las personas y animales acceso a la captación del río? (crítica)	X	
7. ¿Están las rejillas de la toma en malas condiciones (ausentes, quebradas y otros)?		X
8. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas y otros) obstruyendo las rejillas de la toma?		X
9. ¿Existen condiciones de deforestación y erosión en los alrededores de la toma?		X
10. ¿Está ausente el desarenador después de la toma de agua?	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	

4.2.2 Captaciones tipo naciente



Casa Blanca N°1

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,953452, Latitud: 9,807183, con una altitud aproximada de 1616,87 msnm. La estructura está enterrada y protegida por una cámara de concreto. Esta estructura de captación fue reconstruida en el mes de octubre de 2015 para asegurar la protección del recurso y evitar la contaminación del agua. Presenta una tapa en condiciones sanitarias en la estructura principal de la captación, así como en la caja de registro, ambas con cierre, además de respiraderos que evitan la entrada de contaminantes, sin embargo, la estructura no cuenta con una cerca perimetral para evitar el acceso a animales, personas u otros. Su limpieza se realiza semanalmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se efectúa con mayor frecuencia. Además, según

los registros de aforos brindados por la ASADA, en el año **2014 está naciente presentó un caudal promedio de 0,60 L/s, y para el 2015 reportó 1,10 L/s.**

Durante la visita de campo realizada a la naciente Casa Blanca 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 4.6.

Cuadro 4.6. Ficha de campo SERSA naciente Casa Blanca N°1.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 13/09/2014)		
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")	2	8
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Bajo	

El Gringo

Durante la visita no se pudo tener acceso a dicha naciente, ya que se encuentra en propiedad privada y se pudo obtener el permiso para ingresar. Sin embargo, con información facilitada por la administración del acueducto se completó la evaluación a partir de un estudio encontrado en la oficina, la cual se presenta en el Cuadro 4.7. En la estructura se reportó contaminación en el interior por efecto de material encontrado en la cámara de captación, además cuenta con una tapa de vidrio, lo que permite el acceso al interior, lo anterior unido a la falta de una malla perimetral indica potenciales fuentes de contaminación.

Por otra parte, el agua captada se dirige a un tanque de plástico de 1500 L, en el cual el dueño de la propiedad bombea agua a varias viviendas en los alrededores y la ASADA puede emplear únicamente el caudal sobrante, lo cual afecta el caudal disponible y se generan riesgos de contaminación en estas estructuras, ya que hay una gran cantidad de conexiones de tubos sobre el tanque, además no se presenta la tapa de protección. Por otra parte, según los registros de aforos brindados por la ASADA, en el año **2014 está naciente presentó un caudal promedio disponible para el acueducto de 0,26 L/s, y para el 2015 reportó 1,34 L/s.**

Con la información recopilada para la captación El Gringo se aplicó el formulario SERSA correspondiente, para la evaluación de la infraestructura como se muestra en el Cuadro 4.7.

Cuadro 4.7. Ficha de campo SERSA naciente El Gringo.

Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 13/09/2014)		
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")	8	2
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Muy Alto	

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 4.8 de las 4 captaciones tipo superficial analizadas, lo más crítico es la falta de protección en las captaciones por lo cual se permite un libre acceso de personas y animales a estas estructuras, además de la presencia de fuentes de posible contaminación en el perímetro de protección de las captaciones, como casas en los alrededores y aguas arriba.

Cuadro 4.8. Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para las captaciones tipo superficiales.

Identificación de factores de riesgo en la toma de agua superficial	Número de captaciones con factor positivo
1. ¿Tienen las personas y animales acceso a la captación del río? (crítica)	4
2. ¿Existe alguna otra fuente de contaminación alrededor de la toma (tanques sépticos, animales, viviendas, basura o actividad industrial)? (crítica)	4
3. ¿Está el área alrededor de la toma sin cerca o malla de protección? (crítica)	4
4. ¿Existe actividad agrícola, ganadera, industrial o desarrollo habitacional, que descarguen sus residuos aguas arriba de la captación de agua? (crítica)	0

En el caso de **las 2 captaciones tipo naciente** se aprecia en el Cuadro 4.9 que el 100% de estas estructuras no tienen malla de protección que impida el acceso de personas y animales, y se carece de canales que impidan el ingreso de aguas de escorrentía al interior de la captación, además en el 50% se observaron aguas estancadas alrededor de la captación. Estos riesgos pueden estar afectando la calidad del agua desde la captación.

Cuadro 4.9. Factores 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)	2
2. ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)	2
3. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)	1
4. ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas? (crítica)	0
5. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)	0

Como resultado de la evaluación de las 4 captaciones tipo superficial y las 2 tipo naciente se observó que el 100% de las captaciones tipo superficial presentaron un riesgo alto mientras que las tipo naciente presentaron las siguientes condiciones: Casa Blanca N°1 presentó un riesgo bajo y El Gringo presentó un riesgo muy alto como se muestra en el Cuadro 4.10.

