

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE TIERRA Y MAR
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES

**PROPUESTA DE PLAN DE SEGURIDAD DEL AGUA (PSA)
PARA EL ACUEDUCTO MUNICIPAL DE LA COMUNIDAD
DEL CANTÓN DE JIMÉNEZ, CARTAGO, COSTA RICA.**

Proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciatura de Gestión Ambiental con énfasis en
Tecnologías Limpias.

Presentado por postulantes

Roberta Montero Arrieta

Tamara Moreno Ureña

Campus Omar Dengo Heredia, Costa Rica, 2018

Hoja del Tribunal Examinador

El tribunal examinador aprobó la propuesta de Plan de Seguridad del Agua (PSA) para el acueducto municipal de la comunidad del cantón de Jiménez, Cartago, Costa Rica como un requisito parcial para optar al grado de licenciado en Gestión Ambiental con énfasis en Tecnologías Limpias.

TRIBUNAL EXAMINADOR

Nombre

Representante del Decano FCTM: M.Sc. Maria Alvarez Jimenéz.

Nombre

Representante de la Dirección EDECA: M.Sc. Igor Zuñiga Garita.

Nombre

Directora del trabajo: Lic. Alicia Fonseca Sánchez.

Nombre

Lectora del trabajo: Lic. Alicia Gómez Cruz.

Nombre

Lector del trabajo: Dr. Armando Moreira Mata.

Nombre

Postulantes: Roberta Montero Arrieta.
Tamara Moreno Ureña.

Resumen Ejecutivo

Uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos por la ONU (2015), se refiere a garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible, por lo que establece en sus metas lograr el acceso al agua con mejora de su calidad mediante la reducción de sus contaminantes y uso eficiente de los recursos hídricos.

El proyecto consiste en la propuesta de un plan de seguridad del agua (PSA) definido como un instrumento que permite asegurar la calidad e inocuidad del agua de manera que sea apta para consumo humano, esto mediante la identificación y priorización de peligros y eventuales riesgos en los sistemas de abastecimiento y todos sus componentes (OPS, 2006).

Se procedió a aplicar la metodología recomendada por la OMS en su Manual para la Elaboración de Planes de Seguridad del Agua tropicalizando ésta a nuestra realidad como país y como acueducto rural con la metodología APPCC (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) la cual define etapas fundamentales en la identificación de riesgos las cuales el manual no contempla.

Se procedió a realizar un diagnóstico de todo el sistema de abastecimiento de agua para así poder identificar los principales riesgos y elaborar un plan operacional que permita mitigar de forma asertiva su impacto en la calidad del agua y sobre todo en la salud de las personas ya que se brindan aproximadamente 1377 servicios.

Se identificaron los peligros físicos, químicos y biológicos y se priorizaron los riesgos, además de proponer las medidas de control y su respectivo seguimiento tanto a nivel de cuenca, captación, tratamiento, distribución y consumidor. Se encontraron 44 riesgos para Juan Viñas y 50 para La Victoria categorizados desde riesgo bajo hasta alto.

Palabras claves: Plan de Seguridad del Agua, Sistema de abastecimiento de agua potable, análisis de peligros y puntos críticos de control.

Dedicatoria

A mi madre quien ha sido mi motor y guía durante toda mi vida.

A mi hija la cual me motiva día a día a salir adelante y ser una mejor persona.

Roberta Montero Arrieta

A mi mamá, porque ha sido un gran apoyo siempre en mis estudios y sobre todo una amiga y gran consejera

A mi papá, que es mi mayor fan y siempre me ha dado ánimos, además por ayudarme siempre con los diseños gráficos en todos mis trabajos.

A Kevin, por ser incondicional, por llorar conmigo y aguantar mis ataques de estrés, hacerme porras y desvelarse conmigo hasta terminar este proyecto.

Tamara Moreno Ureña

Agradecimientos

A la Municipalidad de Jiménez de Cartago y todo su equipo por darnos todo el apoyo y acompañarnos con la mejor actitud

Al Laboratorio de Hidrología Ambiental de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional, Proyecto SIA 0280-15 denominado “Herramientas para la protección del agua subterránea en la subcuencas Quebrada Honda y Chiz-Maravilla, Cartago, Costa Rica”, por hacernos parte de este proyecto.

A nuestra tutora y nuestra lectora Alicia Fonseca y Alicia Gómez por ayudarnos y sacar de su tiempo para revisar detalladamente el documento.

Al lector Armando Moreira, por aceptar ser parte de este trabajo con la mejor actitud y los mejores consejos.

Tabla de Contenido

Tabla de contenido

CAPITULO I. ASPECTOS INTRODUCTORIOS.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	1
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.4 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Gestión Integral de Recurso Hídrico	5
2.2 Gestión Municipal de Recurso Hídrico	5
2.3 Salud Pública	7
2.4 Sistemas de Abastecimiento	8
2.5 Tecnologías Limpias.....	11
2.6 Plan de Seguridad del Agua	12
3. Marco Normativo	15
CAPITULO III. METODOLOGIA	18
3.1 Tipo de Investigación y Enfoque.....	18
3.2 Objeto de estudio.....	19
3.2.1 Sitio de estudio.....	19
3.3 Procedimiento Metodológico.....	20
3.3.1 Fase I. Diagnóstico del acueducto municipal de Jiménez	21
3.3.2 Fase II. Identificación de peligros, riesgos y determinación de los puntos críticos de control	28
3.3.3 Fase III. Elaboración de un plan operacional de seguridad de agua enfocado en prácticas ambientales, estrategias y de monitoreo.	33
3.4 Técnicas e instrumentos seleccionados para el logro de los objetivos.....	33
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1 Fase I. Diagnóstico del acueducto municipal de Jiménez	35
4.1.1 Equipo de plan de seguridad del agua (PSA)	35
4.1.2 Área Administrativa / Información general del operador.....	36

4.1.3 Gestión Ambiental.....	37
4.1.4 Mantenimiento	37
4.1.5 Diagrama de flujo	39
4.1.6 Comunidades abastecidas por el acueducto.	42
4.1.7 Descripción de infraestructura y componentes del sistema La Victoria	43
4.1.8 Descripción de infraestructura y componentes del sistema Juan Viñas	49
4.1.9 Sistema de Hidrantes.....	55
4.1.10 Desinfección	55
4.1.11 Control de la calidad del agua	56
4.1.12 Percepción social	63
4.2 Fase II. Identificación de peligros, riesgos y determinación de los puntos críticos de control	67
4.3 Identificación de Peligros mediante uso de suelo, perímetros de protección, amenaza y riesgo.	84
4.3.1 Uso de suelo en zonas de influencia del acueducto.	84
CAPITULO V. PLAN OPERACIONAL DE SEGURIDAD DE AGUA	88
5.1 Plan Operacional	88
5.2 Objetivo general	89
5.3 Objetivos específicos	89
5.4 Política.....	89
5.5 Ejes de acción	90
5.6 Programación de Buenas prácticas ambientales, estratégicas y de monitoreo.....	92
CAPITULO VI. Conclusiones y Recomendaciones	106
6.1 Conclusiones	106
6.2 Recomendaciones	108
BIBLIOGRAFÍA.....	112
ANEXOS	118
Anexo 1. Hoja de firmas de participación y conformación del equipo PSA.	118
Anexo 2. Instrumento Unificado.	119
Anexo 3. Distribución de las categorías de uso de suelo porcentaje y hectáreas para las nacientes del Acueducto.	145

Lista de Cuadros

Cuadro 1. Legislación relacionada con la Gestión del Recurso Hídrico en Costa Rica.	15
Cuadro 2. Parámetros medibles por nivel y método utilizado para su medición.	23
Cuadro 3. Clasificación y categorización de fuentes de contaminación difusa de acuerdo con el método POSH.....	29
Cuadro 4. Clasificación y categorización de fuentes de contaminación puntual de acuerdo con el método POSH.	30
Cuadro 5. Categorías de probabilidad y gravedad para la priorización de peligros identificados (OMS 2004).....	31
Cuadro 6. Matriz de puntuación de riesgos para la clasificación de riesgos (OMS 2004).	32
Cuadro 7. Técnicas e instrumentos seleccionados para la elaboración del proyecto.	34
Cuadro 8. Integrantes del equipo PSA.....	36
Cuadro 9. Comunidades abastecidas por el acueducto Juan Viñas.....	42
Cuadro 10. Información sobre las nacientes por sistema, ubicación y caudal promedio.	44
Cuadro 11. Distribución del agua a cada sector del sistema La Victoria según tanque de procedencia.....	48
Cuadro 12. Datos sobre naciente, ubicación y caudal promedio para el sistema Juan Viñas.	49
Cuadro 13. Distribución del agua a cada sector del sistema Juan Viñas según tanque de procedencia.....	54
Cuadro 14. Resultados de análisis físico químicos y microbiológicos para el sistema La Victoria.	60
Cuadro 15. Resultados de análisis físico químicos y microbiológicos para el sistema Juan Viñas.	61
Cuadro 16. Clasificación general de riesgos encontrados del sistema La Victoria.	69
Cuadro 17. Clasificación General de Riesgos Encontrados del Sistema Juan Viñas.	69
Cuadro 18. Clasificación de peligros y riesgos en el Sistema Juan Viñas.	71
Cuadro 19. Clasificación de peligros y riesgos en el sistema La Victoria.....	74
Cuadro 20. Riesgos y peligros más importantes en el Sistema Juan Viñas.	79
Cuadro 21. Riesgos y peligros más importantes en el Sistema La Victoria.....	80
Cuadro 22. Ejes de acción del Plan de Operacional.	90
Cuadro 23. Programación para el eje de acción control sobre el consumo de agua.....	93
Cuadro 24. Programación para el eje de acción control sobre calidad de agua potable.	94
Cuadro 25. Programación para el eje de acción Control sobre Sistematización de procesos en el acueducto.	97
Cuadro 26. Programación para el eje de acción control sobre uso de agroquímicos.	99
Cuadro 27. Programación para el eje de acción de Infraestructura.....	100

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa de la ubicación de los sistemas Juan Viñas y la Victoria dentro del Distrito Juan Viñas.....	20
Figura 2. Diagrama de flujo del sistema Juan Viñas.	40
Figura 3. Diagrama de flujo del sistema La Victoria.	41
Figura 4. Ubicación de los sistemas Juan Viñas y La Victoria dentro del cantón de Jiménez.	43
Figura 5. Características fisicoquímicas del agua recibida en los hogares. ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 6. Sistemas de almacenamiento de agua en los hogares.....	64
Figura 7. Cortes o interrupciones del servicio de agua durante el año.....	65
Figura 8. Enfermedades relacionadas con la calidad de las aguas reportadas durante el último año.....	66
Figura 9. Actividades antropológicas que afectar la calidad del agua de consumo.....	67
Figura 10. Clasificación de Peligros Encontrados en el Sistema Juan Viñas.	68
Figura 11. Clasificación de Peligros Encontrados en el Sistema La Victoria.	69
Figura 12. Uso de suelo y peligros identificados en zonas de influencia del acueducto.	84
Figura 13. Zonas de protección de las fuentes de abastecimiento del acueducto municipal de Jiménez.	87
Figura 14. Ejes de acción del Plan Operacional de Seguridad de Agua de Acueducto Municipal de la Comunidad de Jiménez.	90

Lista de Anexos

Anexo 1. Hoja de firmas de participación y conformación del equipo PSA.....	118
Anexo 2 Instrumento Unificado.	119
Anexo 3. Distribución de las categorías de uso de suelo porcentaje y hectáreas para las nacientes del Acueducto.	145
Anexo 4. Distribución de las categorías de uso de suelo porcentaje y hectáreas para el área de estudio.	146

Acrónimos

APPCC	Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control
AyA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
BMWP	Biological Monitoring Working Party
CLIP	Colaboración/ Conflicto, Legitimidad, Intereses, Poder
GWP	Global Water Partnership
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
IWA	Asociación Internacional del Agua
JWWA	Asociación Japonesa de Trabajos en Agua
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
MINSA	Ministerio de Salud
ODM	Objetivos del Desarrollo del Milenio
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PCC	Puntos Críticos de Control
POSH	Pollutant Origin Surcharge Hydraulically
PSA	Plan de Seguridad del Agua
PSA*	Pago por servicios ambientales
m ³	Metros cúbicos
mg/L	Miligramos por Litro
μS/cm	Micro Siemens por centímetro
ha	hectáreas
NMP/100 ml	número más probable por 100 mililitros
ufc/100ml	unidades formadoras de colonias por 100 mililitros
km ²	Kilómetros cuadrados

CAPITULO I. ASPECTOS INTRODUCTORIOS

1.1 INTRODUCCIÓN

Los planes de seguridad del agua (PSA) son instrumentos que permiten asegurar la calidad del agua de manera que sea apta para consumo humano, esto mediante la identificación y priorización de peligros y eventuales riesgos en los sistemas de abastecimiento, enfocando sus objetivos en cada uno de sus componentes. Su principal característica yace en que describe los requisitos mínimos razonables que constituyen prácticas seguras para proteger la salud de los consumidores (OPS, 2006).

Según la OMS (2006) la elaboración y aplicación de un PSA debe ser responsabilidad de toda entidad que gestione un sistema de abastecimiento de agua de consumo humano. La elaboración de este plan se realizó por el interés de parte de la Municipalidad de Jiménez de garantizar la calidad del servicio del acueducto conjuntamente con la necesidad de cumplir con los requisitos establecidos por el Ministerio de Salud en el Reglamento para la Calidad del Agua Potable N° 38924-S.

En el marco del aseguramiento de la calidad del agua se procedió a aplicar la metodología recomendada por la OMS en su Manual para la Elaboración de Planes de Seguridad del Agua tropicalizandola a nuestra realidad como país y como Acueducto Rural junto con la metodología APPCC (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) la cual define etapas fundamentales en la identificación de riesgos.

Se procedió a realizar un diagnóstico de todo el sistema de abastecimiento de agua para así poder identificar los principales riesgos y elaborar un plan operacional que permita mitigar de forma asertiva su impacto en la calidad del agua y sobre todo en la salud de las personas.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Desde el año 1972, con la influencia de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, se han organizado una serie de eventos internacionales

relevantes relacionados con el recurso agua. En estos se confirma que el agua para consumo humano es punto clave en las políticas de aseguramiento de la salud pública, brindando atención especial a la vigilancia y seguridad de los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento (Pérez et al. 2009).

Anudado a lo anterior, se puede ratificar que el agua constituye un recurso esencial para el bienestar de una sociedad lo cual promueve que todas las personas tengan derecho a disponer de un suministro satisfactorio (suficiente, inocuo y accesible), de aquí la importancia de la responsabilidad por parte de las entidades involucradas de realizar el máximo esfuerzo para lograr que este derecho no sea violentado y se obtenga agua de calidad aceptable, al igual que buen acceso a la misma, lo cual a su vez proporciona beneficios tangibles para la salud (Torres, 2005).

Las enfermedades de transmisión hídrica, en la mayoría de los casos, son producidas por la falta de acceso y disponibilidad de agua de buena calidad, debido a esto los usuarios buscan suministros en fuentes que pueden presentar problemas de calidad como ríos, quebradas o incluso, en casos extremos, utilizan el agua solo para las necesidades básicas, dejando de lado la higiene personal, situación que facilita la transmisión de enfermedades como la *Disentería amebiana*, *Disentería bacilar*, dengue, enfermedades diarreicas (como salmonelosis y shigelosis), hepatitis A, fiebre paratifoidea y tifoidea; en vista de esta situación la OMS (2008) afirma que *“las enfermedades relacionadas con la contaminación del agua de consumo tienen una gran repercusión en la salud de las personas. Las medidas destinadas a mejorar la calidad del agua de consumo proporcionan beneficios significativos para la salud”*.

Debido a la vulnerabilidad a la que se expone el recurso hídrico es necesario determinar las condiciones en las que se encuentran los sistemas que abastecen a las personas e identificar los riesgos para la calidad del agua suministrada ya que estos repercuten directamente en la salud pública (Varela, 2007). De ahí la importancia de establecer un Plan de Seguridad del Agua para el sistema de abastecimiento de la Municipalidad de Jiménez.

Aun cuando este sistema de abastecimiento es administrado por la Municipalidad, no existen datos actualizados de las condiciones del sistema de agua potable en el cantón de Jiménez de la provincia de Cartago por lo que se desconoce su estado.

En el año 2014, como parte de la vigilancia estatal, el Ministerio de Salud realizó una intervención donde se encontraron componentes con serias fallas sanitarias, por tanto, se determinó que el sistema presenta un alto riesgo de contaminación, lo que pone en peligro la salud de los habitantes (Comunicación personal, 2015).

La tercera edición de las Guías de Calidad del Agua de Bebida de la Organización Mundial de la Salud (2006) indica que para garantizar la inocuidad del agua se requiere:

“La protección de las fuentes, control de los procesos de tratamiento, gestión de la distribución y un adecuado manejo a nivel intradomiciliario. Todo esto se logra con la implementación de un proceso integral de evaluación de riesgos y su debida gestión, lo cual se logra a través de la implementación de un Plan de Seguridad del Agua (PSA).”

De aquí que el objetivo o finalidad de un PSA es garantizar sistemáticamente la seguridad y aceptabilidad del agua de consumo suministrada por un sistema de abastecimiento, es decir, tomarlo como una estrategia para el aseguramiento de la calidad del agua de consumo humano y protección de la salud pública en la zona (Bartram et al. 2009).

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo al Reglamento para la Calidad del Agua Potable N° 38924-S, existen parámetros físicos, químicos, biológicos, y microbiológicos que deben ser cumplidos, estos parámetros se determinan de acuerdo a la cantidad de población que los sistemas abastecen. En este caso, el acueducto municipal de Jiménez posee una población menor de 10 000 habitantes, por lo tanto debe cumplir con Primer Nivel

(N1), Segundo Nivel (N2) y Tercer Nivel (N3), dentro de estos niveles se incluye el programa de control operativo y línea base.

Los sistemas de abastecimiento compuestos por una población menor de 10 000 habitantes son considerados de menor escala y son los más vulnerables a la contaminación. Según el Estado de la Nación (2010), el problema radica en que al realizar únicamente los análisis de la línea base (N1, N2, N3), no se consideran otros peligros aún mayores para la población como la presencia de plaguicidas, trihalometanos, los cuales se solicitan en niveles superiores.

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente, el problema principal radica en que no se garantiza la calidad del servicio, a pesar de que el agua es suministrada por la Municipalidad de Jiménez. Esto debido a factores como:

- Carencia de información técnica; no se cuenta con personal capacitado para realizar estudios sobre la calidad del agua, los cuales deben efectuarse al menos una vez al año, garantizando así la potabilidad del agua.
- Deficiencias estructurales; las instalaciones no cumplen con los criterios técnicos para un correcto abastecimiento de agua potable, debido a su antigüedad.
- Ineficiencia en la aplicación de la legislación; ya que a pesar de las leyes o reglamentos creados para asegurar el servicio de agua potable, no existen procesos de monitoreo de la calidad, del control del riesgo y de la evaluación de peligros.