Cuadro 4.10. Resumen de riesgo SERSA para las captaciones de la ASADA de San Isidro.

Nombre de la fuente	Caudal Promedio Captado año (L/s)		Nivel de Riesgo SERSA
	2014	2015	
Captación Casa Blanca N°2	5,27	6,39	Alto
Captación Lobo N°1 (Antigua)	5,90	7,55	Alto
Captación Lobo N°2	3,14	5,04	Alto
Captación Lobo N°1 (Nueva)	-	14,44	Alto
Naciente Casa Blanca N°1	0,60	1,10	Bajo
Naciente El Gringo	0,26	1,34	Muy Alto

El caudal total promedio de las fuentes Casa Blanca N°1 y N°2, Lobo 1 (antigua), Lobo 2 y El Gringo, aforados por la ASADA para el **2014 fue de 15,17 L/s**, mientras que para el año **2015 el caudal promedio captado fue de 21,42 L/s**, de las captaciones Lobo N°1 (nueva) y El Gringo no se tuvieron reportes completos, ya que la primera no entró en funcionamiento hasta el mes de agosto del 2015 y en la segunda no siempre es posible realizar el aforo, por lo cual no se consideró en el valor promedio anual los aforos de la captación Lobo N°1 (nueva) y se empleó solo los datos disponibles para la captación El Gringo.

En resumen, según registros de caudales captados se obtuvieron valores diferentes de un año a otro, es importante anotar que para el año 2015 se incorpora una nueva fuente. Los aforos se están realizando solo de los caudales captados en cada fuente, es decir, no se dispone de registros de la oferta real de cada fuente, con el fin, de poder establecer si estas fuentes están en capacidad de atender la demanda futura de agua requerida por el crecimiento de la población. Con respecto a la medición esta se realiza mediante el método volumétrico.

4.2.3 Tanques de almacenamiento

El acueducto cuenta con un sistema de tratamiento compuesto por un tanque estabilizador y un filtro grueso ascendente, que se localizan antes del tanque de almacenamiento, como se mostró en la Figura 3.1; estos fueron diseñados en el año 1995, de acuerdo a la información del plano de las estructuras. El tanque estabilizador tiene una capacidad de 31,64 m³, y recibe el agua cruda proveniente de las fuentes de abastecimiento, permitiendo la regulación del flujo antes de la entrada al filtro. La filtración cuenta con dos estructuras en paralelo con un volumen aproximado de 14,4 m³ cada una, de acuerdo al plano cada unidad de filtración está compuesta por una estructura de soporte de 35 cm de altura en el fondo, una primera capa de 30 cm de altura con piedra de 50 mm Ø, luego una capa de 30 cm con piedra de 25 mm Ø, seguido de una capa de 75 cm con piedra de 9,5 mm Ø y una última capa de 75 cm de altura con arena gruesa de 2 a 6 mm Ø y un nivel estático de agua de 10 cm. De acuerdo a la información brindada por la administración de la ASADA y el fontanero, el lecho del filtro no fue cambiado hasta el año 2015, cuando realizaron un lavado de la piedra y la arena.



Tanque de Reunión El Cubano

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,85686, Latitud: 9,808643, con una altitud aproximada de 1592,58 msnm. Se trata de una estructura de construcción semi-enterrada, en concreto, donde se mezcla el agua proveniente de todas las captaciones. Su limpieza se realiza mensualmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se efectúa con mayor frecuencia. Este tanque no

cuenta con sistemas de aforos tanto a la entrada como a la salida que permitan medir los caudales que entran y salen de la línea de conducción hacia el tanque de almacenamiento.

Durante la visita de campo realizada al tanque de reunión 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 tanque de reunión.


Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 13/09/2014)		
Identificación de factores de riesgo en un tanque	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")	6	5
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Alto	

Tanque de almacenamiento

Se ubica en las coordenadas geográficas Longitud: -83,953649 Latitud: 9,829517, con una altitud aproximada de 1436,21 msnm. Se trata de una estructura cuya construcción es semi-enterrada, en concreto, tiene un **volumen de 149 m³** y almacena el agua proveniente del tanque estabilizador y filtro grueso ascendente. Su limpieza se realiza mensualmente por parte del fontanero y en caso de ser necesario se efectúa con mayor frecuencia. A la entrada del tanque no se cuenta con un sistema de aforo que permita medir el caudal de entrada, la misma situación se presenta en la salida a la red de distribución.

En la visita de campo realizada al tanque de almacenamiento 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 tanque de almacenamiento.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 13/09/2014)		
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")	4	7
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 4.13 de los 2 tanques analizados lo más crítico es la existencia de posibles fuentes de contaminación alrededor de los tanques y la presencia de grietas en las estructuras.

Cuadro 4.13. Puntos críticos de la evaluación del riesgo SERSA para tanques de almacenamiento.

Identificación de factores de riesgo en el tanque de almacenamiento	N° tanques con factor positivo
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (crítica)	2
2. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (crítica)	2
3. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (crítica)	1
4. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construidas en condiciones no sanitarias? (crítica)	0
5. ¿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 obtuvo un riesgo intermedio, para el tanque de almacenamiento y para el tanque de reunión se presentó un riesgo alto, como se muestra en el Cuadro 4.14.

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

Nombre del Tanque	Material de construcción del Tanque	Volumen (m ³)	Nivel de Riesgo SERSA
Tanque de Almacenamiento	Concreto	149	Intermedio
Tanque de Reunión	Concreto	N.R.	Alto

N.R.: valor no reportado

Los 2 tanques son de concreto solo uno funciona como almacenamiento y tiene una **capacidad total de almacenamiento de 149,0 m³** para atender la demanda de la población actual. Según el esquema del acueducto Figura 3.1, el caudal captado en las seis estructuras de captación, llegan al tanque de reunión. Importante destacar que se tienen, dos capacidades tipo naciente y 4 tipo superficiales, esta situación genera aguas con turbiedades altas en épocas de lluvias por encima de la norma, además se están clorando estas aguas con presencia de sólidos.

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.



4.2.4 Sistemas de desinfección

Cloración en el Tanque de Almacenamiento

Se trata de un sistema comprado por la ASADA que consiste en un tubo de PVC que contiene otro tubo con agujeros, el cual sirve como depósito de las pastillas de hipoclorito de calcio al 70% de contenido de cloro. Al interior del tubo llega agua, sin previo tratamiento, que disuelve por contacto las pastillas, generándose una disolución de la cual se desconoce el caudal aplicado y concentración de la solución de cloro. La solución de cloro se inyecta al tanque de almacenamiento, además el tanque se mantiene con un rebalse constante de acuerdo a la experiencia del fontanero, lo cual genera un desperdicio continuo de agua clorada.

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

Cuadro 4.15. Ficha de campo SERSA sistema de cloración en el tanque de almacenamiento.

Fotografías		
		
Diagnóstico de la Infraestructura		
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 del riesgo SERSA se analizaron los puntos críticos que se destacan en el mismo:

- Se carece de una zona/caseta debidamente acondicionada para la preparación y aplicación del cloro
- Se carece de una bitácora de la dosificación del cloro
- El operario carece de la capacitación necesaria para la preparación y aplicación de la cloración
- Se carece de equipo de protección
- Se carece de registros de la concentración de la solución de cloro aplicada y del caudal
- Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)
- No se dispone de información sobre la curva de demanda de cloro del agua que llega al tanque.

Como resultado de la evaluación del sistema de cloración presente en el tanque de almacenamiento, se concluye que el sistema utilizado para la desinfección del agua se encuentra en riesgo alto.

4.2.5 Resumen de riesgos de cada uno de los componentes del acueducto

Según Cuadro 4.16, en este acueducto las estructuras que presentaron un mayor número de factores de riesgo fueron las captaciones una tipo naciente (El Gringo con un riesgo muy alto) las cuatro captaciones tipo superficial con un riesgo alto. El tanque de reunión y la cloración con un riesgo alto. Importante destacar que las estructuras de captación y la cloración se ubican al principio y al final de un acueducto lo cual nos concluye que este acueducto no garantiza un suministro de agua potable a la comunidad de forma permanente y constante. 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 4.16. 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
Captación Casa Blanca N°2	Alto	7
Captación Lobo N°1 (Antigua)	Alto	7
Captación Lobo N°2	Alto	7
Captación Lobo N°1 (nueva)	Alto	5
Naciente Casa Blanca N°1	Bajo	2
Naciente El Gringo	Muy Alto	8
Tanque de Almacenamiento	Intermedio	4
Tanque de Reunión	Alto	6
Sistema de cloración	Alto	6

4.2.6 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 evaluados del acueducto, en la Figura 4.1 se localizan las unidades del acueducto y se identifican los riesgos de acuerdo al color correspondiente, además se ubican las zonas de protección o retiro que se deben dejar libres en las fuentes naturales como quebradas y ríos. Las áreas de protección se establecieron de acuerdo a la Ley de Aguas N°276 (1942), con 200 m de radio en captaciones de nacientes permanentes y la Ley Forestal (1996), en el caso de los márgenes de ríos y quebradas, una franja de 15 m medidos horizontalmente a cada lado de la rivera en zonas rurales y 10 m en zonas urbanas.