1.4 OBJETIVO GENERAL

Elaborar una propuesta de Plan de Seguridad del Agua para el acueducto municipal del Cantón de Jiménez, Cartago, como una herramienta de tecnologías limpias que

permita la mejora de la gestión municipal del recurso hídrico y garantice el correcto abastecimiento de agua potable a la comunidad.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar un diagnóstico del sistema de abastecimiento del acueducto municipal de la comunidad de Jiménez para determinar la situación actual de los estados físico sanitario y de la calidad.
- Identificar los peligros en el acueducto por medio de la determinación de riesgos presentes, para el establecimiento de los puntos críticos de control y sus respectivas medidas de control.
- Elaborar un plan operacional enfocado en buenas prácticas ambientales, estratégicas y de monitoreo para que sea implementado por la administración del acueducto Municipal de la comunidad de Jiménez.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Gestión Integral de Recurso Hídrico

Según el Comité de Asesoramiento Técnico de Global Water Partnership (GWP) (Francis, N. *et al*, 2000) la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) es *“un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinados del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales”*.

2.2 Gestión Municipal de Recurso Hídrico

La gestión del recurso hídrico es compleja e involucra el accionar de muchas instituciones a nivel nacional, entre estas se encuentran, las municipalidades, las

cuales según (López, 2002) deben cumplir con las siguientes funciones relacionadas con el recurso hídrico:

2.2.1 Función Reguladora

Responsabilidad de las municipalidades para generar políticas y normas técnicas o administrativas.

- Competencias:
 - o Participar a través de la Unión Nacional de Gobiernos locales en el Órgano Asesor de Aguas del Dpto. de Aguas del MINAE.
 - o Elaborar reglamentos de prestación de los servicios de agua para consumo humano, cuando la municipalidad lo brinda.
 - o Protección de nacientes y zonas de recarga acuífera a través del Plan Regulador Urbano y sus reglamentos.

2.2.2 Función Técnica

Acciones de control y cumplimiento de normas técnicas relacionadas con la protección y administración de los recursos. Donde se requiere del conocimiento técnico además de la competencia.

- Competencias:
 - o Administración del servicio de agua para consumo humano, cuando este no es administrado por el Instituto de Acueductos y Alcantarillados (AyA) o por Asociaciones Administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunes (ASADAS). Cuando la municipalidad brinda el servicio de agua, debe velar por su calidad y disponibilidad.
 - o Proponer al departamento de aguas del MINAET los candidatos más adecuados para el puesto de Inspector de Aguas.
 - o A través de la figura del Inspector de Aguas, velar por la protección del recurso hídrico.

2.2.3 Función Económica

Responsabilidad ligada al cobro de tasas, impuestos u otros medios de obtención de recursos. Incluye la administración de dinero.

- Competencias:
 - o Cobro de tarifas correspondientes a la prestación del servicio de agua, cuando la municipalidad lo brinde.
 - o Podrían cobrar la Tarifa Hídrica (costo ambiental) cuando esté en sus manos la prestación del servicio (Art.37. Ley Biodiversidad).
 - o Pagar el sueldo del Inspector de Aguas.

2.2.4 Función Socio-ambiental

Acciones de distribución de beneficios, divulgación, participación y educación respecto al tema ambiental.

- Competencias:
 - o Fomentar la participación ciudadana.
 - o Acordar la celebración de plebiscitos, referendos o cabildos.
 - o Someter a consulta pública las disposiciones reglamentarias antes de que las apruebe el Concejo Municipal.
 - o Informar adecuadamente a los ciudadanos sobre las obras y los proyectos de cantón.
 - o Fomentar la educación ambiental.
 - o Preparar las audiencias públicas, cuando así se solicite, para el conocimiento y difusión de los contenidos de los Estudios de Impacto Ambiental de los proyectos que se lleven a cabo en su cantón.

2.3 Salud Pública

El concepto de salud pública, surge a mediados del siglo pasado, fundamentado en la concepción epidemiológica, la práctica administrativa, la decisión política y el

compromiso para alcanzar el bienestar de la sociedad, independientemente de su condición social. Así mismo, emerge la diferencia entre las acciones de salud dirigidas al enfermo y a su tratamiento y las acciones preventivas de los grupos sociales. Además, como parte de ese nuevo enfoque de salud, se empieza a hablar del saneamiento del medio.

García y Royo (2006) definen la salud pública como el “*grado de bienestar físico, mental y social en que una persona o grupo es capaz de realizar sus aspiraciones y de satisfacer sus necesidades y enfrentarse adecuadamente al ambiente*”. Tenemos que tomar en cuenta que este término no se puede relacionar únicamente con la “ausencia de enfermedad” sino que abarca aspectos subjetivos (bienestar físico, mental y social), objetivos (capacidad de funcionamiento) y sociales (adaptación y trabajo socialmente productivo).

Por lo tanto, la salud se presenta como un proceso social fundamental donde existe una estrecha relación con la gestión de recurso hídrico. Cuando se presentan condiciones de contaminación, el agua constituye un vehículo para la transmisión potencial de organismos patógenos y sustancias tóxicas capaces de producir enfermedad y pérdida de la salud.

2.4 Sistemas de Abastecimiento

En Costa Rica uno de los problemas detectados por el Ministerio de Salud es el abastecimiento de agua para consumo humano, debido a la antigüedad de los acueductos y la insuficiencia para satisfacer las necesidades de demanda en cuanto a calidad y cantidad (OPS, 2000).

Un sistema de abastecimiento de agua es la herramienta para suplir las necesidades básicas humanas, domésticas, industriales y de riego. Está conformado por las instalaciones estructurales necesarias para tratar el agua y hacerla llegar al

consumidor, con la intención de proporcionar un servicio que reúna condiciones de calidad, cantidad y continuidad adecuadas.

2.4.1 Fuentes de Abastecimiento

Una fuente de abastecimiento de agua es *“aquel punto o fase del ciclo natural del cual donde se desvía o aparta el agua, temporalmente, para ser usada, regresando finalmente a la naturaleza”* (Departamento de Sanidad de Nueva York 2008).

Spellman (2004) indica que existen diferentes tipos de fuentes de abastecimiento de agua; estos son:

- Subterránea: agua dulce que yace contenida en los acuíferos situados bajo la corteza terrestre, además se encarga de alimentar las fuentes y los manantiales naturales de la tierra. La cual puede estar conformada por una naciente o manantial conformando una fuente natural que brota de la tierra o entre las rocas y puede ser permanente o temporal.
- Superficial: ríos, lagos, embalses entre otros.

2.4.2 Estructura de los Sistemas de Abastecimiento

La protección de las fuentes de agua es primordial para contar con un producto de buena calidad; sin embargo, esta no puede llegar por si sola a su destino. Debe pasar primero por un proceso de captación, entubamiento, almacenamiento, distribución y tratamiento que la haga apta para el consumo humano; esta serie de aspectos componen la estructura del sistema de abastecimiento de agua potable (Mora *et al.* 2007).

Los sistemas de abastecimiento urbano, como es el caso del cantón de Jiménez, son sistemas complejos que cuentan con una serie de componentes, como se describe a continuación (López, 2002).

- Fuente: es el espacio natural desde el cual se derivan los caudales demandados por la población a ser abastecida.
- Obra de captación: Es la estructura destinada a facilitar la derivación de los caudales demandados por la población.
 - Respiradero: permite evacuar el aire dentro de la obra de captación para evitar que se generen presiones de aire dentro de la misma.
 - Tubería de rebalse: permite que la fuente continúe con su cauce natural y que la obra de captación no se sature.
 - Tubería de limpieza. Destinada para facilitar la salida del agua después de la limpieza de la obra de captación, evita que esta agua se dirija por la tubería de distribución.
- Tubería de conducción o aducción: Tuberías diseñadas para conducir los caudales desde la obra de captación hasta el tanque de almacenamiento, quiebra gradiente o sistema de tratamiento.
- Proceso de tratamiento: Conjunto de estructuras o sistemas destinados a potabilizar el agua de la fuente, para que adquiera la calidad necesaria para el consumo humano.
- Tanque de almacenamiento: Estructura destinada a almacenar parte de los volúmenes requeridos por la población a fin de garantizar el suministro permanente.
- Tanque quiebra gradiente: Tiene como objetivo garantizar las presiones requeridas en los aparatos sanitarios de las viviendas.
- Tubería de distribución: Tuberías destinadas a conducir el agua desde el tanque de almacenamiento o quiebra gradiente hasta la red de distribución.
- Red de distribución: Conjunto de tuberías y estructuras que permiten conducir las aguas a todos y cada una de los usuarios.
- Acometida domiciliaria: Tramo de tubería que conduce las aguas desde la red de distribución hasta el interior una vivienda. En este tramo de tubería se colocan los contadores o medidores.

2.4.3 Procesos de Tratamiento

Generalmente, para obtener agua de calidad potable, es necesaria que esta sea sometida a un proceso de tratamiento y/o desinfección el cual depende de las condiciones que presente la misma. Las aguas subterráneas, por ejemplo, en su gran mayoría están libres de patógenos y de sustancias orgánicas, por lo que se pueden utilizar con una mínima cantidad de cloro (utilizado como desinfectante) para prevenir una posible contaminación en el sistema de distribución y, en algunos casos, es distribuida sin ningún tratamiento, lo que resulta un riesgo para la salud de la población.

Las aguas superficiales contienen mayor porcentaje de contaminantes, por lo que su tratamiento resulta más complejo y costoso; en su mayoría, estas contienen alta turbiedad, sólidos y pequeñas partículas que requieren sedimentación y otros tipos de tratamiento primario para ser removidas.

2.5 Tecnologías Limpias

Una tecnología limpia se define como la aplicación continua de una estrategia integrada de prevención ambiental (conjunto ordenado de conocimientos, herramientas y procedimientos) a los procesos y productos, con el fin de mejorar la eficiencia y reducir los impactos a los seres humanos y al medio ambiente (Sandoval, 2009).

Según Sandoval (2009), una tecnología limpia se identifica de diferentes maneras: *“o permite la reducción de emisiones y/o descargas de un contaminante, o la reducción del consumo de energía eléctrica y/o agua, sin provocar incremento de otros contaminantes; o logra un balance medioambiental más limpio, aun cuando la contaminación cambia de un elemento a otro”*.

Durante el presente trabajo se elaboró un Plan de Seguridad del Agua en el acueducto de la Municipalidad de Jiménez, como una herramienta de Tecnología Limpia; este instrumento de gestión busca determinar y priorizar las amenazas potenciales en las diferentes etapas de la red de abastecimiento del agua para

consumo humano con el fin de asegurar su calidad, la seguridad de las personas y la del medio ambiente.

Su importancia recae en la aplicación de *buenas prácticas ambientales* las cuales se pueden definir como aquellas acciones que pretenden reducir el impacto ambiental negativo; estas tienen beneficios como la concientización, reducción del consumo y de recursos, disminución en la cantidad de residuos que se producen, de emisiones, ruidos, vertidos y mejoran la calidad de vida de las personas.

2.6 Plan de Seguridad del Agua

Al analizar las directrices para la calidad del agua potable recomendadas por la OMS en sus Guías para la Calidad del Agua Potable del año 2006, se concluye que las pruebas realizadas normalmente en un sistema de abastecimiento de agua potable no son suficientes para garantizar la calidad del líquido a los consumidores; razón por la cual recomienda una evaluación basada en los riesgos a los cuales se expone el sistemas de abastecimiento, identificados por medio de los PSA, los cuales se evalúan desde la fuente de captación hasta el consumidor.

Antes de definir este concepto es importante el análisis del significado de las palabras que lo componen.

- Plan: Dentro de la planificación operacional, este se encuentra en el nivel superior. Agrupa varios programas, con sus respectivos proyectos y actividades, los cuales tienen el propósito de lograr los objetivos propuestos (IFRC, 2010).

Seguridad: esta se define como la ausencia de riesgos (probabilidad de que suceda un evento, impacto o consecuencia adversos).

Por lo tanto, Bartram *et al.* (2009), en el manual de la Organización Mundial de la Salud, definen un Plan de Seguridad del Agua como una metodología de

planteamiento integral que permite evaluar y gestionar los riesgos, que abarque todas las etapas del sistema de abastecimiento, desde la cuenca de captación hasta su distribución al consumidor.

A continuación se presentan los diferentes módulos indicados por Bartram y otros (2009) en el manual de la OMS para la elaboración de un PSA:

1. Formación del equipo del PSA: Esta etapa consiste en reunir un equipo de trabajo que garantice los conocimientos técnicos necesarios para elaborar un plan de seguridad del agua (desarrollo, ejecución y mantenimiento). Es importante realizar un mapeo de actores y tomar en cuenta la participación social, la cual se define como el proceso en el cual se actúa junto con los otros miembros del grupo o comunidad, en condiciones de igualdad, por el bien común con conciencia de responsabilidad ciudadana en todas o cualquiera de las etapas de un proyecto.
2. Descripción del sistema de suministro del agua: Esto con el fin de garantizar la exactitud de la documentación y permitir la evaluación y gestión adecuadas de los riesgos. Es importante tomar en cuenta que cada sistema de abastecimiento debe evaluarse detalladamente de forma independiente.
3. Determinación de los peligros y eventos peligrosos y evaluación de los riesgos: determinar los posibles peligros de tipo biológico, físico y químico asociados con cada etapa del sistema de abastecimiento de agua de consumo que pueden afectar a la seguridad del agua; determinar todos los peligros y eventos peligrosos que pueden contaminar el agua, comprometer su
4. seguridad o interrumpir el abastecimiento y evaluar los riesgos señalados en cada punto del diagrama de flujo elaborado previamente.
5. Determinación y validación de medidas de control, y nueva evaluación y clasificación de los riesgos: documentar las medidas de control existentes y/o

potenciales para así evaluar su eficacia. Esto mediante la inspección de las instalaciones, las especificaciones del fabricante, o los datos de monitoreo con el fin de volver a evaluar los riesgos (probabilidad- consecuencia) y determinar si estos disminuyen.

6. Elaboración, ejecución y mantenimiento de un plan de mejora o modernización: dependiendo de los resultados obtenidos en el punto anterior debe diseñarse un plan de mejora o modernización ya sean a corto, mediano o largo plazo.
7. Definición del monitoreo de las medidas de control: definición y validación del monitoreo de las medidas de control y el establecimiento de procedimientos de vigilancia para las mismas.
8. Verificación de la eficacia del PSA: elaborar un procedimiento formal de verificación y auditoría del PSA que garantice su correcto funcionamiento. Esta debe incluir; monitoreo del cumplimiento, auditoría interna y externa de las actividades operativas y satisfacción de los consumidores.
9. Elaboración de procedimientos de gestión: estos documentan las medidas que deben tomarse cuando el sistema funciona en condiciones normales y cuando se ha producido un incidente.
10. Elaboración de programas complementarios: deben incluir las actividades que fomentan el desarrollo, formación, la investigación y desarrollo de la metodología de PSA.
11. Planificación y realización de exámenes periódicos del PSA: Organizar reuniones periódicas que permitan al equipo de PSA examinar el plan en su conjunto y aprender de las experiencias y procedimientos nuevos.

12. Revisión del PSA tras un incidente: es importante que el PSA sea examinado tras cada emergencia, incidente o evento.

3. Marco Normativo

A continuación se presenta un resumen de la legislación relacionada con la Gestión del Recurso Hídrico (Cuadro 1) la cual se presenta de acuerdo al tema que esta abarca.

Cuadro 1. Legislación relacionada con la Gestión del Recurso Hídrico en Costa Rica.

Subtema o Actividades	Ley o Decreto	Artículos relacionados
Mantenimiento preventivo de acueductos	Reglamento de Normas Técnicas y Procedimientos para el Mantenimiento Preventivo de los Sistemas de Abastecimiento de Agua, N°2001-175 (Gaceta 154 - 13 de agosto del 2001)	Todo el documento.
Control y protección del agua y el sistema de abastecimiento	Ley de Aguas No. 276	Artículos 117, 180 y del 186 al 198. Se estipulan las competencias del inspector cantonal de aguas.
	Ley General de Salud No. 5395	Art.268 "Todo abasto de agua potable queda sujeto al control del Ministerio de Salud en cuanto a la calidad del agua que se suministre a la población y para

		velar porque los elementos constitutivos del sistema, su funcionamiento y estado de conservación garanticen el suministro adecuado y seguro, pudiendo ser intervenido por el Ministerio si hubiera peligro para la salud de los habitantes.
	Decreto N° 26624 – MINAE	Sobre las competencias del Inspector de Aguas.
Protección de cuencas, zonas protectoras y de recarga acuífera.	Ley de Aguas No. 276	Art. 31 Sobre la protección d zonas de recarga acuífera. Art. Del 154 al 158 Sobre la protección de terrenos municipales ligados al agua.
	Ley Forestal No. 7575	Art. 33 Zonas protectoras.
	Ley de Planificación Urbana No. 4240	Art. 15 y 28 Competencia municipal para regular la planificación y el desarrollo urbano.
	Código Municipal No. 7794	Art. 6, 79 y 81 Sobre el otorgamiento de licencias o patentes municipales y la obligación de coordinar con otros entes.
	Ley de Construcciones No.833	Art. 1 y 3 Sobre permisos para la construcción.
Abastecimiento de agua para consumo humano	Reglamento para la Calidad del Agua	Todo el documento

	Potable. 38924-S	
	Ley de Aguas No. 276	Art. 41 Sobre la administración de aguas de cañería.
	Código Municipal No. 7794	Art. 4 inciso C Sobre la prestación de servicios públicos a nivel local. Art. 13 inciso D Sobre la reglamentación de los servicios públicos locales.
	Ley General de Agua Potable No. 1634	Art. 4, 5, 6, 7 10 y 11 Sobre la prestación del servicio de agua para el consumo humano.
	Ley de Creación del Instituto de Acueductos y Alcantarillados No. 5915	Art. 20 y 22 Sobre arreglos institucionales para la prestación del servicio.
	Ley General de Salud No. 5395	Art. 264 Sobre la utilidad pública del agua y la prioridad que debe dársele a la utilización de para consumo humano sobre cualquier otro uso.
Contaminación	Ley Orgánica del Ambiente No. 7554	Art. 60 Sobre la prevención y control de la contaminación.
	Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317	Art. 132 Sobre el vertido de desechos
	Ley General de Salud No. 5395	Art. 263 Sobre la prohibición de deteriorar la composición y características del agua disminuyendo su

		calidad haciéndola inservible para los usos a los que está destinada.
	Código Municipal No. 7794	Art. 6, 79 y 81 Sobre el otorgamiento de patentes y servicios y la obligación de coordinación.
Instrumentos económicos para la protección del recurso hídrico	Ley de Biodiversidad No.7788	Art. 37 Pago de servicios para la protección del recurso hídrico.
Definición de Agua Potable de acuerdo a la Oficina Panamericana de Salud	Ley General de Salud No. 5395	Art. 265 “Agua Potable es aquella que reúne las características físicas, químicas y biológicas que la hacen apta para el consumo humano”.
En caso de peligro, amenaza o de invasión de epidemia y de desastres provocados por inundación, terremoto u otra calamidad	Ley General de Salud No. 5395	Art. 368 En casos de emergencia Nacional, el Ministerio podrá tomar a su cargo le protección de cualquier planta de agua potable.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

CAPITULO III. METODOLOGIA

3.1 Tipo de Investigación y Enfoque

Según Hernández *et al* (2010) la investigación aplica un enfoque mixto, porque aun cuando se emplean análisis cuantitativos y análisis de datos, también es necesario enriquecer el estudio con datos cualitativos obtenidos mediante entrevistas y observaciones históricas.