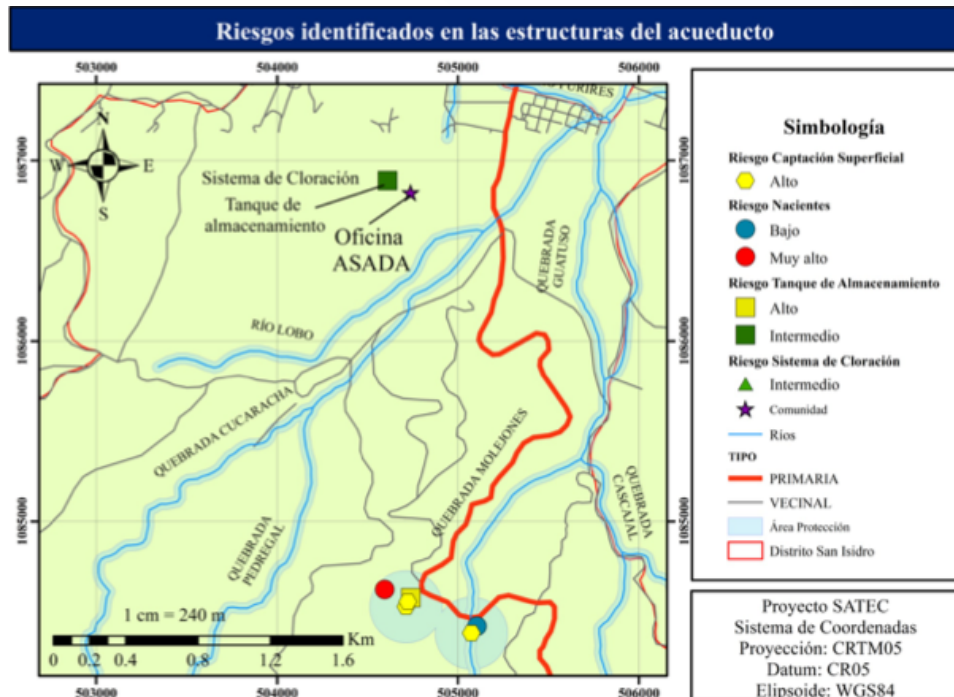


Figura 4.1. Mapa de riesgos SERSA identificados en el acueducto de San Isidro.
 Elaborado a partir del Atlas Digital (Tecnológico de Costa Rica, 2014)

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 65,4 como se muestra en el **Apéndice 1**. En Figura 4.2 se observa un resumen de los resultados obtenidos en cada una de las unidades de gestión de la herramienta.

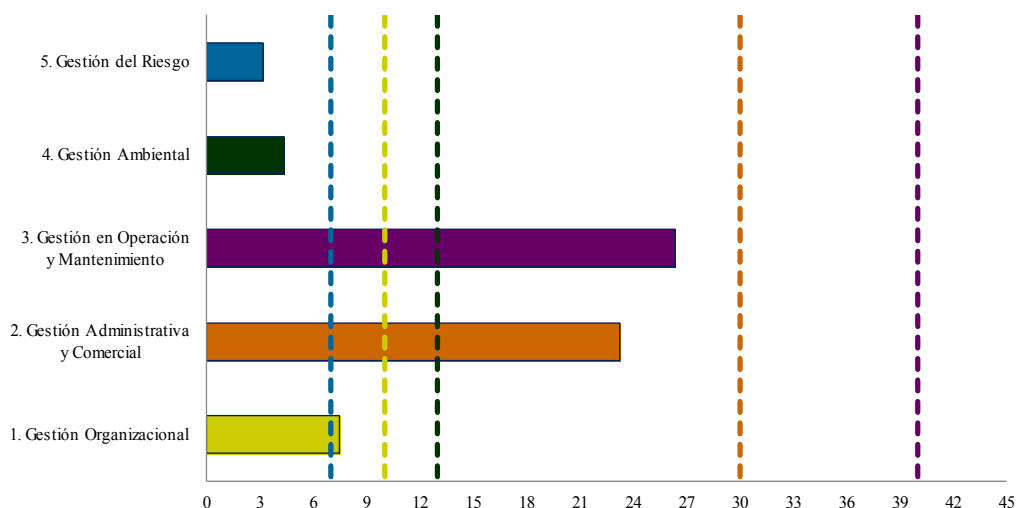


Figura 4.2. Comparación de los diferentes tipos de gestión evaluados en la ASADA, con respecto al valor óptimo.

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 78% con respecto a valor óptimo. Entre los factores que afectan el desarrollo adecuado de esta gestión se destacan los siguientes:

- El fontanero no cuenta con un grado académico técnico
- No remiten los estados financieros al ICAA
- No cuentan con capacidad de liquidez para el financiamiento de inversiones
- No cuentan con macromedición
- Se desconoce el porcentaje de agua no contabilizada
- Registran morosidad mensual con un porcentaje menor al 10%

La gestión organizacional de la ASADA se encuentra en segundo lugar con un 74% alcanzado en relación al valor óptimo establecido; siendo las siguientes actividades las que permitirían obtener un mejor desempeño tanto en gestión comunal como social:

- Organización de actividades para incorporar nuevos socios
- 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 66% 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.