Así mismo, esta presentó un enfoque descriptivo el cual se caracteriza por la búsqueda de las propiedades, las características y los perfiles de las personas, grupos, comunidades, procesos, objetivos y otros fenómenos que se someten a un análisis; es decir que esta clase de investigación pretendió medir o recoger información de manera independiente o conjunta de los conceptos o variables relacionadas con la gestión del recurso hídrico a lo largo del acueducto municipal del canto de Jiménez.

3.2 Objeto de estudio

Se seleccionó como objeto de estudio el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable administrado por la Municipalidad del cantón de Jiménez.

3.2.1 Sitio de estudio

Según la OMS (2006) la elaboración y aplicación de un PSA debe ser una las responsabilidades de toda entidad que gestione un sistema de abastecimiento de agua de consumo. En este caso es obligación de la Municipalidad como ente administrador del acueducto velar por la elaboración e implementación de un PSA.

El acueducto municipal seleccionado se ubica en el distrito Juan Viñas del cantón de Jiménez (coordenadas 09° 47' 51" latitud norte y 83° 41' 57" longitud oeste) perteneciente a la provincia Cartago. Dicho acueducto, como se observa en la figura 1, abastece los pueblos de: Juan Viñas centro, Naranjito, INVU, La Maravilla, Santa Cecilia, Barrio la Cruz, Santa Marta, Los Recuerdos, Flor de Liz, Santa Elena, Los Jovitos, La Victoria, Los Mora, Quebrada Honda, Chis.

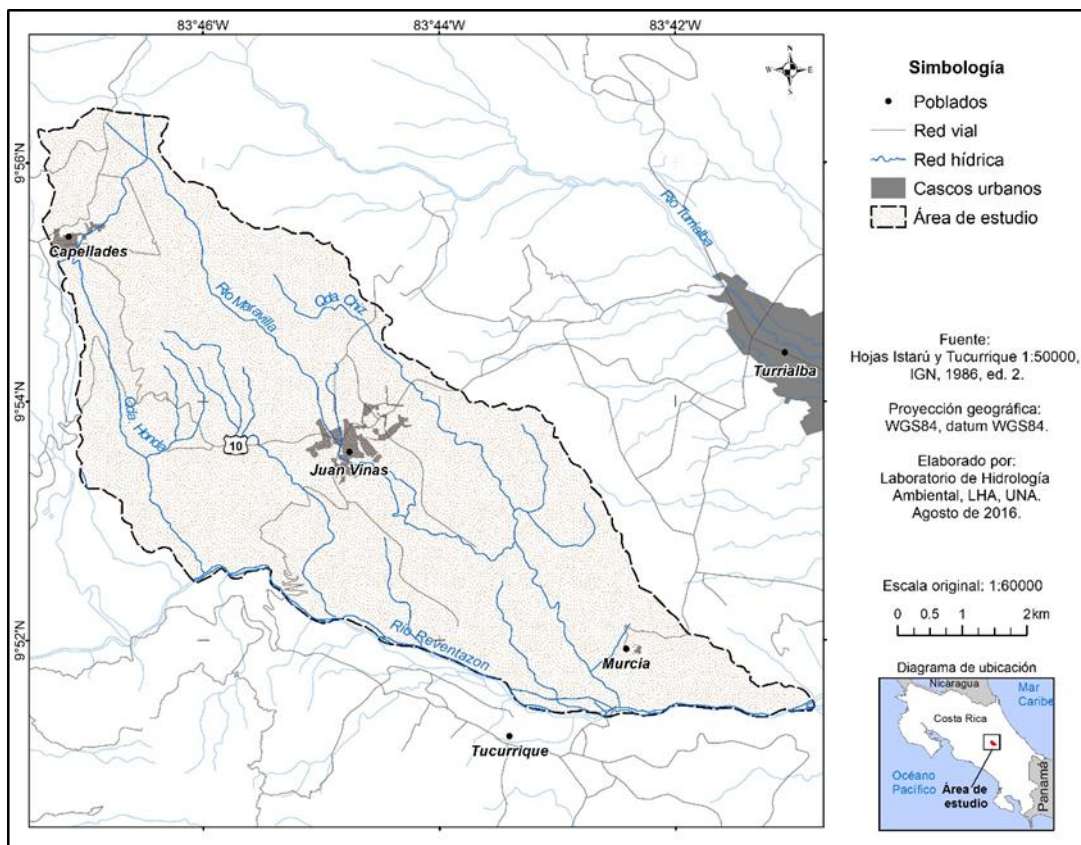


Figura 1. Mapa de la ubicación de los sistemas Juan Viñas y la Victoria dentro de la Microcuenca Chiz-Maravilla.

Posee tres redes; la Victoria, Juan Viñas y Cincuenta Manzanas (esta última fuera de uso) que cuentan con 5 fuentes de abastecimiento de las cuales solo 3 están en funcionamiento. Dicho sistema de distribución abastece aproximadamente a 5600 usuarios y se reportan 1400 abonados.

Es importante mencionar que si existe un gran interés por parte de la administración del acueducto a implementar el Plan de Seguridad del Agua y a partir de esto hacer los cambios o mejoras necesarias, lo cual dependerá de los recursos con los que se cuenta.

3.3 Procedimiento Metodológico

El Proyecto sobre la Propuesta del Plan de Seguridad del Agua para el acueducto Municipal de Jiménez, se desarrolló por medio de fases, las cuales se realizaron de manera gradual mediante el cumplimiento de los objetivos.

La metodología se basó en el Manual para la Elaboración de Planes de Seguridad del Agua establecido por la Organización Mundial de la Salud, aplicándolo a nuestra realidad como país y como acueducto rural. Se utilizó la metodología APPCC (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control), la cual es un procedimiento sistemático para asegurar inocuidad alimentaria, sin embargo ha sido adaptada por la OMS para ser utilizada en la elaboración de Planes de Seguridad del Agua.

Para el cumplimiento de los objetivos se plantearon las siguientes fases:

3.3.1 Fase I. Diagnóstico del acueducto municipal de Jiménez

Conformación del equipo PSA

Como primera actividad se procedió a conformar el equipo multidisciplinario PSA. Este equipo de expertos cuenta con los conocimientos necesarios sobre el sistema de abastecimiento de agua de consumo seleccionado.

Para su selección se tomaron en cuenta representantes de la comunidad, así como representantes de entidades gubernamentales como el Ministerio de Salud (MINS), Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), la municipalidad de Jiménez, centros educativos de la zona, Asociaciones de Desarrollo y otros grupos comunales de interés, esta actividad se realizó mediante un análisis social CLIP (Colaboración/Conflicto, Legitimidad, Intereses, Poder) el cual permitió crear los perfiles de los actores involucrados en un problema central o acción basados en cuatro factores: las relaciones actuales de colaboración y conflicto, la legitimidad, los intereses presentes y el poder. Se trabajó con el equipo PSA durante toda esta fase I.

Evaluación del sistema de abastecimiento de agua

En esta etapa se diagnosticaron las condiciones estructurales, físicas, sanitarias y de calidad de cada uno de los elementos del sistema de abastecimiento de agua de la comunidad de Jiménez. Esta se elaboró siguiendo la metodología del Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua: metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo de la OMS. Además se utilizaron fuentes de información secundaria y primaria.

Recolección de información secundaria.

Se procedió a realizar una revisión de bases de datos de instituciones públicas principalmente de la Municipalidad, Ministerio de salud (MINSA) y AyA para determinar la existencia de datos importantes sobre la construcción y estructura del sistema de abastecimiento, desde la captación hasta la distribución.

Recolección de información primaria.

Se elaboró un diagrama de flujo el cual proporcionara una descripción resumida del sistema de abastecimiento de agua de consumo, así mismo se caracterizaron de la forma más exacta posible las diferentes partes de las redes desde la captación hasta la distribución.

Se elaboraron mapas que muestren las principales características de la cuenca hidrográfica y de las zonas de captura, la ubicación de los manantiales, los tanques de almacenamiento, el sistema de distribución y las actividades de uso del suelo. Esta información se complementó con una entrevista dirigida al administrador del acueducto, basada en un instrumento unificado de diagnóstico aplicado a los sistemas de abastecimiento.

En los sistemas de captación, tratamiento, almacenamiento y distribución, se presentó la información sobre su conformación, es decir: el número de unidades individuales (tanques, reservorios), antigüedad de los tanques, las redes de distribución, las fallas de diseño conocidas, el volumen de los tanques, las áreas a las que sirve los sistemas de almacenamiento y los procesos de tratamiento aplicados.

De igual manera se determinó de forma preliminar el estado del agua subterránea en relación con parámetros físicos, químicos y microbiológicos en los manantiales y en el sistema de abastecimiento; así mismo con el propósito de evaluar la recontaminación dentro del sistema, se realizaron 3 muestreos en los manantiales (10 muestras), tanques del acueducto (6 muestras) y sistemas de distribución (20 muestras). En cada muestra se determinaron los parámetros solicitados para Primer Nivel (N1), Segundo Nivel (N2) y Nitrato y Plomo del Tercer Nivel (N3) según el “Reglamento para la Calidad del Agua Potable N° 38924-S”.

En el cuadro 2 se mencionan los diferentes parámetros que se solicitan para los estudios de cada nivel:

Cuadro 2. Parámetros medibles por nivel y método utilizado para su medición.

Parámetro	Método o instrumento utilizado
N1	
pH	PMA 010 pH, método modificado basado en: Método 4500-H+ B “pH Value, Electrometric Method”, en “Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater”, American Public Health Association, United States of America, Washington, DC 20005, 22 th Edition, 2012
Cloro	PMA 006 Cloro Residual, método modificado basado en: Método 4500-Cl B. “Iodometric Method I”, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater American Public Health Association (APHA), American Water Association (AWWA), Water

	Pollution Control Federation WPCF), 22 Ed., 2012
Temperatura	PMA 018 Temperatura, método modificado basado en: Método 2550 Temperature - "Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater", American Public Health Association, United States of America, Washington, DC 20005, 22 th Edition, 2012
Coliformes	Se envían las muestras a un laboratorio de la UCR
E coli	Se envían las muestras a un laboratorio de la UCR
Turbiedad	PMA 016 Turbiedad, método modificado basado en: Método 2130 B. "Nephelometric Method", American Public Health Association, "Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater", American Public Health Association, United States of America, Washington, DC 20005, 22 th Edition, 2012.
Conductividad	PMA 011 Conductividad, método modificado basado en: Método 2510 B "Laboratory Method", American Public Health Association, "Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater", American Public Health Association, United States of America, Washington, DC 20005, 22 th Edition, 2012
Color	Método comparativo de color, visual, utilizado a nivel de campo.
N2	
Dureza Total	PMA 002 Dureza Total, método modificado basado en: Método 2340 C "Hardness EDTA Titrimetric Method", Standard Methods for Examination of Water and Wastewater American Public Health Association (APHA), American Water Association (AWWA), Water Pollution Control Federation WPCF), 22 Ed., 2012
Cloruro	PMA 007 Cloruro, método modificado basado en: Método 4110 B. "Cromatografía de iones con supresión química de la conductividad del disolvente", American Public Health Association, "Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater", American Public Health Association, United States of America, Washington, DC 20005, 22 th Edition, 2012
Fluoruro	PMA 007 Fluoruro, método modificado basado en:

	Método 4110 B. "Cromatografía de iones con supresión química de la conductividad del disolvente", American Public Health Association, "Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater", American Public Health Association, United States of America, Washington, DC 20005, 22 th Edition, 2012
Nitrato (N3)	PMA 007 Nitrato, método modificado basado en: Método 4110 B. "Cromatografía de iones con supresión química de la conductividad del disolvente", American Public Health Association, "Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater", American Public Health Association, United States of America, Washington, DC 20005, 22 th Edition, 2012
Sulfato	PMA 007 Sulfato, método modificado basado en: Método 4110 B. "Cromatografía de iones con supresión química de la conductividad del disolvente", American Public Health Association, "Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater", American Public Health Association, United States of America, Washington, DC 20005, 22 th Edition, 2012
Aluminio	PMA 036 Metales, método modificado basado en: 3113 B "Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Method", American Public Health Association, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", USA, APHA, Washington, DC 2005, 22th Edition 2012.
Calcio	PMA 036 Metales, método modificado basado en: 3111 B "Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometric Method", American Public Health Association, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", USA, APHA, Washington, DC 2005, 22th Edition 2012.
Magnesio	PMA 036 Metales, método modificado basado en: 3111 B "Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometric Method", American Public Health Association, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", USA, APHA, Washington, DC

	2005, 22th Edition 2012.
Sodio	PMA 036 Metales, método modificado basado en: 3111 B “Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometric Method”, American Public Health Association, “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, USA, APHA, Washington, DC 2005, 21th Edition 2005
Potasio	PMA 036 Metales, método modificado basado en: 3111 B “Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometric Method”, American Public Health Association, “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, USA, APHA, Washington, DC 2005, 22th Edition 2012
Hierro	PMA 036 Metales, método modificado basado en: 3113 B “Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Method”, American Public Health Association, “Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater”, American Public Health Association, United States of America, Washington, DC 2005, 22 th Edition, 2012
Manganeso	PMA 036 Metales, método modificado basado en: 3113 B “Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Method”, American Public Health Association, “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, USA, APHA, Washington, DC 2005, 22th Edition 2012.
Zinc	PMA 036 Metales, método modificado basado en: 3111 B “Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometric Method”, American Public Health Association, “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, USA, APHA, Washington, DC 2005, 22th Edition 2012.
Cobre	PMA 036 Metales, método modificado basado en: 3113 B “Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Method”, American Public Health Association, “Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater”, American Public Health

	Association, United States of America, Washington, DC 20005, 22 th Edition, 2012
Plomo	PMA 036 Metales, método modificado basado en: 3113 B “Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Method”, American Public Health Association, “Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater”, American Public Health Association, United States of America, Washington, DC 20005, 22 th Edition, 2012

Fuente: Elaboración propia con información del Laboratorio de Análisis Ambiental de la UNA, 2017.

En los muestreos realizados se determinaron los siguientes parámetros: Turbiedad (UNT), Olor, Sabor, pH, Cloro residual libre, Temperatura, Color Aparente (U-Pt-Co), Conductividad $\mu\text{S/cm}$, E. coli (NMP/100 ml o UFC/100 ml), Cloro residual combinado (mg/L), aluminio (mg/L), calcio (mg/L), cloruro (mg/L), cobre (mg/L), Dureza Total (mg/L), fluoruro (mg/L), hierro (mg/L), magnesio (mg/L), manganeso (mg/L), potasio (mg/L), sodio (mg/L), sulfato (mg/L), zinc (mg/L), plomo* (mg/L), nitrato* (mg/L).

Percepción Social

Como actividad final de esta fase se aplicaron encuestas en las diferentes comunidades abastecidas por el acueducto con el fin de determinar la percepción de los miembros sobre este servicio. Tomando en cuenta que son 1400 abonados, se realizaron 70 encuestas, éste dato se calculó según la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \cdot Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N-1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

$$n = \frac{(1400) \cdot (1.96)^2 \cdot (0.05) \cdot (0.95)}{(0.05)^2 \cdot (1400-1) + (1.96)^2 \cdot (0.05) \cdot (0.95)}$$

$$n = 70$$

Dónde:

- N = Total de la población (abonados)
- Z_{α} = 1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)
- p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

- $q = 1 - p$ (en este caso $1 - 0.05 = 0.95$)
- d = precisión (en su investigación use un 5%)

3.3.2 Fase II. Identificación de peligros, riesgos y determinación de los puntos críticos de control

Identificación de peligros

En esta etapa se procedió a determinar riesgos por medio de la identificación de peligros y así poder establecer los puntos críticos de control en el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad de Jiménez. Esta fase se elaboró siguiendo la metodología APPCC y el Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua: metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo de la OMS.

Una vez que se identificaron los peligros, se cuantificaron los riesgos, de modo que los más significativos se distinguen claramente de los menos significativos utilizando la matriz propuesta por la OMS para la metodología de PSA.

Recolección de información secundaria para la identificación de peligros.

Se revisaron bases de datos de instituciones públicas, Ministerio de salud (MINSa), AyA, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), MINAE, Municipalidad, SENASA, INEC, entre otros. Se tomará en cuenta la información de patentes municipales, permisos de funcionamiento del MINSa, análisis físico-químicos y microbiológicos del laboratorio nacional de aguas del AyA, información de zonas agrícolas del departamento fitosanitario del MAG, ubicación e información general de fincas de actividad pecuaria de SENASA, datos estadísticos de población, uso de tanques sépticos y manejo de residuos sólidos del INEC, concesiones del departamento de aguas del MINAE, entre otros.

Recolección de información primaria para la identificación de peligros.

Aplicando la metodología de determinación de amenaza de contaminación hidrogeológica POSH por sus siglas en inglés (Foster *et al.* 2002), se levantó un listado de las fuentes potenciales de contaminación, uso de suelo y uso del agua en el sector de la comunidad de Jiménez donde funciona el acueducto. Esta información se recopiló por medio de ocho visitas de campo para verificar y complementar la información suministrada por parte de las instituciones públicas. Una vez que se tuvieron identificadas las fuentes potenciales de contaminación y las visitas a los sistemas de abastecimiento del acueducto se procedió a identificar todos los peligros biológicos, químicos y físicos existentes para cada componente del acueducto; para esto se tomaron en cuenta tanto las fuentes de contaminación difusa como las fuentes de contaminación puntual (cuadro 3).

Este listado se realizó por medio de la identificación de dos características fácilmente detectables: el origen del contaminante y su impacto sobre la carga hidráulica para generar tres niveles cualitativos de potencial de generación de una carga contaminante al subsuelo (cuadro 4): reducido, moderado y elevado.

Cuadro 3. Clasificación y categorización de fuentes de contaminación difusa de acuerdo con el método POSH.

Potencia de Carga Contaminante al Subsuelo	Fuente de Contaminación	
	Saneamiento In Situ	Prácticas Agrícolas
Elevado	Cobertura del servicio de cloacas menor que 25% y densidad-poblacional superior a 100 personas/ha.	Cultivos comerciales intensivos y la mayoría de los monocultivos en suelo bien drenados en climas húmedos o con baja eficiencia de riego, pastoreo-intensivo sobre praderas altamente fertilizadas.
Moderado	Intermedio entre elevado y reducido.	
Reducido	Cobertura del servicio de cloacas mayor que 75% y	Rotación de cultivos tradicionales, pastoreo

	densidad poblacional inferior a 50 personas/ha.	extensivo, sistema de granjas ecológicas, cultivos bajo riego de alta eficiencia en áreas áridas.
--	---	---

Fuente: Foster *et al*, 2002**Cuadro 4.** Clasificación y categorización de fuentes de contaminación puntual de acuerdo con el método POSH.