En cuanto a la gestión de riesgo y gestión ambiental se reportó un 45% y 33%, 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 4.10 las 2 captaciones tipo naciente y las 4 captaciones tipo superficial son el recurso hídrico con que cuenta la ASADA para darle el abastecimiento de agua a la comunidad de San Isidro. El resultado obtenido fue que el 67% de las captaciones presentaron un riesgo alto mientras que el 17% poseen un riesgo bajo y el otro 16% un riesgo muy alto.

4.4.1 Factores de riesgo SERSA

4.4.1.1 Sistemas de captación

Tipo superficial

De la evaluación de riesgo del instrumento SERSA en el Cuadro 4.8 se presentan los factores de riesgo críticos con mayor incidencia presentados en las captaciones superficiales, para los cuales se recomiendan las siguientes acciones para disminuir el riesgo de 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.
- Mantener una vigilancia permanente a las actividades (agrícolas, ganadería y/o industriales) aguas arriba de las captaciones.

Tipo naciente

De acuerdo a la aplicación del instrumento SERSA, en el Cuadro 4.9 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 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 2 tanques con que cuenta la ASADA donde solo uno funciona como almacenamiento del agua, este obtuvo un riesgo intermedio mientras que el tanque de reunión presentó un riesgo alto, en el Cuadro 4.13 y el Cuadro 4.14, se observa la valoración de los factores de riesgo de estas dos estructuras.

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 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, quiebragradiantes y otras estructuras desde las captaciones hasta el tanque de reunión y de este 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.

Dada la mezcla de aguas superficiales y de nacientes que se da en el tanque de reunión se generan aguas con turbiedad alta en épocas de lluvias, el flujo continúa hacia el sistema de tratamiento, para luego ingresar el agua al tanque de almacenamiento con turbiedades por encima de la norma, situación que no permite se realice la cloración mientras el agua tenga valores por encima de 5 unidades nefelométricas de turbiedad, por lo anterior se debe suspender la cloración o retirar el ingreso del agua al tanque y esperar que la turbiedad cumpla con la norma.

En la revisión de los tanques no se observaron dispositivos o mecanismos para el cierre del ingreso del agua en especial en el tanque de almacenamiento cuando este llegue a su máxima capacidad (boyas para el control del rebalse) que eviten el desperdicio de agua clorada dado que la cloración es continua. 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 4.13 se presentan los factores críticos con mayor incidencia de los 2 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 acciones para solucionar el problema de grietas y fugas 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.
- 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.

De acuerdo a los reportes de facturación (micromedición mensual) facilitados por la ASADA, se reportó un consumo promedio de 5,2 L/s para el año 2015. Con la capacidad de almacenamiento actual de 149 m³, el acueducto puede abastecer a la población por aproximadamente 10 horas, en el Cuadro 4.17 se establece el volumen del tanque requerido para el caudal del consumo promedio del año 2015.

Cuadro 4.17. Volumen de almacenamiento requerido para abastecer a la población actual de San Isidro de El Guarco.

% de pérdidas	Volumen de regulación (m ³)	Volumen contra incendios (m ³)	Volumen de reserva (m ³)	Volumen seleccionado (m ³)
0	142,56	144,00	79,20	144,00
20	171,07	144,00	95,04	171,07

Con respecto a los valores obtenidos en el Cuadro 4.17, el acueducto cuenta con un volumen de almacenamiento suficiente para abastecer a la población actual, sin embargo, si se considera un aumento en las pérdidas el volumen disponible no es suficiente para abastecer a la población al considerar el volumen de regulación.

4.4.1.3 Sistema de desinfección

Según el Cuadro 4.15, se muestra la evaluación del único sistema de desinfección que posee el acueducto en el tanque de almacenamiento de acuerdo a la aplicación de la herramienta SERSA, este sistema reportó un riesgo alto. La tecnología aplicada para la desinfección del agua, es llamada por la ASADA sistema “cloración con pastillas”, dicho sistema fue recientemente adquirido por la ASADA, que utiliza tabletas de 8 cm de diámetro de hipoclorito de calcio de lenta disolución, con un grado de pureza del 70%; 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.

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

A partir de la información de los caudales promedios captados para los años 2014 de 15,17 L/s y para el año 2015 de 21,42 L/s, para una población de 2500 habitantes los valores de dotación disponible son los siguientes: 514 L/hab-día para el año 2014 y para el año 2015 de 740 L/hab-día. Según la Norma de diseño de proyectos de abastecimiento de agua potable (ICAA, 2001), se establece las dotaciones según tipo de población: para el caso de la ASADA de San Isidro clasificada como urbana se tiene una dotación de 250–300L/habitante-día. Por lo anterior el caudal requerido para la comunidad de San Isidro para el año 2016, asumiendo una población de 2500 habitantes y una dotación de 250 L/habitante-día es de 7,23 L/s, se asumen unas pérdidas del 30% el caudal sería de 9,40 L/s. A partir de este dato la comunidad de San Isidro según los valores de caudales aforados en fuentes en el año 2014 y 2015 se tuvieron excesos de oferta de agua del orden de 38% y 56% respectivamente, recurso que se pierde en los rebases de los tanques, en tuberías de conducción, distribución, mal uso del agua por los usuarios, entre otras. Por lo anterior la ASADA debe realizar acciones, con el fin de localizar donde se está dando el desperdicio de agua. Importante destacar que según información de los fontaneros en épocas de verano se han tenido que hacer racionamientos de agua a la comunidad.