Potencial por Generación de Carga Contaminante al Subsuelo	Fuente de Contaminación				
	Disposición de Residuos Sólidos	Sitios Industriales*	Lagunas de Efluentes	Urbanas Varias	Exploración Minera y Petrolera
Elevado	Residuos de industrias tipo 3, reducidos de origen desconocido.	Industrias tipo 3, cualquier actividad que maneje > 100 kg/d de sustancias químicas.	Todas las industrias tipo 3, cualquier efluente (excepto aguas residuales residenciales) si el área > 5 ha.		Operación de campos de petróleo, minas metalíferas.
Moderado	Precipitación >500 mm/a con residuos residenciales industriales tipo 1/agroindustriales, todos los otros casos.	Industrias tipo 2	Agua residual residencial si el área >5 ha, otros casos que no figuran arriba o abajo.	Gasolineras, rutas con tráfico regular de sustancias químicas peligrosas.	Algunas minas/canteras de materiales inertes.
Reducido	Precipitación <500 mm/a con residuos residenciales/industriales tipo 1/agroindustriales.	Industrias tipo 1.	Efluente residencial, urbano mezclado, agroindustrial y minero no metalífero si el área <1 ha.	Cementerios,	

* los terrenos contaminados por industrias abandonadas deberían tener la misma categoría que las propias industrias.

Industrias tipo 1: carpinterías, fábricas de alimentos y bebidas, destilerías de alcohol y azúcar, procesamiento de materiales no metálicos.

Industrias tipo 2: fábricas de caucho, pulpa y papel, textiles, artículos eléctricos, fertilizantes, detergentes y jabones.

Industrias tipo 3: talleres mecánicos, refinería de gas y petróleo, manufactura de pesticidas, plástico, productos farmacéuticos y químicos, curtidurías, fábricas de artículos electrónicos, procesamiento de metal.

Fuente: Foster *et al*, 2002

Cuantificación de Riesgos

A partir del diagnóstico elaborado en la Fase I y la recolección de información para la identificación de peligros se clasificaron los peligros identificados en:

- Peligros Biológicos: Microorganismos principalmente bacterias, hongos, parásitos, virus entre otros.
- Peligros Químicos: Sustancias químicas como plaguicidas, detergentes, ácidos, tóxicos, entre otros.
- Peligros Físicos: Desastres naturales, averías, entre otras.

Para efectos de la cuantificación de riesgos se consideró como un “Riesgo” a la posibilidad de que los peligros identificados causen daño a las poblaciones expuestas en un rango de tiempo determinado, incluyendo la magnitud de tal daño y/o las consecuencias.

La cuantificación de riesgos se realizó por medio del método de priorización de riesgos de enfoque semi-cuantitativo (Davison *et al.* 2006). Para calcular los riesgos se utilizaron los peligros identificados utilizando la siguiente formula:

$$\text{Probabilidad} * \text{Gravedad} = \text{Riesgo}$$

Se utilizaron los valores detallados en el cuadro 5 para “Probabilidad” y “Gravedad”. Una vez obtenida la puntuación de riesgo, este se clasifico de acuerdo al cuadro 6.

Cuadro 5. Categorías de probabilidad y gravedad para la priorización de peligros identificados

Nivel	Descriptor	Definición	Puntuación
Categorías de probabilidad			
A	Casi seguro	Casi todos los días	5
B	Probable	2-4 veces por semana	4
C	Moderadamente probable	Una vez por mes	3
D	Improbable	1-2 veces por año	2
E	Excepcional	Una vez cada 5 años.	1

Categorías de gravedad			
1	Catastrófica	Potencial mortal	5
2	Importante		4
3	Moderada	Potencial dañino	3
4	Menor		2
5	Insignificante	Sin impacto o no detectable	1

Fuente: Elaboración propia tomado de OMS 2004.

Cuadro 6. Matriz de puntuación de riesgos para la clasificación de riesgos.

Nivel	Probabilidad	Gravedad de Consecuencias				
		Insignificante 1	Menor 2	Moderada 3	Importante 4	Catastrófica 5
A	Casi seguro	5	10	15	20	25
B	Probable	4	8	12	16	20
C	Moderadamente probable	3	6	9	12	15
D	Improbable	2	4	6	8	10
E	Excepcional	1	2	3	4	5

Baja	Moderada	Alta	Muy Alta	Catastrófica
1ª 4	5 a 12	15 a 16	17 a 20	21 a 25

Fuente: Elaboración propia tomado de OMS 2004.

3.4.3 Establecimiento de puntos críticos de control

Se establecieron los Puntos Críticos de Control y las medidas de control necesarias, entendiéndose por “Punto Crítico” como un punto en un proceso que falla y puede resultar en un peligro a la salud pública, o sea la posibilidad de un peligro identificado que causa daño a las poblaciones expuestas en un rango de tiempo determinado, incluyendo la magnitud de tal daño y/o las consecuencias, mientras que “medida de control” hace referencia a una acción o proceso dado, diseñado para reducir la probabilidad de que un evento suceda.

Con respecto a los puntajes obtenidos se consideraron puntos críticos de control a los riesgos clasificados como “Catastróficos” y “Muy Alto”, a estos se les concedió especial atención y prioridad formulando medidas de control específicas.

Sin embargo se formularon medidas de control para cada uno de los peligros identificados en todo el acueducto.

3.3.3 Fase III. Elaboración de un plan operacional de seguridad de agua enfocado en prácticas ambientales, estratégicas y de monitoreo.

Se elaboró un documento técnico basado en los lineamientos establecidos en el Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua de la OMS incorporando medidas ambientales enfocadas en Tecnologías Ambientales, utilizando los resultados y especificaciones necesarias que permitan la continuidad de la siguiente etapa del PSA (Implementación) por parte del acueducto Municipal de Jiménez.

Se realizó un Grupo Focal donde participaron los actores involucrados con el fin de desarrollar un programa de monitoreo tomando en cuenta la opinión y campo de acción de los mismos.

El plan operacional incluye los siguientes aspectos:

- Medidas de control identificadas en la evaluación.
- Definición de la frecuencia de muestreo en función del tipo de medida de control establecida.
- Desarrollo del monitoreo operacional con base en los límites críticos de control y verificación de que los parámetros establecidos como límites críticos de control se encuentren bajo los valores permitidos en el Reglamento para la Calidad del Agua Potable (Decreto 38924-S) y demás organismos como la Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud, entre otros.
- Determinación de medidas ambientales enfocadas en tecnologías limpias que puedan ser implementadas por la administración del acueducto.
- Establecimiento y propuesta de las alternativas en tecnologías limpias más factibles a implementar.

3.4 Técnicas e instrumentos seleccionados para el logro de los objetivos.

Las técnicas e instrumentos seleccionados para el cumplimiento de objetivos se describen en cada fase en el cuadro siete.

Cuadro 7. Técnicas e instrumentos seleccionados para la elaboración del proyecto.

Técnicas	Instrumentos
Fase I. Diagnóstico del acueducto municipal de Jiménez	
Conformación del equipo PSA	- Metodología CLIP
Evaluación del sistema de abastecimiento de agua	- Visitas al campo - Encuestas - Revisión de bases de datos de instituciones publicas - Guía de Web, libros, periódicos, revistas, etc. - Instrumento de Diagnostico
Percepción social	- Visitas al campo - Encuestas
Fase II: Identificación de peligros, riesgos y determinación de los puntos críticos de control	
Información Primaria	- Encuestas - Visitas de campo
Información Secundaria	- Revisión de bases de datos de instituciones públicas
Análisis y procesamiento de datos	- Guías conforme la OMS - Información obtenida de la recolección de información primaria y secundaria. - Matriz de Riesgos (PSA-OMS)
Fase III: Elaboración un plan operacional	
Información primaria	- Grupo Focal con miembros del equipo de

	PSA
Información Secundaria	<ul style="list-style-type: none"> - Información obtenida de las fases anteriores - Guía de - Web, libros, periódicos, revistas, etc.
Medidas de control, Desarrollo de programas y procedimientos	<ul style="list-style-type: none"> - Información obtenida en las fases anteriores

Fuente: Elaboración propia, 2017.

El procesamiento de los datos se realizó utilizando MS Excel 2010, licencia de las estudiantes y la generación de los mapas respectivos utilizando Arc GIS 9.1, licencia perteneciente al Laboratorio de Hidrología Ambiental de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Costa Rica.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Fase I. Diagnóstico del acueducto municipal de Jiménez

4.1.1 Equipo de plan de seguridad del agua (PSA)

Se procuró una conformación multidisciplinaria que permitiera integrar tanto los conocimientos como la experiencia en el área de los sistemas de abastecimiento de agua y así poder abarcar todos los temas relacionados al PSA. El equipo se comprometió a participar de forma activa y eficiente en todo el proceso ver anexo 1. Este equipo PSA cuenta con un número adecuado de integrantes que garantizan y permiten la correcta toma de decisiones, además del acceso a diferentes fuentes de información, a la infraestructura y personal que trabaja directamente con el acueducto, esto permitirá dar un adecuado seguimiento, monitoreo y control del Plan de Seguridad del Agua. (Bartram J, *et.al*, 2009)

En el cuadro 8 se presentan los integrantes finales del equipo PSA y la institución a la que estos pertenecen.

Cuadro 8. Integrantes del equipo PSA

Representante	Institución
Erick Orozco	COMCURE
Carlos Petersen	Municipalidad de Jiménez (Administrador del acueducto municipal)
Carlos Acuña Leandro	Municipalidad de Jiménez (Funcionario del acueducto municipal)
Roberto Madriz	Asociación Solidarista
Luis Gómez	MINSA
Lucrecia Navarro	MINSA

Fuente: Elaboración propia, 2016.

4.1.2 Área Administrativa / Información general del operador

El ente operador encargado de prestar los servicios del acueducto e hidrantes es la municipalidad, abasteciendo al distrito de Juan Viñas conformado por la comunidad de Juan Viñas y La Victoria. Esta se caracteriza por ser una población mixta; se cuenta con los siguientes servicios públicos: energía eléctrica, telefonía, transporte público, correo postal, internet, educación primaria / secundaria y centro de salud.

El hecho de los servicios públicos, específicamente de agua y saneamiento básico sean prestados por el mismo ente presenta un beneficio sobre todo en zonas rurales pues los gobiernos locales representan estructuras sociales tradicionales que han surgido como alternativa de suministro de agua desde muchos años atrás, con el fin de abastecer de agua a las comunidades circundantes en los territorios de su influencia, partiendo de la base que por ser el gobierno local son los encargados directos de garantizar el correcto suministro de agua potable además de brindar

apoyo y asesoría a todas las demás organizaciones sociales y comunitarias. (Correa, H. D.2006).

4.1.3 Gestión Ambiental

Dentro de las acciones que ha desarrollado la municipalidad para la protección del ambiente se encuentran la "Feria ambiente, agua y salud", campañas de reforestación, actividades con los estudiantes de la escuela donde se tratan temas ambientales como acopio, compostaje y residuos; de igual forma se organizan caminatas recreativas como la de "Siembra un árbol" donde se reforestan diferentes zonas en conjunto con el comité de deportes.

Según información de la municipalidad no se cuentan con estudios técnicos para definir las áreas de protección, programas de adaptación al cambio climático, estudios técnicos para definir el balance hídrico ni programas de eficiencia energética.

Las iniciativas en gestión ambiental dentro de los gobiernos locales son de suma importancia pues representan el esfuerzo de estas entidades en brindar un abordaje integral al servicio y manejo del recurso hídrico por medio de la educación y capacitación con respecto a la prevención del riesgo y la vulnerabilidad, el análisis químico y microbiológico, la implementación tecnológica y los esfuerzos en reforestación. (Torres, R. 2005).

4.1.4 Mantenimiento

Como parte del recurso humano designado al acueducto se encuentran el Sr. Carlos Petersen (administrador), Jean Carlos Jiménez (fontanero), Carlos Acuña Leandro (fontanero); todos contratados tiempo completo de 6 a 3 p.m. asegurados y con póliza del INS por accidentes.

El mantenimiento en las fuentes se realiza 3 veces por semana (lunes, miércoles y viernes), en los tanques se realiza una vez al año o semestral si es necesario, en las

válvulas cuando sea necesario, en los equipos de desinfección es diario y en los hidrómetros anual si es necesario, sin embargo no se lleva registro y bitácora sobre estas acciones, tampoco se tienen registros de control operativo y de trabajo de campo. No se posee manual de operación del acueducto, programa de control de calidad de agua, ni de mantenimiento y limpieza.

Las labores de operación se basan en mediciones eventuales efectuadas por el AYA (en algunas nacientes, tanques y red de distribución), lectura de los medidores en las casas de manera mensual, reparación de fugas y de manera no estructurada y eventual se realiza limpieza de los componentes del acueducto. No se cuentan con un Plan de Interrupciones ni Procedimientos de Detección de Fugas, para mantenimiento y reparación se realizan un aproximado de más de 4 cortes de agua al año donde el promedio de reparación varía de 1 día a 3 semanas.

En cuanto a la gestión comercial se cuenta con buena disponibilidad de agua para suplir la demanda creciente del acueducto, a la fecha existen 67 previstas en espera de las cuales se calcula una tasa anual de conexión del 4% al 12%.

Por otra parte en ninguno de los sistemas se realiza una gestión integrada de los riesgos, el acueducto no cuenta con un plan de seguridad del agua tampoco con plan para la atención de emergencias y desastres ni con un plan de contingencia estacional.

En cuanto a las tarifas se realizan lecturas manuales mensualmente de las cuales tienen registros históricos mayores a un año. Cuentan con sistema de facturación automatizado y se realiza la recaudación externa en los bancos. Se cobra un 10% por morosidad.

No se aplica la tarifa oficial y vigente de ARESEP, se cobran como base 2650 colones más lo que se marque en la micromedición y en la tarifa fijas se cobran 5 400 colones mensuales.

Se cuenta con los costos reales de operación y mantenimiento identificados, estos se financian por medio de las tarifas establecidas a los habitantes abastecidos. Anualmente se estima un costo aproximado de 2 000 000 de colones en insumos para la desinfección mientras que para el control de calidad se invierten unos 2 200 000 colones. La municipalidad dedica un 10% del presupuesto anual al acueducto. Se cuenta con oficinas adecuadas para la atención al cliente donde se reciben las quejas y se les da seguimiento.

Los acueductos manejados por el gobierno local de una zona rural no siempre cuentan con los conocimientos técnicos ni el personal necesario para dar el mantenimiento adecuado y asegurar un correcto abastecimiento del servicio, es por esto que los recursos financieros son una pieza clave para su correcto funcionamiento.

De igual manera se recomienda que los habitantes de la zona comprendan la importancia de cuidar la infraestructura de cada componente del acueducto, pagar un precio justo por el servicio además y acatar las recomendaciones para evitar cualquier tipo de contaminación del agua y proteger la salud. (OPS, 2006)

4.1.5 Diagrama de flujo

A continuación, se presentan los diagramas de los sistemas pertenecientes al acueducto municipal, así como sus principales componentes, con el fin de lograr un mejor entendimiento del proceso de abastecimiento de agua potable para el Acueducto Municipal de Jiménez (Figuras 2 y 3).

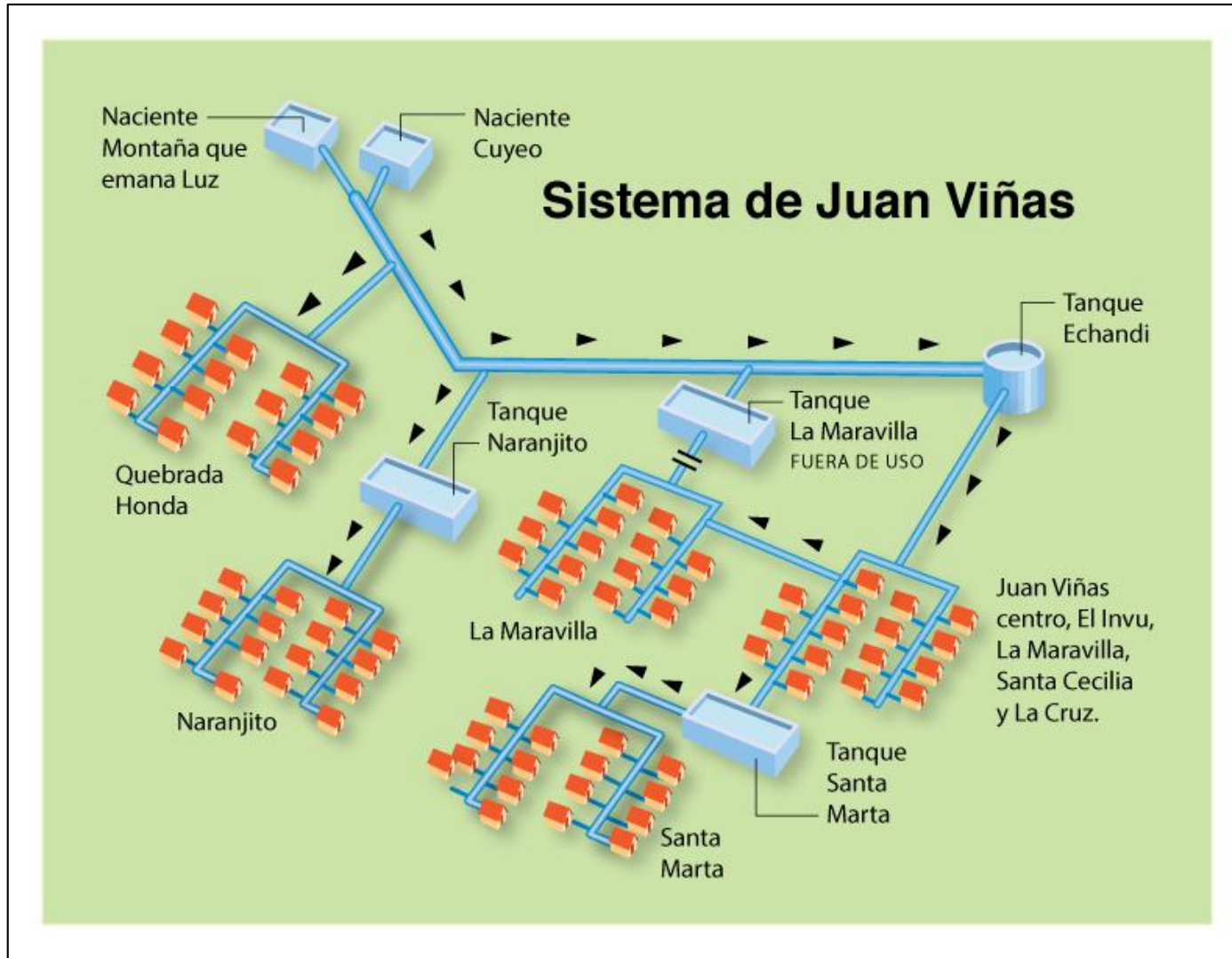


Figura 2. Diagrama de flujo del sistema Juan Viñas.

Fuente: Elaboración propia, 2017.



Figura 3. Diagrama de flujo del sistema La Victoria.