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 los 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 cumple con los caudales captados en comparación con los valores concesionados.

5 Aguas Residuales y Residuos Sólidos en la comunidad de San Isidro del Tejar

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 y el manejo de los residuos sólidos.

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, limpieza de la vivienda.

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 del El Guarco, sin embargo, a la fecha no existen sistemas de tratamiento separados. La frecuencia de recolección es de dos veces por semana. Los materiales son enviados al relleno sanitario las Cónccavas propiedad de WPP. La Municipalidad cuenta con programas de recolección de residuos valorizables en el parque principal del Tejar cada 15 días donde la comunidad lleva sus residuos valorizables (Municipalidad de El Guarco, 2016b).

En el área de San Isidro, 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.

También se encontró que las aguas grises son recolectadas por los sistemas destinados a la recolección de las aguas pluviales, las cuales a su vez van a ser vertidas en 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 incrementa 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.

En el caso de los residuos sólidos la encuesta realizada en el sitio muestra que la comunidad prácticamente no participa de las campañas de reciclaje que maneja la municipalidad del El Guarco. Aunque más de la mitad de las personas encuestadas parece conocer cuáles son los materiales que podrían recuperarse, citándose principalmente la recuperación de plástico.

Las rutas de recolección de la Municipalidad del Guarco se muestran en la Figura 5.1, en esta zona el camión recolector llega a muchos puntos y la recolección efectiva, sin embargo, se siguen observando algunas zonas con desechos tirados en la calle, las aceras y los ríos.



Figura 5.1. Programa de recolección de residuos sólidos Municipalidad de El Guarco. Fuente : (Municipalidad de El Guarco, 2016a)

Por su parte, las campañas de recolección de materiales valorizables ser realizan cada quince días, en el parque de Tejar se recolectan los materiales que los vecinos lleven para su recuperación. En la siguiente figura se muestra la publicidad respectiva. Figura 5.2.



Figura 5.2. Programa de recolección de residuos sólidos valorizables Municipalidad de El Guarco. Fuente : (Municipalidad de El Guarco, 2016a)

La inspección visual en el sitio mostró gran cantidad de materiales tirados en las alcantarillas, aceras, quebradas y a las orillas de lotes baldíos.

Es necesario recalcar también varias características del Cantón en dicho tema:

El sistema fluvial del cantón de El Guarco, corresponde a las vertientes del Caribe y del Pacífico.

A la primera, que corresponde a la subvertiente Caribe, pertenece la cuenca del río Reventazón Parismina, la cual es drenada por el río Macho con sus afluentes el río Damita y las quebradas Guayabillos, Bejuco y Perica; lo mismo que por el río Estrella y sus tributarios el río Empalme y las quebradas Palmital, Chiflón, Cangreja y Yugo; así como por el río Purires al que se le unen los ríos Lobo y Coris; los ríos Purires y Reventado dan origen al río Aguacaliente; otro río que irriga el área es el Humo y las quebradas Ojo de Agua y Palanca. Estos cursos de agua, excepto el río Humo, nacen en la región, los cuales presentan un rumbo de suroeste a noreste y de noroeste a sureste. Los ríos Aguacaliente y Purires son límites con el cantón de Cartago.

A la vertiente del Pacífico, pertenece la cuenca del río Pirrís, la cual es drenada por el río San Cristóbal Norte y las quebradas Patio de Agua, Común y Caragraal. Estos cursos de agua nacen en El Guarco; los cuales presentan un rumbo de noreste a suroeste. El río San Cristóbal Norte y la quebrada Patio de Agua son límites cantonales; el primero con Desamparados de la provincia de San José; y el otro con Cartago. Ríos: Reventado, Reventazón, Palomo, Grande de Orosi, Macho, Tiribí, Chirripó, Tuis y Pejibaye, entre otros (Guías Costa Rica, 2015).

El distrito es atravesado por fuentes superficiales que se visitaron y se detectó que tienen problemas de contaminación por aguas grises, pero también se comprobó visualmente que no tienen protección boscosa. Esas fuentes están siendo contaminadas por aguas residuales grises que se generan en hogares, comercio y actividades agrícolas como lavado de hortalizas o productos varios. También se detectaron algunas descargas de aguas negras a estas fuentes, contaminándolas aún más y aumentando el riesgo para la salud de las personas que habitan en la comunidad. Figuras 5.3 y Figura 5.4.