Fuente: Elaboración propia, 2017

4.1.6 Comunidades abastecidas por el acueducto.

Las comunidades que abastece el acueducto Municipal de Jiménez corresponden a Los Recuerdos, Flor de Lyss, Santa Elena, Los Jobitos y Alto Victoria, Los Mora, Chiz, Naranjito, Centro, INVU, Maravilla, Santa Cecilia, La Cruz, Santa Marta; para un total de 1 377 servicios (cuadro 9).

Cuadro 9. Comunidades abastecidas por el acueducto Municipal de Jimenez.

Sistema	Sector	N° de servicios
La Victoria	Los Recuerdos	31
	Flor de Lyss	30
	Santa Elena	136
	Los Jobitos y Alto Victoria	335
	Los Mora	28
	Chiz	23
Juan Viñas	Naranjito	42
	Centro	258
	INVU	201
	Maravilla	193
	Santa Cecilia	55
	La Cruz	17
	Santa Marta	28

Fuente: Elaboración propia, 2017.

El sector Quebrada Honda se puede identificar como mixto ya que recibe agua de ambos sistemas debido a la ubicación de las casas, para un total de 18 servicios. Del total de servicios solo los Jobitos y Alto Victoria, Los Mora y Quebrada Honda tienen paja fija, los demás se manejan con medidor. En la figura 4 se presenta un mapa con la ubicación de los sistemas dentro del cantón de Jiménez.

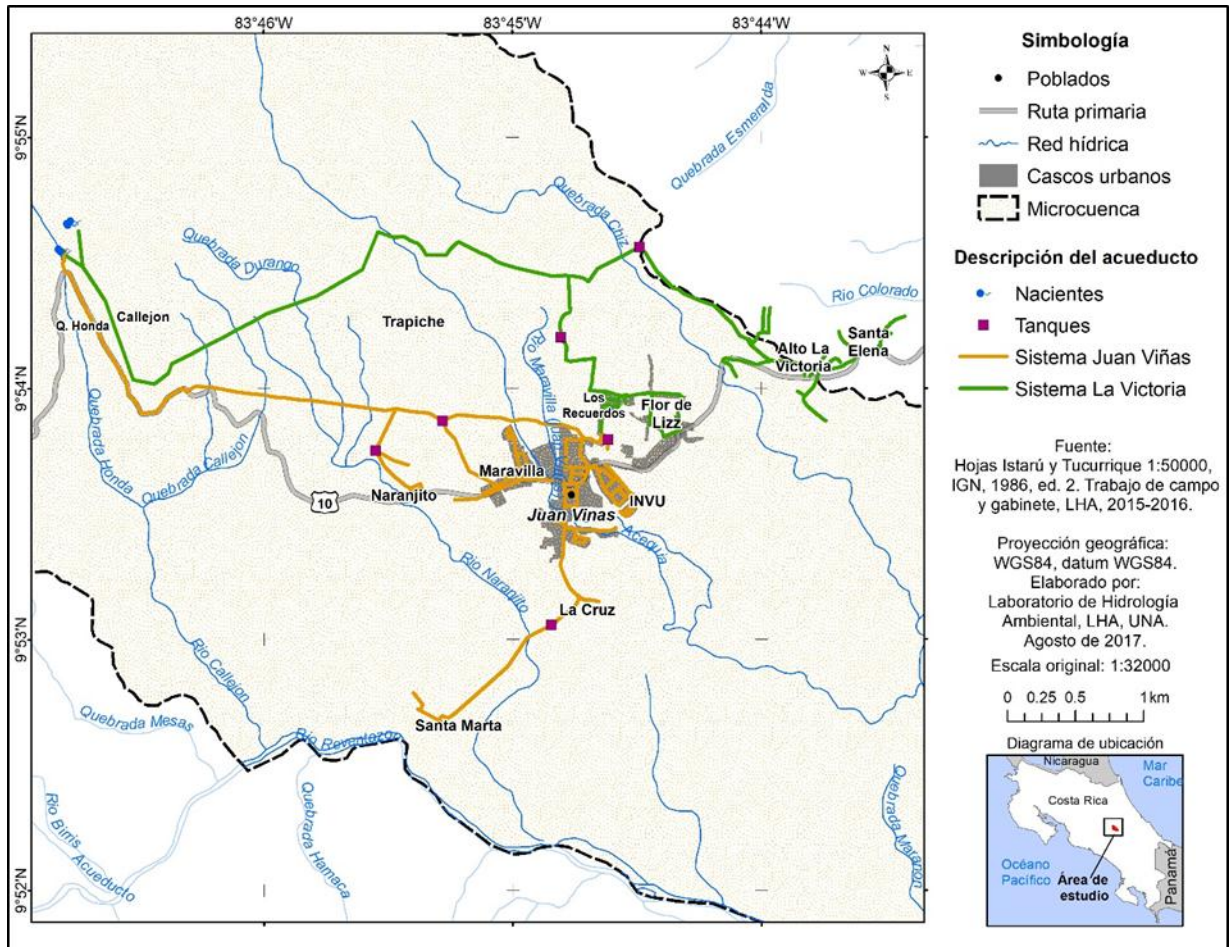


Figura 4. Ubicación de los sistemas Juan Viñas y La Victoria dentro del cantón de Jiménez.

4.1.7 Descripción de infraestructura y componentes del sistema La Victoria

Es un sistema por gravedad, según datos de la municipalidad no se cuenta con el manual de operación y mantenimiento del sistema el cual es un requisito indispensable para su correcto funcionamiento. No existe ningún tipo de croquis, dibujo, diseño o planos de la red por lo que no se pudo determinar su área de cobertura. Este sistema es individual por lo que no existen interconexiones con otros sistemas.

La zona donde se ubican las fuentes de abastecimiento son propiedad de la Municipalidad de Jiménez, en esta zona se ubican las nacientes Los Camacho,

Bromelias y Heliconias, su concesión se encuentra en trámite con el MINAE. Hasta la fecha la municipalidad no ha reportado la necesidad de utilizar fuentes alternativas para abastecimiento.

Fuentes de Abastecimiento/Captación

El abastecimiento de agua se realiza mediante la toma de 3 nacientes permanentes ubicadas dentro del sector de Quebrada Honda, que según el mapa de uso de suelo se clasifica como bosque Intervenido, al sur de la comunidad de Capellades.

A continuación se presentan las nacientes por sistema, ubicación y caudal promedio:

Cuadro 10. Información sobre las nacientes por sistema, ubicación y caudal promedio.

Sistema	Naciente	Caudal Promedio (L/s) Verano 2015 (Dic-Abr)	Caudal Promedio (L/s) Invierno 2015 (May-Nov)	Caudal Promedio (L/s) Verano 2016 (Dic-Abr)	Caudal Promedio (L/s) Invierno 2016 (May-Nov)
La Victoria	Naciente 1 Heliconias	13,04	7,33	3,67	8,84
	Naciente 2 Los Camacho (Desconectada)	2,23	1,25	0,60	2,42
	Naciente 3 Bromelias (Desconectada)	2,00	0,73	0,58	2,31

Fuente: Elaboración propia con información de la municipalidad, 2017.

No existe demarcación del área de protección legal del sitio de captación ni cuenta con ningún tipo de malla perimetral para su protección inmediata sin embargo se

realiza vigilancia periódica mediante visitas al sitio, tampoco cuentan con condiciones de acceso adecuado a las fuentes ni servidumbre de acceso.

A pesar de no poseer protección contra la contaminación ambiental, no existe presencia de basura en los alrededores, pero es importante mencionar la presencia de fuentes de contaminación en la zona de descarga inmediata de las nacientes como cultivos y actividad ganadera a pequeña escala. La zona de protección de las fuentes no corresponde completamente a cobertura boscosa, dentro de los 200 m de radio fijo hay incidencia de actividades agrícolas.

Naciente Los Camacho y Naciente Bromelias (Inactivas)

Ambas nacientes captadas mediante cajas las cuales cuentan con tapa y cierres de seguridad pero no con muros de protección. Las válvulas de regulación y las paredes se encuentran en buen estado. Los respiraderos (tuberías de rebalse) con rejilla de protección, en el caso de escorrentía no existen drenajes para desviar el agua.

En general la infraestructura está en buen estado, libre de fugas; al estar ubicadas en zonas boscosas es común encontrar dentro de estas hojas, raíces o sedimentos, de igual forma algunos animales deambulan en los alrededores por lo que se pueden considerar una fuente de contaminación además de las actividades agrícolas en las zonas cercanas.

Naciente Heliconias (Activa)

Al igual que las dos nacientes anteriores esta presenta una toma de tipo caja con sus tapas y cierres de seguridad correspondientes pero con ausencia de un muro de protección. Cuenta con válvulas en buen estado y no se observan fugas o grietas en las paredes. Existen respiraderos y drenajes para desviar el agua de escorrentía. Se indicó que a veces se encuentran hojas o raíces dentro de la caja y residuos de animales en los alrededores. Ubicada en zona con actividad agrícola.

Líneas Conducción

Las tuberías de conducción varían de un diámetro de 2 a 8 pulgadas. Entre los dos sistemas la longitud de la tubería abarca 25 km, se desconoce la longitud individual. Estas se encuentran parcialmente enterradas.

Conformada por tubería de PVC y hierro de 25 y 100 años de antigüedad respectivamente. En la tubería se identificaron problemas de corrosión, vandalismo y fugas. No existen válvulas reguladoras de presión pero si se cuenta con dos tanques quiebra gradientes los cuales mantienen en buen estado al igual que los pasos elevados. Las válvulas de limpieza son de PVC y se encuentran en condición regular. Respecto a las fosas de inspección de los tanques quiebra gradientes estas no cuentan con borde de concreto que impida el ingreso de las aguas de lluvia ni poseen un sistema seguro de cierre, sin embargo no se observan grietas o fugas en las paredes.

Tanques Almacenamiento

Tanque de almacenamiento Los Recuerdos

Tanque semienterrado de 70 m³ elaborado con concreto. Dentro de sus condiciones generales según se pueden mencionar las siguientes:

- ✓ Pintado.
- ✗ Paredes con grietas y fugas.
- ✗ Tapa de inspección no cuenta con borde perimetral para evitar la entrada de agua de lluvia.
- ✓ Tapa de inspección con sistema de cierre seguro.
- ✗ No existe acera perimetral.
- ✓ Techo en buenas condiciones de impermeabilidad.
- ✓ El nivel de agua del tanque está a más de ¼ de su capacidad.
- ✓ Escaleras internas y externas del tanque en buen estado.
- ✓ Dentro del tanque se encuentra libre de sedimentos, raíces, algas y/o hongos.

- ✓ Cerca de protección en buenas condiciones alrededor del tanque.
- ✓ Áreas alrededor del tanque limpias y bien mantenidas.
- ✗ Existen focos de contaminación por actividad agrícola en zonas cercanas al tanque.
- ✓ Cuenta con rejilla de protección de respiraderos.
- ✓ Cuenta con tubería de rebalse.

Tanque de almacenamiento La Victoria

Tanque elevado de 210 m³ elaborado con metal. Dentro de sus condiciones generales según se pueden mencionar las siguientes:

- ✓ Pintado.
- ✓ Paredes libres de grietas, fugas y agujeros.
- ✗ Paredes con herrumbre.
- ✗ Tapa de inspección no cuenta con borde perimetral para evitar la entrada de agua de lluvia.
- ✓ Tapa de inspección con sistema de cierre seguro.
- ✗ No existe acera perimetral.
- ✓ Techo en buenas condiciones de impermeabilidad.
- ✗ No se logra comprobar si el nivel de agua del tanque está a más de ¼ de su capacidad.
- ✗ Escaleras internas (no se pudieron observar) y las externas del tanque si se encuentran en buen estado.
- ✗ No se pudo determinar si dentro del tanque existen sedimentos, raíces, algas y/o hongos.
- ✗ No se cuenta con cerca de protección alrededor del tanque.
- ✗ Áreas alrededor del tanque no están limpias ya que se observaron residuos.
- ✗ Existen focos de contaminación por actividad agrícola y basura en zonas cercanas al tanque.
- ✓ Cuenta con rejilla de protección de respiraderos.
- ✓ Cuenta con tubería de rebalse.

Red de Distribución

En el cuadro 11 se presentan los sectores abastecidos por el sistema La Victoria y el tanque de cual proviene el flujo.

Cuadro 11. Distribución del agua a cada sector del sistema La Victoria según tanque de procedencia.

Sistema	Tanque de procedencia	Sector
La Victoria	Los Recuerdos	Los Recuerdos
		Flor de Lyss
	La Victoria	Santa Elena
		Los Jobitos y Alto Victoria
		Los Mora
		Chiz

Fuente: Elaboración propia, 2017

Red elaborada con PVC, sus diámetros varían entre las 2 y las 4 pulgadas, no se conoce su extensión exacta. Por el momento no se realizan mediciones de presión ya que los manómetros son muy nuevos y no está determinado el protocolo para su uso de parte de los fontaneros.

A pesar de que la tubería se encuentra bien enterrada y sin huecos se observaron algunas fugas en diferentes tramos de la red. No existe vulnerabilidad por deslizamientos ni escorrentía superficial sin embargo es propensa a actos vandálicos. Los pasos elevados identificados se encuentran en buen estado. La tubería de PVC no está protegida en todos los puntos. Si cuenta con sistema de purga.

4.1.8 Descripción de infraestructura y componentes del sistema Juan Viñas

Es un sistema por gravedad, al igual que el sistema anterior no se cuenta con el manual de operación y mantenimiento. No existe ningún tipo de croquis, dibujo, diseño o planos de la red por lo que no se pudo determinar su área de cobertura en km².

Este sistema es individual por lo que no existen interconexiones con otros sistemas. La propiedad donde se ubican las nacientes Montaña que Emanan Luz y Cuyeo pertenece a la Municipalidad de Jiménez, su concesión se encuentra en trámite con la Dirección de Aguas del MINAE. Hasta la fecha la municipalidad no ha reportado la necesidad de utilizar fuentes alternativas para abastecimiento.

Fuentes de Abastecimiento/Captación

El abastecimiento de agua se realiza mediante la toma de 2 nacientes permanentes ubicadas dentro del sector de Quebrada Honda, que según el mapa de uso de suelo se clasifica como bosque Intervenido, al sur de la comunidad de Capellades (ver anexo 3). A continuación (cuadro 12) se presentan las nacientes por sistema, ubicación y caudal promedio.

Cuadro 12. Datos sobre naciente, ubicación y caudal promedio para el sistema Juan Viñas.

Sistema	Naciente	Caudal Promedio (L/s) Verano 2015 (Dic-Abr)	Caudal Promedio (L/s) Invierno 2015 (May-Nov)	Caudal Promedio (L/s) Verano 2016 (Dic-Abr)	Caudal Promedio (L/s) Invierno 2016 (May-Nov)
Juan Viñas	Naciente 4 Cuyeo	10,41	5,09	3,45	6,33
	Naciente 5 Montaña que Emanan Luz (Desconectada)	4,19	2,22	0,97	2,69

Fuente: Elaboración propia, 2017.

No existe demarcación del área de protección legal del sitio de captación ni cuenta con ningún tipo de cerca para su protección inmediata sin embargo se realiza vigilancia periódica mediante visitas al sitio, tampoco cuentan con condiciones de acceso adecuado a las fuentes ni servidumbre de acceso.

A pesar de no poseer protección de contaminación ambiental no existe presencia de basura en los alrededores, pero es importante mencionar la presencia de fuentes de contaminación en la zona de descarga inmediata de las nacientes como cultivos y actividad ganadera a pequeña escala.

Naciente Montaña que Emanan Luz (Inactiva)

Captación tipo cajas las cual cuenta con tapa y cierres de seguridad, pero no con muros de protección. Las válvulas de regulación y las paredes se encuentran en buen estado. Los respiraderos (tuberías de rebalse) poseen rejilla de protección, en el caso de escorrentía no existen drenajes para desviar el agua.

En general la infraestructura está en buen estado, libre de fugas; al estar ubicadas en zonas boscosas es común encontrar dentro de estas hojas, raíces o sedimentos, de igual forma algunos animales deambulan en los alrededores por lo que se pueden considerar una fuente de contaminación.

Manantial o Naciente Cuyeo (Activa)

Al igual que la naciente anterior esta presenta una toma de tipo caja con sus tapas y cierres de seguridad correspondientes, si existe muro de protección, pero en mal estado debido a la caída de unos. Cuenta con válvulas en buen estado y no se observan fugas o grietas en las paredes. Existen respiraderos y drenajes para desviar el agua de escorrentía. Se indicó que a veces se encuentran hojas o raíces dentro de la caja y residuos de animales en los alrededores además de aguas estancadas. En general la infraestructura se encuentra en buen estado sin embargo le falta mantenimiento a las cajas de válvulas.

Líneas de Conducción

Las tuberías de conducción varían de un diámetro de 2 a 8 pulgadas. Entre los dos sistemas la longitud de la tubería abarca 25 km, se desconoce la longitud individual. Estas se encuentran parcialmente enterradas.

Conformada por tubería de PVC y hierro de 25 y 100 años de antigüedad respectivamente. En la tubería se identificaron problemas de corrosión, vandalismo y fugas. No existen válvulas de aire ni reguladoras de presión, pero si se cuenta pasos elevados en buen estado y protegidos. Las válvulas de limpieza son de PVC y se encuentran en condición regular.

Tanques de Almacenamiento

Tanque de almacenamiento Naranjito

Tanque de concreto semienterrado de 50 m³. Dentro de sus condiciones generales según se pueden mencionar las siguientes:

- ✓ Pintado.
- ✓ Paredes sin grietas y fugas.
- ✗ Tapa de inspección no cuenta con borde perimetral para evitar la entrada de agua de lluvia.
- ✓ Tapa de inspección con sistema de cierre seguro.
- ✗ No existe acera perimetral.
- ✓ Techo en buenas condiciones de impermeabilidad.
- ✓ El nivel de agua del tanque está a más de ¼ de su capacidad.
- ✗ Escaleras internas no se logran ver.
- ✗ Dentro del tanque no se encuentra libre de sedimentos, raíces, algas y/o hongos.
- ✗ No cuenta con cerca de protección en buenas condiciones alrededor del tanque.

- ✗ Áreas alrededor del tanque no están limpias ni bien mantenidas.
- ✓ No existen focos de contaminación por actividad agrícola en zonas cercanas al tanque.
- ✗ No cuenta con rejilla de protección de respiraderos.
- ✓ Cuenta con tubería de rebalse.

Tanque de almacenamiento Echandi

Tanque elevado de 210 m³ elaborado con metal. Dentro de sus condiciones generales según se pueden mencionar las siguientes:

- ✓ Pintado.
- ✓ Paredes libres de grietas, fugas y agujeros.
- ✗ Paredes con herrumbre.
- ✗ Tapa de inspección no cuenta con borde perimetral para evitar la entrada de agua de lluvia.
- ✓ Tapa de inspección con sistema de cierre seguro.
- ✗ No existe acera perimetral.
- ✓ Techo en buenas condiciones de impermeabilidad.
- ✗ No se logra comprobar si el nivel de agua del tanque está a más de ¼ de su capacidad.
- ✗ Escaleras internas (no se pudieron observar) y las externas del tanque si se encuentran en buen estado.
- ✗ No se pudo determinar si dentro del tanque existen sedimentos, raíces, algas y/o hongos.
- ✓ Cuenta con cerca de protección alrededor del tanque.
- ✓ Áreas alrededor del tanque limpias y bien mantenidas.
- ✓ Libre de focos de contaminación por actividad agrícola y basura en zonas cercanas al tanque.
- ✓ Cuenta con rejilla de protección de respiraderos.
- ✓ Cuenta con tubería de rebalse.