Figura 5.3. Mezcla de aguas pluviales con aguas grises contaminadas vertidas.



Figura 5.4. Mezcla de aguas residuales grises con agua pluvial, comunidad de San Isidro del Guarco.



Figura 5.5. Ribera de río sin cobertura boscosa mínima de ley.

La cobertura de las riberas de los ríos o franjas de protección en el área de San Isidro no se cumple, por lo que la evaporación del agua es más aguda y podría ser un agravante en el tema del cambio climático dado que disminuye el caudal de las fuentes. Por otro lado, también se aumenta el riesgo de posibles inundaciones que podrían presentarse con mayor facilidad en esas zonas que no tienen protección. Es importante por lo tanto corregir dicha situación, el MINAE es el ente rector en este tema y se apoya en voluntarios que trabajan ad honorem. Figura 5.5.

“Las inundaciones pueden ser eventos en cierta medida controlables por el hombre, dependiendo del uso de la tierra cercana a los cauces de los ríos” (de acuerdo con el criterio utilizado por la CNE). A partir de este mismo criterio de seguridad (sin olvidar el componente ambiental de la protección del recurso hídrico), se crea, en 1996, en la Ley Forestal (Ley No. 7575) la figura de las áreas de protección, así, en su artículo 33 se establece: “Se declaran áreas de protección las siguientes: “...b) Una franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado” (Valdés T, 2010).

5.1 Recomendaciones

1. En el tema de aguas residuales a pesar de no ser responsabilidad actual de la ASADA, es importante que se busquen soluciones conjuntamente con la Municipalidad, MINAE, y los ciudadanos. Dichas soluciones deben estar orientadas a la protección de las riberas de ríos y quebradas para evitar la evaporación, disminuir la contaminación e inundaciones alrededor de dichas fuentes de agua.
2. El tratamiento de las aguas grises puede hacerse con soluciones individuales en lugares más rurales donde hay mayor espacio para la instalación de sistemas de tratamiento, dichas soluciones podrían ser financiadas por los propios hogares, por ejemplo. En el caso de centros de población o lugares más urbanos como es el caso de San Isidro, 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 disminución del recurso hídrico. Debido a que la población está acostumbrada a contar con agua suficiente hasta para el desperdicio, las condiciones de sequía son cada vez más frecuentes y las fuentes podrían escasear por lo que se deben proteger 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 y finalmente en el tema de residuos sólidos.
5. Es recomendable incorporar más participación en las campañas de recuperación de materiales valorizables, una opción podría ser habilitar un día al mes de recolección en la comunidad.
6. Es necesario invertir en más educación ambiental para concientizar a la población que no lance basura a la calle.

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=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

Guías Costa Rica. (2015). Guías Costa Rica. Retrieved from <http://guiascostarica.com/provincia-cartago/>

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.

Valdés T, M. (2010). *Las Áreas de Protección del Artículo 33 de la Ley Forestal - El caso de la quebrada Los Negritos en el sector de Montes de Oca*. Universidad de Costa Rica. Retrieved from http://ijj.ucr.ac.cr/sites/default/files/documentos/t10-las_areas_de_proteccion_del_articulo_33_de_la_ley_forestal_-_el_caso_de_la_quebrada_los_negritos_en_el_sector_de_montes_de_oca.pdf

7 Apéndices

7.1 Resultado de caracterización de la ASADA

ASADA: San Isidro

Fecha: Mayo 2015

Responsable de información:
Eyda Brenes Granados

37

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	0	0,0
		Que porctnje 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		0	0,0
S U B - T O T A L			24	10					7,4	
2. GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y COMERCIAL										
2.1. ADMINISTRACIÓN										
Recurso Humano	2	Cuentan con Administrador	3	1,5	no hav	si hav	Capac. INA	Técnico n	3	1,5
		Cuentan con Fontanero (s)	3	1,5	no hav	si hav	Capac. INA	Técnico	2	1,0
		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 hav	sin actualizar	al día		2	3,0
		Cuentan con Estados Financieros	2	1,5	no hav	sin actualizar	al día		2	1,5
		Remiten Estados Financieros al AyA	3	2	no			si	0	0,0
Financiamiento		Cuentan con un plan de inversión	3	1	no			si	3	1,0
		Capacidad de Liquidez para el Financiamiento de las inversiones	2	1	no tiene	<50%	>50%		0	0,0
		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					11,5	

2.2. COMERCIAL											
Gestión Comercial	2	Cuenta con Micro medición	3	2	no tiene	<50%	>50%	100%	3	2,0	
		Cuentan con Macro medición	3	1	no			si	0	0,0	
		Conocen mediante registros el porcentaje de agua no contabilizada (Produc. Vrs Fact.)	2	1	No conocen	Si, >40%	Si, <40%		0	0,0	
		Aplican las tarifas vigentes ARESEP	3	2,5	no			si	3	2,5	
		Tienen programa de cortas	3	2	no			si	3	2,0	
		Registran morosidad mensual	2	0,5	>10%	<10%	ninguna		1	0,3	
		Se tiene disponibilidad agua para nuevos servicios	3	1	no			si	0	0,0	
		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		3	0,8	
		En que lugar se custodia el respaldo de la información	2	0,5	no	en la ASADA	fuera de la ASADAS		2	0,5	
Catastro de Servicios	2		Cuentan con catastro de servicios	2	1	no	si, desactual.	si, actualizado	2	1,0	
S U B - T O T A L			37	15					12,0		
TOTAL DE RUBRO			67	30					24,2		
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	
		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%	2	3,3	
		La calidad del agua es potable en todas las fuentes	3	5	no	<50%	>50%	todas	1	1,7	
		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	0	0,0	
		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%	0	0,0	
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%	2	3,3
S U B - T O T A L			36	40					26,3		
4. GESTIÓN AMBIENTAL											
Iniciativas de Conservación del Ambiente	1	Es la ASADA vigilante de posibles fuentes de contaminación del ambiente	3	2	no			si	3	2,0	
		Participa en el Programa de Sello de Calidad Sanitaria	3	3	No tiene	Incorporado	En Proceso	Certificado	0	0,0	
		Realiza la ASADA campañas ambientales	3	1	No hay	Anual	Semestral	Mensual	0	0,0	
Iniciativas de conservación del Recurso	1		Tiene la ASADA planes de reforestación u otros de conservación del recurso hídrico	3	1	No hay	comentado	identificado	por escrito	1	0,3
Manejo del Recurso Hídrico	3	Existe un estudio técnico para definir el área de protección de las fuentes	3	2	No tiene	<50% de las fuentes	>50% de las fuentes	todas las fuentes	0	0,0	
		El área de protección de la(s) fuente(s) está(n) demarcada(s)	3	1	No tiene	<50% de las fuentes	>50% de las fuentes	todas las fuentes	0	0,0	
		En el área de la o las fuentes se realiza vigilancia periódica	3	3	no hay	mensual	semanal	diaria	2	2,0	
S U B - T O T A L			21	13					4,3		
5. GESTIÓN DEL RIESGO											
Plan de emergencia	1	Han analizado emergencias anteriores (derrumbes, deslizamientos, inundaciones)	3	0,3	No	comentadas	identificadas	por escrito	0	0,0	
		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	1	0,2	
		El personal está capacitado para atender un protocolo para emergencias	3	0,3	no	pocos	algunos	todos	0	0,0	
		Los componentes del sistema se ubican en zonas vulnerables	3	0,3	todos	casi todos	pocos	ninguno	2	0,2	
Plan de Contingencia	1	Se han identificado fuentes alternativas de abastecimiento	3	0,2	no	incompleto	completo	detallado	1	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	0	0,0	
		Cuentan con un mapa del sistema	3	0,3	no	incompleto	completo	detallado	3	0,3	
			Los funcionarios conocen sus roles de responsabilidad en caso de emergencia	3	0,3	no	incompleto	completo	detallado	1	0,1
S U B - T O T A L			45	7					3,1		
T O T A L			193	100					65,4		

7.2 Guía para la realización de aforos

Aforo Volumétrico

¿Qué es el aforo?

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

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

Materiales necesarios:



Recipiente de volumen conocido, adecuado para el caudal a medir



Cronómetro



Libreta y lápiz

Pasos a seguir en campo:

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

Pasos a seguir en la oficina:

1. Anotar los valores de volumen del recipiente en Litros y los 7 tiempos de llenado en segundos en la ficha

- Para calcular el promedio se debe:



Sumar los 7 valores de tiempo obtenidos



Dividir el resultado de la suma entre 7

- Para calcular el caudal se debe:



Dividir el volumen del recipiente usado entre el promedio

Ejemplo:

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

1. Se anotaron los valores en la ficha de registro
2. Se suman los valores: **16,41 + 17,31 + 17,27 + 16,32 + 16,84 + 17,08 + 16,68 = 117,91 s**
3. Se divide el resultado de la suma entre 7: **117,91 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 SAN ISIDRO, SAN ISIDRO, EL GUARCO

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:						

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**

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					
<p>Fecha: Nombre acueducto:</p> <p>Encargado del acueducto:</p> <p>Teléfono:</p> <p>Nombre del funcionario:</p> <p>Ubicación:</p> <p>Fecha de construcción del acueducto:</p> <p>Fecha de instalación del actual sistema de cloración:</p> <p>Tipo de Sistema de Cloración:</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Gas Cloro ()</td> <td style="width: 50%;">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 ()
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		