Tanque de almacenamiento La Maravilla

Tanque de concreto semienterrado de 70 m³. Dentro de sus condiciones generales se pueden mencionar las siguientes:

- ✓ Pintado.
- ✓ Paredes sin grietas y fugas.
- ✗ Tapa de inspección no cuenta con borde perimetral para evitar la entrada de agua de lluvia.
- ✓ Tapa de inspección con sistema de cierre seguro.
- ✗ No existe acera perimetral.
- ✓ Techo en buenas condiciones de impermeabilidad.
- ✓ El nivel de agua del tanque está a más de ¼ de su capacidad.
- ✗ Escaleras internas no se logran ver.
- ✓ Dentro del tanque se encuentra libre de sedimentos, raíces, algas y/o hongos.
- ✓ Cuenta con cerca de protección en buenas condiciones alrededor del tanque.
- ✗ Áreas alrededor del tanque no están limpias ni bien mantenidas.
- ✓ No existen focos de contaminación por actividad agrícola en zonas cercanas al tanque.
- ✗ No cuenta con rejilla de protección de respiraderos.
- ✓ Cuenta con tubería de rebalse.

Tanque de almacenamiento Santa Marta

Tanque de concreto semienterrado de 35 m³. Dentro de sus condiciones generales se pueden mencionar las siguientes:

- ✓ Pintado.
- ✓ Paredes sin grietas y fugas.
- ✗ Tapa de inspección no cuenta con borde perimetral para evitar la entrada de agua de lluvia.
- ✓ Tapa de inspección con sistema de cierre seguro.
- ✓ Si existe acera perimetral.

- ✓ Techo en buenas condiciones de impermeabilidad.
- ✓ El nivel de agua del tanque está a más de $\frac{1}{4}$ de su capacidad.
- ✗ Escaleras internas no se logran ver.
- ✗ Dentro del tanque no se encuentra libre de sedimentos, raíces, algas y/o hongos.
- ✓ Cuenta con cerca de protección en buenas condiciones alrededor del tanque.
- ✓ Áreas alrededor del tanque están limpias y bien mantenidas.
- ✓ No existen focos de contaminación por actividad agrícola en zonas cercanas al tanque.
- ✓ Cuenta con rejilla de protección de respiraderos.
- ✓ Cuenta con tubería de rebalse.

Red de Distribución

En el cuadro 13 se presentan los sectores abastecidos por el sistema Juan Viñas y el tanque de cual proviene el flujo.

Cuadro 13. Distribución del agua a cada sector del sistema Juan Viñas según tanque de procedencia.

Sistema	Tanque de procedencia	Sector
Juan Viñas	Naranjito	Naranjito
	Echandi	Centro
		INVU
		Maravilla
		Santa Cecilia
		La Cruz
		Santa Marta

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Red elaborada con PVC, sus diámetros varían entre las 2 y las 6 pulgadas, no se conoce su extensión exacta. Por el momento no se realizan mediciones de presión ya que los manómetros son muy nuevos y no hay protocolos establecidos por los fontaneros.

A pesar de que la tubería se encuentra bien enterrada y sin huecos se observaron algunas fugas en diferentes tramos de la red. No existe vulnerabilidad por deslizamientos ni escorrentía superficial sin embargo es propensa a actos vandálicos. Los pasos elevados identificados se encuentran en buen estado. La tubería de PVC no está protegida en todos los puntos. Si cuenta con sistema de purga.

4.1.9 Sistema de Hidrantes

El acueducto cuenta con 22 hidrantes en el sistema Juan Viñas y 6 hidrantes en La Victoria. No existe un plan de mantenimiento documentado sin embargo si se cuenta con el apoyo de los bomberos.

Cabe mencionar que debido a que se poseen tuberías de 3 pulgadas esto ocasiona que la tubería no posea la presión adecuada que se estipula en la Ley de Hidrantes 8641 y su Reglamento, la cual indica que toda interconexión de un hidrante a la red de abastecimiento de agua se debe realizar a una tubería con un diámetro nominal igual o mayor a 100 milímetros, lo cual repercute directamente en que los sistemas no posean la capacidad para ubicar todos los hidrantes que corresponden. (Villanueva, J. 1983)

4.1.10 Desinfección

Como medio de desinfección se utilizan las pastillas de Hipoclorito de calcio diluido al 68%. Se aplica media pastilla cada día los lunes, miércoles y viernes o cuando se haya diluido.

La desinfección se realiza en las nacientes utilizando un sistema de cloración rustico que consiste en un tubo de PVC colocado de forma vertical con la porción de pastilla dentro, el mismo posee orificios en la parte de abajo los cuales permiten el paso del agua generando un caudal que produce que la pastilla se vaya diluyendo. La tasa de dosificación se ajusta a los cambios en el caudal que pasan por el tubo.

Actualmente el acueducto no posee un control con respecto al cloro residual, lo cual no permite asegurar que exista la concentración suficiente de cloro para que el agua sea apta para el consumo o para tomar las medidas en caso de que se exceda la concentración en el agua representando un posible problema a la salud de la comunidad.

Cuando se reparan las fugas en las tuberías de las líneas de conducción no se realiza desinfección.

4.1.11 Control de la calidad del agua

Los valores de los parámetros obtenidos en los análisis N1, N2 y N3 (requeridos para este tipo de acueducto) del periodo 2013 -2016 y su comparación con los niveles permitidos para ambos sistemas se muestran en los cuadros 14 y 15. Ningún parámetro físico químico sobrepasa el valor máximo admisible y ambos sistemas dieron negativos (ausente) en los resultados microbiológicos.

Según la entrevista realizada al encargado del acueducto los laboratorios del AyA realizan los análisis correspondientes trimestralmente, estos cesaron en el año 2015 y ahora se realizan solo cuando es necesario. Para obtener los datos se utilizaron los registros de los años anteriores y los resultados de los muestreos realizados por el laboratorio de Hidrología de la Universidad Nacional.

Cuadro 14. Resultados de análisis físico químicos y microbiológicos para el sistema La Victoria.

Parámetro	Quebrada Honda (Heliconias, Camacho, Bromelias)	Tanque Los Recuerdos	Tanque La Victoria	Red de Distribución	Valor Máximo Admisible
Control Operativo					
Turbiedad (UNT)	0.17	0	0	0.133	5
Olor	---	---	---	---	Debe ser aceptable
Sabor	---	---	---	---	Debe ser aceptable
pH	6.60	7.17	6.5	6.8415	8,0
Cloro residual libre	0.04	0.515	0,579	0.3948	0,6
Temperatura	18.85	20.9	21.9	22.09	
N1					
Color aparente (U-Pt-Co)	2	0	0	2	15
Conductividad $\mu\text{S/cm}$	135.47	343	90	182.92	-
E. coli (NMP/100 ml o UFC/100 ml)	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	No detectable
Cloro residual combinado (mg/L)	---	---	---	---	1,8
N2					
Aluminio (mg/L)	n.a	n.a	n.a	n.a	0,2
Calcio (mg/L)	12.16	12.92	11.3934	11.97	100
Cloruro (mg/L)	2.092	3.42	2.94965	2.41	250
Cobre (mg/L)	9	0	0	0	2,0
Dureza Total (mg/L)	55.33	0	0	0	400

Fluoruro (mg/L)	0.1	0.10185	n.a	n.a	0,7 a 1,5
Hierro (mg/L)	n.a	0	0	n.a	0,3
Magnesio (mg/L)	5.12	6.0318	5.5018	5.6887	50
Manganeso (mg/L)	n.a	0	0	0	0,5
Potasio (mg/L)	2.914	3.1076	3.10235	2.6832	10
Sodio (mg/L)	5.166	6.0953	5.1898	5.3555	200
Sulfato (mg/L)	1.16	1.4244	1.13195	1.1668	250
Zinc (mg/L)	NA	0	0	0	3,0
Plomo* (mg/L)	NA	0	0	0	0,01
Nitrato* (mg/L)	7.87	9.43845	7.9697	8.1024	50

Fuente: Elaboración propia con datos del Laboratorio de Hidrología Ambiental, 2017.

Cuadro 15. Resultados de análisis físico químicos y microbiológicos para el sistema Juan Viñas.

Parámetro	Quebrada Honda (Montaña que Emanaluz)	Quebrada Honda (Cuyeo)	Tanque Naranjito	Tanque Echandi	Tanque La Maravilla	Tanque Santa Marta	Distribución	Valor Máximo Admisible
Control Operativo								
Turbiedad (UNT)	0.2	0.2333	0	0	0	0	0.2	5
Olor	---	---	---	---	---	---	---	Debe ser aceptable
Sabor	---	---	---	---	---	---	---	Debe ser aceptable
pH	6.376	6.527	6.7	6.9	6.4942	7.17	6.75	8,0
Cloro residual libre	0	0	0.4283	0.5187	0.47	0.29	0.3593	0,6
Temperatura	17.77	18.71	22.5	22.6	20.44	21.46	22.97	
N1								
Color aparente (U-Pt-Co)	3.5	2	0	0	0	0	2	15

Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$	137	125.9	490	90	155.57	121.0004	143.53	-
E. coli (NMP/100 ml o UFC/100 ml)	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	No detectable
Cloro residual combinado (mg/L)	---	---	---	---	---	---	---	1,8
N2								
Aluminio (mg/L)	2	7.5	0	0	0	0	0	0,2
Calcio (mg/L)	12.03	11.83	12.1404	11.4641	5.7	8.5822	11.58	100
Cloruro (mg/L)	0.7867	3.3457	1.47635	1.5586	3.66	1.3551	1.5438	250
Cobre (mg/L)	3	0	0	0	0	0	0	2,0
Dureza Total (mg/L)	58	60	0	0	0	0	0	400
Fluoruro (mg/L)	0.1833	0.1543	n.a	0.0170	0	0.01	0.0280	0,7 a 1,5
Hierro (mg/L)	0	11	0	0	0	0	0	0,3
Magnesio (mg/L)	7.7667	5.6122	4.99855	7.0653	3.4	4.4796	6.5465	50
Manganeso (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0	0,5
Potasio (mg/L)	3.7667	2.8694	2.03995	3.0509	0.595	1.5001	2.9118	10
Sodio (mg/L)	6.5	5.7152	5.8556	6.1468	3.025	5.0557	6.3911	200
Sulfato (mg/L)	1.5433	1.5998	1.156	1.8416	1.495	1.2127	1.63705	250
Zinc (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0	3,0
Plomo* (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0	0,01
Nitrato* (mg/L)	3.8567	3.3901	1.2537	4.1428	4.24	2.0753	3.2469	50

Fuente: Elaboración propia con datos del Laboratorio de Hidrología Ambiental, 2017.

4.1.12 Percepción social

De acuerdo a la información obtenida en relación al manejo intradomiciliar del agua se obtuvo que un 98% de la población tienen agua las 24 horas del día; de esta el 32% de los entrevistados consideran que es de calidad excelente, 23% muy buena, 34% buena y 10% regular, dicha clasificación basada en características fisicoquímicas como color, olor, sabor, turbidez entre otras (Figura 5).

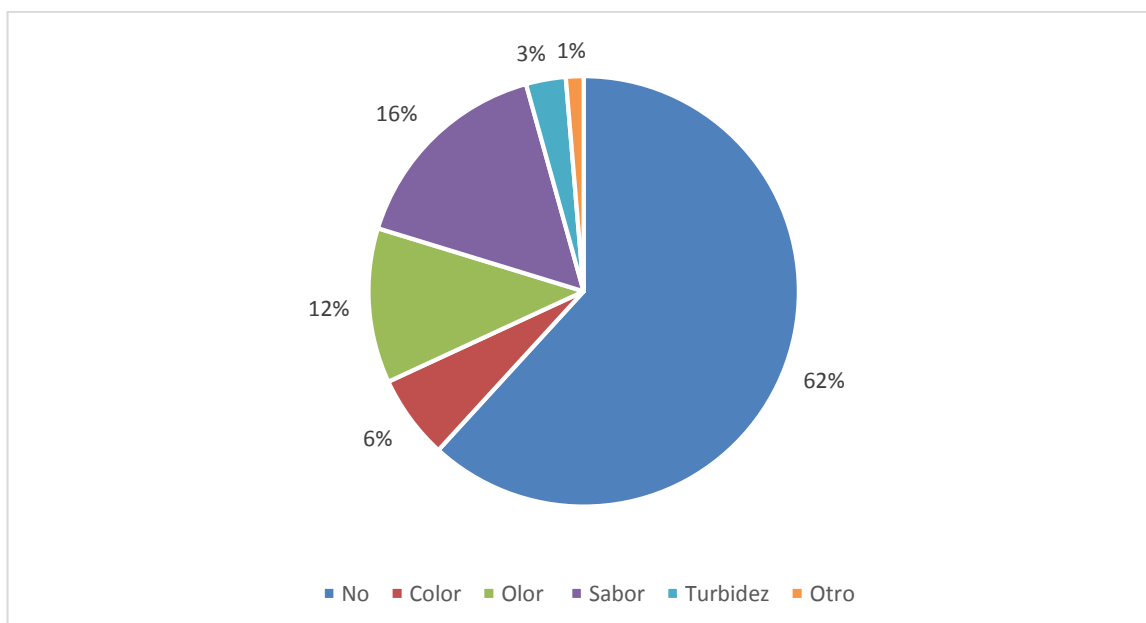


Figura 5. Características fisicoquímicas del agua recibida en los hogares.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Respecto al tratamiento del agua el 98,7% no utiliza ningún sistema independiente al del acueducto mientras que el 1.3% restante adecuaron sus tuberías con filtros o mallas. De igual forma para regular la presión el 68% no utiliza ningún material en los tubos, el 38% restante utilizan trapos, mangueras, bolsas o plásticos. El 84% de la población no utiliza sistemas de almacenamiento mientras que el otro 16% utiliza tanques, estañones y botellas (Figura 6).

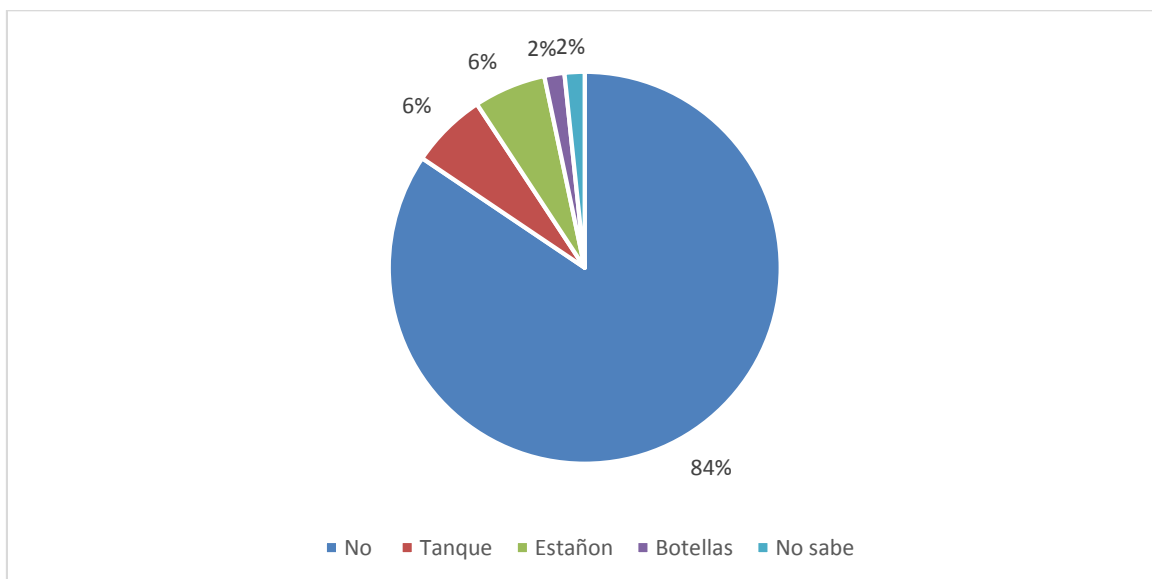


Figura 6. Sistemas de almacenamiento de agua en los hogares.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Se obtuvo que el 41% de los hogares nunca ha tenido interrupciones en el servicio de agua, mientras que otro 41% ha tenido falta de agua de 1 a 2 veces por año; estos casos se deben al mantenimiento de los tanques o por alguna fuga en las tuberías (Figura 7). Debido a esta situación los vecinos utilizan recursos alternativos como agua de lluvia (17%), pozos (1%) y ríos o quebradas (1%).

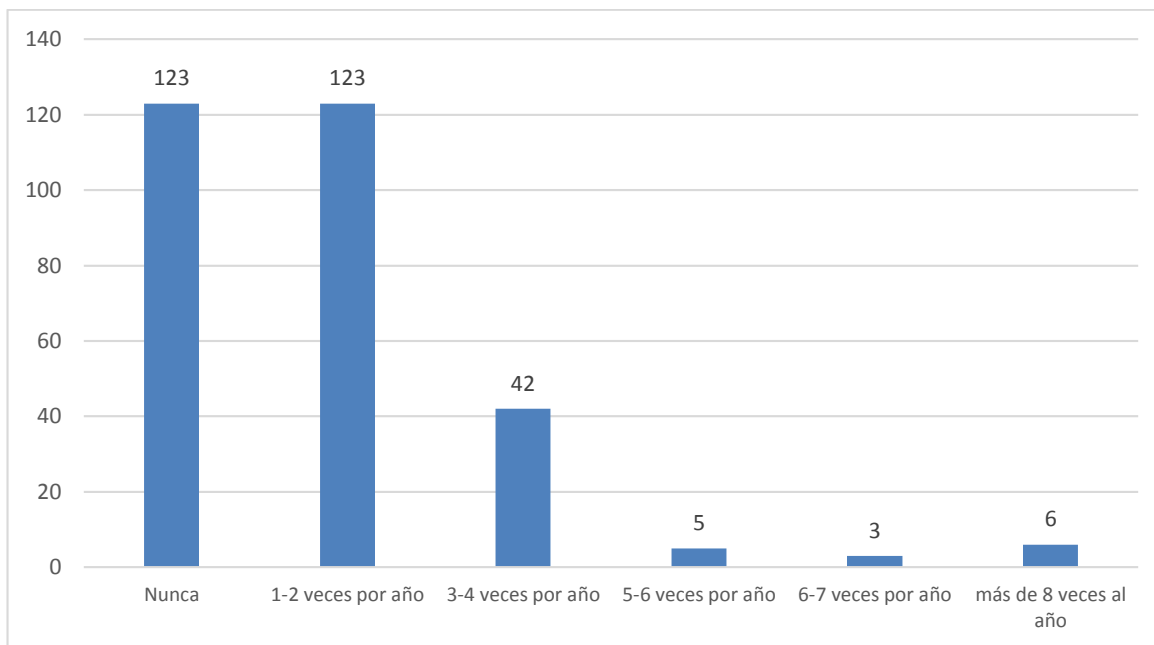


Figura 7. Cortes o interrupciones del servicio de agua durante el año.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

De los 302 hogares entrevistados solo 91 reportaron enfermedades durante el último año, de estas el 68,1% representa diarrea, el 22% rotavirus y el 9,9 dengue (Figura 8). Para evitar estas situaciones se aplican medidas sanitarias como lavarse las manos después de utilizar el servicio sanitario, antes de preparar e ingerir alimentos, después de tocar las mascotas.

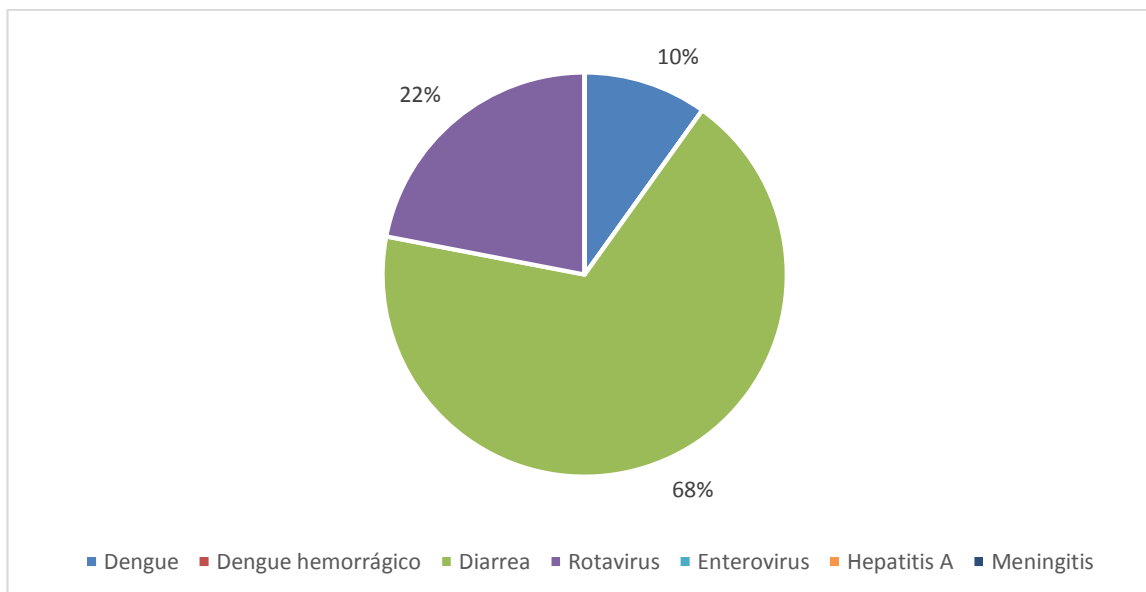


Figura 8. Enfermedades relacionadas con la calidad de las aguas reportadas durante el último año.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

El 91,7% de los vecinos entrevistados consideran que durante el último año no ha ocurrido ninguna actividad que pueda afectar la calidad del agua, mientras el otro 8,3% opinaron que actividades como contaminación, tala de árboles, actividad industrial y ganadera pueden ser causantes de los cambios en sus propiedades (Figura 9). No han ocurrido fenómenos naturales significativos que puedan afectar la calidad o disponibilidad del agua.

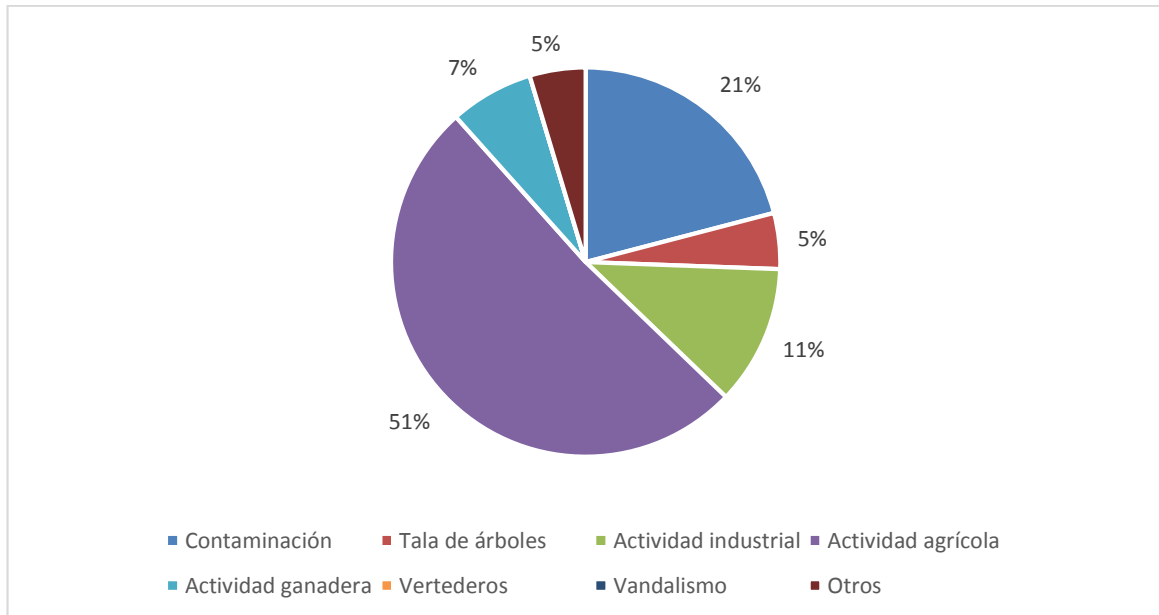


Figura 9. Actividades antropogénicas que afectar la calidad del agua de consumo.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En relación a la protección del recurso hídrico existen campañas de protección por parte de instituciones como la municipalidad, el AyA y la escuela; las personas entrevistadas además consideran necesaria incluir otros actores sociales, entres estos las asociaciones de desarrollo, los colegios, el sector privado y la comunidad en general.

4.2 Fase II. Identificación de peligros, riesgos y determinación de los puntos críticos de control

Para la identificación de peligros, eventos peligrosos y riesgos en el sistema que compone el acueducto de la Municipalidad de Jiménez se consideraron todas las etapas del proceso que compone el sistema, tanto las administrativas como lo que corresponde a infraestructura y las que involucran al usuario final. Se valora cada una de estas etapas con respecto a la influencia que puedan tener sobre la salud pública y el ambiente, para esto se aplicó la metodología APCC. Además se

determinaron medidas correctivas para minimizar o eliminar los peligros que a su vez ya establecido su grado de riesgo.

Se realizaron dos matrices, una para cada Sistema del acueducto, estas se realizaron en base a la información recolectada en visitas al campo, y se validaron en un taller en el que participaron el Ministerio de Salud de Turrialba, Municipalidad de Jiménez y un representante de la Asociación de empleados de la Hacienda Juan Viñas.

Con respecto a la clasificación de riesgos se identificaron 44 riesgos para el Sistema Juan Viñas y 50 riesgos para el Sistema La Victoria, se clasificaron como peligros de riesgo bajo, peligros de riesgo moderado y peligros de riesgo alto, ver figura 10.

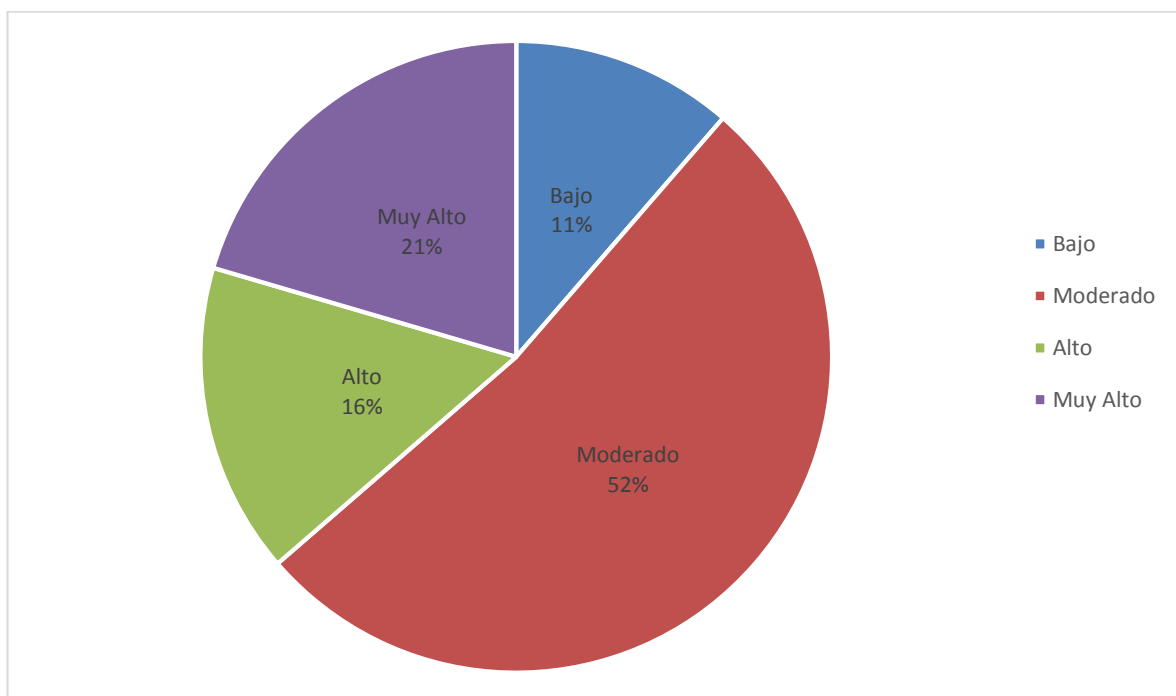


Figura 10. Clasificación de Peligros Encontrados en el Sistema Juan Viñas.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

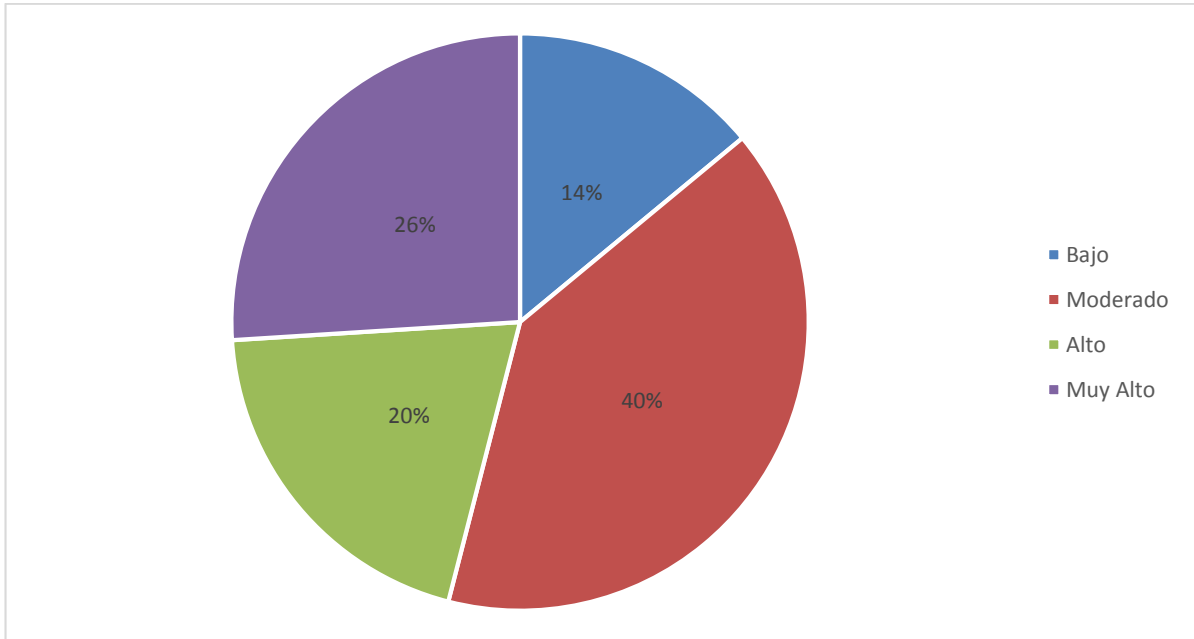


Figura 11. Clasificación de Peligros Encontrados en el Sistema La Victoria.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

De igual manera se pudo constatar que el área administrativa del acueducto es la etapa del proceso que presenta la menor cantidad de peligros identificados, sin embargo, en su totalidad se clasifican en riesgo muy alto lo cual evidencia la importancia del control de este proceso, mientras que la naciente y la red de distribución es la etapa del acueducto con la mayor cantidad de peligros detectados en ambos Sistemas, con una variedad entre los riesgos que van desde la bajos a muy altos. Con respecto a los tipos de riesgo.

Cuadro 16. Clasificación general de riesgos encontrados del sistema Juan Viñas.

Etapas del Proceso	Clasificación del Riesgo				Total
	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto	
Área Administrativa	0	0	0	3	3
Toma de nacientes - Heliconias	1	4	4	1	10
Líneas de conducción	0	6	1	3	10
Tanques Quebra Gradientes	0	0	1	1	6
Tanque distribución / Almacenamiento	2	2	2	2	8
Red de distribución	2	6	0	3	11
Usuario Final	1	3	2	0	5

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 17. Clasificación General de Riesgos Encontrados del Sistema La Victoria.

Etapas del Proceso	Clasificación del Riesgo				
	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto	Total
Área Administrativa	0	0	0	3	3
Toma de nacientes -Cuyeo-Montaña que emana luz	1	6	2	1	10
Líneas de conducción	0	6	1	1	8
Tanque distribución/almacenamiento	1	3	2	1	6
Red de distribución	2	5	0	3	10
Usuario final	1	3	2	0	6

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 18. Clasificación de peligros y riesgos en el Sistema Juan Viñas.

Etapas del proceso	Evento peligroso	Tipo de Peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de Riesgo
Área Administrativa	Ausencia de Micro medición	Físico	5	5	25	Muy Alto
	Falta de control de calidad microbiológica y química del servicio brindado	Químico-microbiológico	4	5	20	Muy Alto
	Ausencia de sistematización de procesos del Acueducto	Químico-Microbiológico	4	5	20	Muy Alto
Toma de nacientes -Cuyeo -Montaña que emana luz	Ausencia de Plan Regulador	Físico-Químico-Microbiológico	2	5	10	Moderado
	Acceso sin restricción a personas	Físico - Microbiológico	3	4	12	Moderado
	Ingreso de maleza o sedimentos	Físico	3	3	9	Moderado
	Vandalismo en la infraestructura	Físico	3	4	12	Moderado
	Posible contaminación por uso de fosas sépticas	Microbiológico	2	5	10	Moderado
	Vulnerabilidad ante catástrofes naturales	Físico	1	4	4	Bajo
	Falta de control en la dosificación en el proceso de desinfección (cloración)	Químico-microbiológico	4	4	16	Alto

	Tapas en mal estado	Físico	3	5	15	Alto
	Tapas sin seguridad	Físico- microbiológico- Químico	2	4	8	Moderado
	Caída de arboles	Físico	3	4	12	Moderado
Líneas de conducción	Falta de infraestructura que permita la limpieza	Físico	5	4	20	Muy Alto
	Ausencia de válvulas de liberación de presión	Físico	5	3	15	Alto
	Fugas en la tubería y pasos elevados	Físico - microbiológico	4	3	12	Moderado
	Tubería expuesta	Físico	4	3	12	Moderado
	Falta o mal estado de anclajes	Físico	5	2	10	Moderado
	Posibilidad de caída de tubería en Pasos elevados	Físico	2	4	8	Moderado
	Posible ruptura y quema de tubería por causa de la Zafra en la caña.	Físico	3	4	12	Moderado
	Posible contaminación por agroquímicos y plaguicidas	Químico	2	4	8	Moderado
	Probabilidad de formación de algas y hongos en paredes	Microbiológico	3	3	9	Moderado
	Vulnerabilidad del tanque ante catástrofes naturales	Químico- microbiológico	1	4	4	Bajo

Tanque distribución /almacenamiento	Acceso sin restricción a personas	Físico	5	5	25	Muy Alto
	Vandalismo	Físico	3	4	12	Moderado
	Posible contaminación por agroquímicos y plaguicidas	Químico- microbiológico	3	5	15	Alto
	Uso de Tanque sin mantenimiento para atender posible desabastecimiento. (Trapiche)	Químico- Microbiológico	2	5	10	Moderado
	Dificultad de acceso y mantenimiento por alto crecimiento de plantaciones de caña	Físico-Químico	4	4	16	Alto
Red de distribución	Daños y fugas en la tubería	Físico- microbiológico	3	3	9	Moderado
	Conexiones clandestinos	Físico	3	3	9	Moderado
	Medidas preventivas (temporales) para los daños en tubería y fugas.	Físico- Microbiológico	2	3	6	Moderado
	Entrada de agua contaminada	Microbiológico- químico	1	5	5	Bajo
	Vulnerabilidad antes Catástrofes naturales	Físico	1	4	4	Bajo
	Tubería expuesta	Físico	4	3	12	Moderado
	Falta de válvulas de presión en tuberías.	Desabastecimiento- Físico- Microbiológico –	3	5	15	Alto

		Químico.				
	Tuberías antiguas	Químico – Microbiológico	4	5	20	Muy Alto
	Tuberías angostas	Desabastecimiento	3	4	12	Moderado
	Falta de Hidrantes por tuberías Angostas	Desabastecimiento	3	4	12	Moderado
Usuario final	Demanda de agua para otros usos	Físico	4	3	12	Moderado
	Conexiones ilegales	Físico y microbiológico	3	3	9	Moderado
	Almacenamiento inadecuado del agua	Físico Microbiológico	3	4	12	Moderado
	Desperdicio de agua	Desabastecimiento	4	4	16	Alto
	Catástrofes naturales	Físico	1	4	4	Bajo
	Uso de plástico y trapos en tubería	Microbiológico	3	4	16	Alto

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 19. Clasificación de peligros y riesgos en el sistema La Victoria.

Etapas del proceso	Evento peligroso	Tipo de Peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de Riesgo
Área Administrativa	Ausencia de Micro medición	Físico	5	5	25	Muy Alto
	Falta de control de calidad microbiológica y físico-química del	Químico-microbiológico	5	5	20	Muy Alto

	servicio brindado					
	Ausencia de sistematización de procesos del Acueducto	Químico- Microbiológico	5	5	20	Muy Alto
Toma de nacientes -Heliconias	Uso de agroquímicos cerca de las zonas de captación plantaciones	Químico	2	5	10	Moderado
	Instalación de poliducto y ductos cerca de captaciones.	Químico	1	5	5	Bajo
	Acceso sin restricción a personas por falta de maya perimetral.	Físico	3	5	15	Alto
	Contaminación por actividades ganaderas	Microbiológico	3	5	15	Alto
	Ingreso de maleza o sedimentos	Físico	4	3	12	Moderado
	Vandalismo en la infraestructura	Físico	3	4	12	Moderado
	Vulnerabilidad del tanque ante catástrofes naturales	Físico	1	4	4	Bajo
	Falta de control en la dosificación en el proceso de desinfección (cloración)	Químico – microbiológico	4	4	16	Alto
	Tapas en mal estado	Físico	3	5	15	Alto
	Tapas no aseguradas	Microbiológico	2	5	10	Moderado
	Caída de Árboles	Físico	3	4	12	Moderado
	Falta de infraestructura que permita la limpieza	Físico	5	4	20	Muy Alto

Líneas de conducción	Falta de camino o pasó que permita el fácil acceso para transporte de materiales de construcción o reparación.	Físico-Químico-Microbiológico.	5	4	20	Muy Alto
	Ausencia de válvulas de presión	Físico	5	3	15	Alto
	Fugas en la tubería	Físico - microbiológico	4	3	12	Moderado
	Tubería expuesta	Físico	4	3	12	Moderado
	Falta o mal estado de anclajes	Físico	5	2	10	Moderado
	Tubería de distribución angosta	Desabastecimiento	3	4	12	Moderado
	Posible caída de tubería en pasos elevados	Físico	2	4	8	Moderado
	Posible ruptura y quema de tubería por causa de la Zafra en la caña.	Físico	3	4	12	Moderado
	Posible contaminación por agroquímicos y plaguicidas	Químico	2	4	8	Moderado
Tanques Quebra Gradientes	Vandalismo	Físico-Microbiológico	3	4	12	Moderado
	Falta de mantenimiento	Físico	2	4	8	Moderado
	Permeabilidad o fisuras en el tanque	Químico-microbiológico	1	4	4	Bajo
	Contenido alto de sedimentos	Microbiológico	3	4	12	Moderado
	Vulnerabilidad del tanque ante	Químico-	1	4	4	Bajo

Tanque distribución / Almacenamiento	catástrofes naturales	microbiológico				
	Acceso sin restricción a personas	Físico	4	5	20	Muy Alto
	Vandalismo	Físico	3	4	12	Moderado
	Falta de contingencia	Desabastecimiento	5	4	20	Muy Alto
	Posible contaminación por agroquímicos y plaguicidas	Químico- microbiológico	3	5	15	Alto
	Dificultad de acceso y mantenimiento por alto crecimiento de plantaciones de caña	Físico – Químico	4	4	16	Alto
Red de distribución	Daños en la tubería	Físico- microbiológico	3	3	9	Moderado
	Conexiones clandestinos	Físico	3	3	9	Moderado
	Medidas preventivas (temporales) para los daños en tubería y fugas.	Físico- Microbiológico	2	3	6	Moderado
	Entrada de agua contaminada	Microbiológico- químico	1	5	5	Bajo
	Vulnerabilidad ante Catástrofes naturales	Físico	1	4	4	Bajo
	Tubería expuesta	Físico	4	3	12	Moderado
	Falta de válvulas de presión en tuberías.	Desabastecimiento- Físico- Microbiológico – Químico.	3	4	12	Moderado

	Tuberías antiguas	Químico – Microbiológico	4	5	20	Muy Alto
	Tuberías angostas	Desabastecimiento	3	4	12	Moderado
	Falta de Hidrantes por tuberías Angostas	Desabastecimiento	3	4	12	Moderado
Usuario final	Demanda de agua para otros usos	Físico	4	3	12	Moderado
	Conexiones ilegales	Físico y microbiológico	3	3	9	Moderado
	Almacenamiento inadecuado del agua	Físico Microbiológico	3	4	12	Moderado
	Desperdicio del agua	Desabastecimiento	4	4	16	Alto
	Catástrofes naturales	Físico	1	4	4	Bajo
	Uso de plástico y trapos en tubería	Microbiológico	3	4	16	Alto

Fuente: Elaboración propia, 2017.

El resumen de la determinación de riesgos y peligros más importantes para determinar los puntos críticos de control se describe en el cuadro 20.

Cuadro 20. Riesgos y peligros más importantes en el Sistema Juan Viñas.

Etapas del proceso	Evento peligroso	Fundamento	Clasificación de Riesgo	Punto Crítico de Control
Área Administrativa	Ausencia de Micro medición	No se mide el gasto lo que conlleva a que no se controle el consumo y el uso racional del recurso agua.	Muy Alto	Micro medición
	Control de calidad microbiológica y química del servicio brindado	No se poseen datos adecuados para aplicar una dosis (cloro) o tratamiento adecuado del agua lo cual facilita la introducción de microorganismos patógenos y sedimentos.	Muy Alto	Control de Calidad
	Ausencia de sistematización de procesos del Acueducto	No existen procesos establecidos que permitan garantizar un tratamiento adecuado, prevención de la contaminación en la conducción, distribución y almacenamiento, mantenimiento de la infraestructura, entre otros.	Muy Alto	Sistematización de procesos en el Acueducto
Toma de Nacientes -Cuyo -Montaña que emana Luz	Falta de control en la dosificación en el proceso de desinfección (cloración)	El clorador es rustico y no posee dosificación controlada	Alto	Control de la Dosificación
Líneas de conducción	Falta de infraestructura que permita la limpieza	Posible entrada de patógenos, contaminación microbiológica y sustancias químicas peligrosas.	Muy Alto	Infraestructura
	Ausencia de válvulas de liberación de presión	Disminución de la vida útil de las tuberías dado que las mismas presentan a presiones variables dado los constantes ciclos de presión y descompresión del sistema.	Alto	Mantenimiento e infraestructura de las Tuberías

Tanque distribución / Almacenamiento	Acceso sin restricción a personas	Vulnerabilidad al vandalismo o al vertido de sustancias a las tomas.	Muy Alto	Infraestructura de los Accesos
	Posible contaminación por agroquímicos y plaguicidas	Riesgo de presencia de sustancias tóxicas. Existencia de cultivos cerca.	Alto	Uso de Agroquímicos
Red de distribución	Tuberías antiguas	Provoca constantes rupturas y averías en la tubería.	Muy Alto	Mantenimiento e infraestructura de las Tuberías
	Falta de válvulas de presión en tuberías.	Disminución de la vida útil de las tuberías dado que las mismas presentan a presiones variables dado los constantes ciclos de presión y descompresión del sistema.	Alto	Mantenimiento e infraestructura de las Tuberías
Usuario Final	Desperdicio de agua	No se mide el gasto lo que conlleva a que no se controle el consumo y el uso racional del recurso agua.	Alto	Control del consumo de agua

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 21. Riesgos y peligros más importantes en el Sistema La Victoria.

Etapas del proceso	Evento peligroso	Peligro Identificado	Clasificación de Riesgo	Punto Crítico de Control
Área Administrativa	Ausencia de Micro medición	No se mide el gasto lo que conlleva a que no se controle el consumo y el uso racional del recurso agua.	Muy Alto	Micro medición
	Control de calidad microbiológica y química del servicio brindado	No se poseen datos adecuados para aplicar una dosis (cloro) o tratamiento adecuado del agua lo cual facilita la introducción de microorganismos patógenos y sedimentos.	Muy Alto	Control de Calidad
	Ausencia de sistematización de procesos del Acueducto	No existen procesos establecidos que permitan garantizar un tratamiento adecuado, prevención de la contaminación en la conducción, distribución y almacenamiento,	Muy Alto	Sistematización de procesos en el Acueducto

		mantenimiento de la infraestructura, entre otros.		
Toma de nacientes -Heliconias	Uso de agroquímicos cerca de las zonas de captación plantaciones	Riesgo de presencia de sustancias tóxicas. Existencia de cultivos cerca.	Moderado	Uso de agroquímicos
	Falta de control en la dosificación en el proceso de desinfección (cloración)	El clorador es rustico y no posee dosificación controlada	Alto	Control de la Dosificación
Líneas de conducción	Falta de infraestructura que permita la limpieza	Posible entrada de patógenos, contaminación microbiológica y sustancias químicas peligrosas.	Muy Alto	Infraestructura
	Falta de camino o pasó que permita el fácil acceso para transporte de materiales de construcción o reparación.	Dificulta el mantenimiento de tuberías y tanques.	Muy Alto	Infraestructura
	Ausencia de válvulas de liberación de presión	Disminución de la vida útil de las tuberías dado que las mismas presentan a presiones variables dado los constantes ciclos de presión y descompresión del sistema.	Alto	Mantenimiento e infraestructura de las Tuberías
Tanque distribución / Almacenamiento	Acceso sin restricción a personas	Vulnerabilidad al vandalismo o al vertido de sustancias a las tomas.	Muy Alto	Infraestructura de los Accesos
	Falta de contingencia	Posible Desabastecimiento	Muy Alto	Aseguramiento de abastecimiento
Red de distribución	Tuberías antiguas	Provoca constantes rupturas y averías en la tubería.	Muy Alto	Mantenimiento e infraestructura de las Tuberías
	Falta de válvulas de presión en tuberías.	Disminución de la vida útil de las tuberías dado que las mismas presentan a presiones variables dado los constantes ciclos de presión y descompresión del sistema.	Alto	Mantenimiento e infraestructura de las Tuberías
Usuario Final	Desperdicio de	No se mide el gasto lo	Alto	Control del

	Agua	que conlleva a que no se controle el consumo y el uso racional del recurso agua.		consumo de agua
--	------	--	--	-----------------

Fuente: Elaboración propia, 2017.

El área administrativa presenta un alto riesgo dado que existe ausencia de micro medición en muchos sectores, lo cual no permite el control sobre el consumo de agua potable por parte de los usuarios lo que conlleva a un posible desperdicio de agua en el Sistema, en esta área también se presenta un riesgo alto con respecto al control de calidad microbiológica y físico-química del servicio brindado, dado que no se posee un procedimiento establecido ni control documental que permita llevar el seguimiento sobre el estado físico-sanitario para tomar las medidas preventivas y correctivas para el adecuado mantenimiento del sistema, de igual manera se presenta ausencia de sistematización de procesos al no existir procedimientos a nivel administrativo lo que no permite establecer acciones y métodos de mejora continua. (Argueta, M.2012)

La ausencia de un plan regulador presenta un riesgo alto para las captaciones en las nacientes de agua, la problemática se presenta principalmente en el sistema Juan Viñas sobre todo por el riesgo de la eliminación incorrecta de los desechos líquidos y sólidos de las viviendas lo cual presenta un peligro en relación al deterioro de la calidad del agua en las fuentes cercanas, de igual manera el uso de plaguicidas en zonas cercanas a las tomas de agua en general constituyen un peligro importante debido a la infiltración de sustancias químicas nocivas al acuífero. (Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York. 2008)

De igual manera existe falta de control en el proceso de cloración en ambos sistemas lo cual representa un riesgo debido a que no se posee análisis de curva de cloro ni un sistema de cloración que permita controlar las concentraciones de cloro en el suministro de agua. (López, 2002)

La falta de infraestructura necesaria para realizar las acciones de limpieza representa un riesgo al no poder garantizar el continuo y correcto mantenimiento en los tanques de almacenamiento y líneas de conducción. Lo mismo se presenta en relación a las tapas en mal estado puesto que la limpieza en un sistema de abastecimiento es uno de los factores más importantes para asegurar la longevidad del mismo, además permite brindar un recurso de calidad y a su vez asegurar la salud y bienestar de la población. (Gary, 1996)

Por otro lado la falta de válvulas liberadoras de presión en las líneas de conducción y distribución provoca disminución o interrupción del caudal e incrementa la corrosión de las paredes interiores de la tubería, este evento representa un riesgo en el sistema por la imposibilidad de ofrecer un recurso y servicio de calidad a la población abastecida. (Morató, J.*et.al* ,2009)

La dificultad para dar mantenimiento y la falta de restricción en el acceso a los tanques, suponen un riesgo, debido a que esta tarea se ve afectada por las plantaciones de caña que existen a los alrededores de algunos tanques, y a su vez tenga alto costo monetario. Además, existe un posible impacto en la integridad de las estructuras de almacenamiento y distribución del agua, como consecuencia de actos de vandalismo, tales como robo de partes mecánicas, mallas, cables o ductos de drenaje o daños por quemas o golpes. (Argueta, M, 2012)

Así mismo considerando el hecho del libre acceso al lugar, se infiere que haya un riesgo latente de contaminación del agua, sea por sustancias tóxicas como agroquímicos o fertilizantes, desechos humanos como restos de alimentos, escombros, madera, vidrio, textiles u otros desechos de composición variada. (CGR, 2013)

Con respecto a la red de distribución de ambos sistemas del acueducto, se considera un riesgo la falta de hidrantes, lo cual dificulta la capacidad de respuesta ante una emergencia. Igualmente la antigüedad de las tuberías se considera un riesgo, debido a que no existen estudios que definan criterios de cálculo, diseño, selección,

mantenimiento preventivo y correctivo, lo cual es indispensable, considerando que toda tubería a través del tiempo presenta condiciones como la disminución de su diámetro y paredes sucias, lo cual conlleva a la posible contaminación de las aguas, además de generar desgaste, constantes fisuras y rupturas que causan la disminución en la capacidad de transporte y pérdida de agua. (Ballesteros V, M. 2009)

4.3 Identificación de Peligros mediante uso de suelo, perímetros de protección, amenaza y riesgo.

4.3.1 Uso de suelo en zonas de influencia del acueducto.

Con respecto a la clasificación de uso del suelo en las zonas de influencia del acueducto se determinó que en relación con el sistema la Victoria específicamente en la red de conducción se presenta una pequeña parte de bosque ribertino, sin embargo en su mayoría el mismo se encuentra rodeado de cultivos de caña de azúcar, por su parte el sistema Juan Viñas no posee sectores de bosque y en su mayoría la red de conducción se encuentra en zona de abundante caña de azúcar y algunos parches de cultivos de café. (ver Fig. 12).

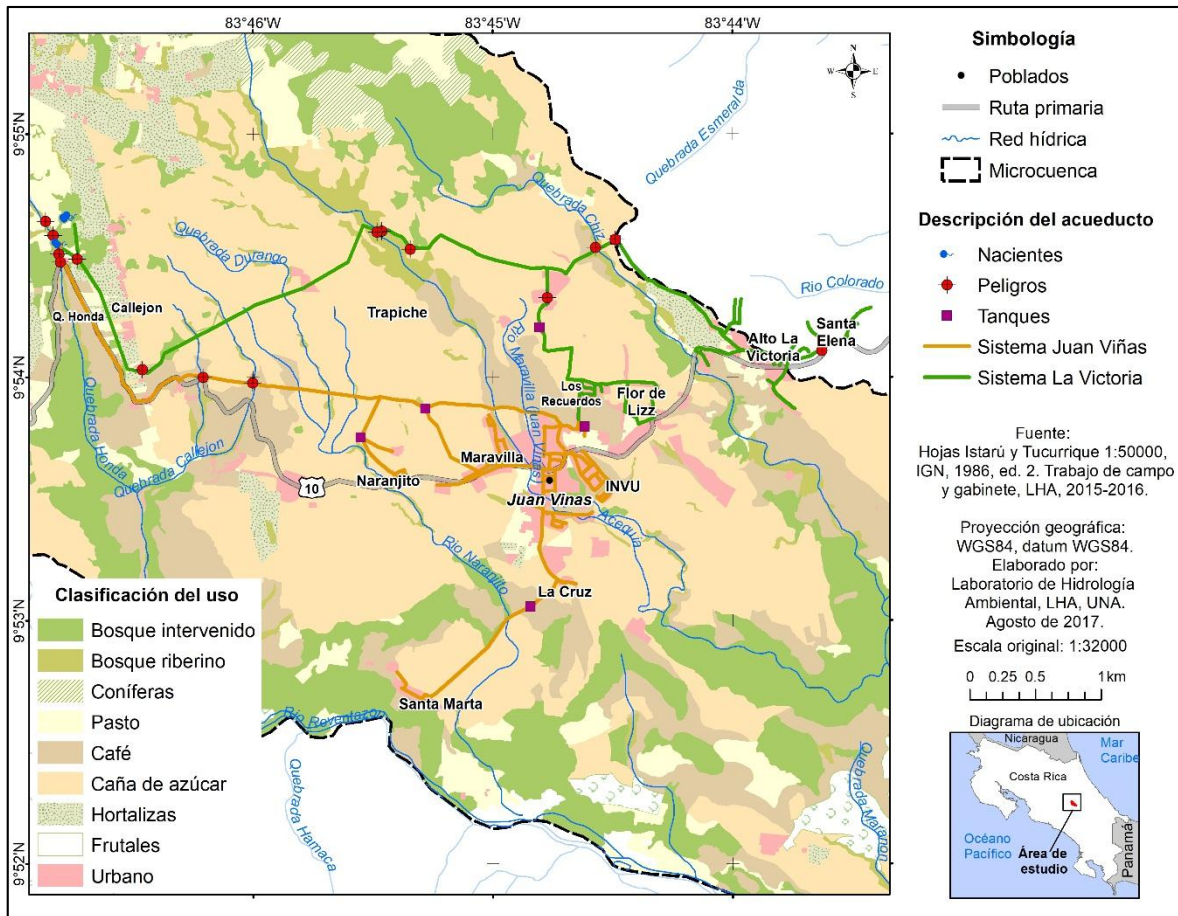


Figura 12. Uso de suelo y peligros identificados en zonas de influencia del acueducto.

Según la figura 12, se define que en el área de estudio solo un 20,6% corresponde a bosque intervenido, un 14,5% de cultivos de café, 3,5 % de zona Urbana y en su mayoría un 32,9 % de cultivos de caña de azúcar.

Con respecto al Sistema La Victoria se establecen nueve zonas donde se identificaron peligros los cuales principalmente corresponden a: cultivos de hortalizas y poliducto cerca de las nacientes, rupturas de tuberías de red de conducción por zafrá de caña, dificultad con respecto a reparación de fugas en pasos elevados, posibilidad de caída de árboles o ramas sobre los pasos elevados, tanques sin malla perimetral, tanques en zona de cultivo de caña de azúcar, dificultad de limpieza de Tanques, posible desabastecimiento de la comunidad de la victoria dado que no existe sistema de abastecimiento alternativo, tuberías angostas, desfuegos de aguas

residuales cerca de red de distribución, tuberías expuestas y falta de hidrantes en la red de distribución. (Ver figura 12)

Equivalentemente con respecto al Sistema Juan Viñas se establecen seis zonas donde se identificaron peligros los cuales corresponde a: cerca de las nacientes existen posibilidad de caída de árboles, no hay malla perimetral en una naciente y hay falta de mantenimiento en tapas e infraestructura de las captaciones en general, rupturas de tuberías de red de conducción por zafra de caña, dificultad con respecto a reparación de fugas en pasos elevados, panal de abejas en paso elevado, posibilidad de caída de árboles o ramas sobre los pasos elevados, tanques sin malla perimetral, tanques en zona de cultivo de caña de azúcar, dificultad de limpieza de tanques, tuberías angostas y falta de hidrantes en la red de distribución.(ver figura 12)

De igual manera se determinó que las fuentes puntuales de contaminación cercanas al acueducto son los desfuegos de aguas residuales de las viviendas dado que no se ubican industrias o comercios cercanos. Por otra parte, las fuentes difusas de contaminación corresponden a las actividades agrícolas, ganaderas (Pasto) y asentamientos humanos.

La contaminación por parte de las fuentes puntuales y difusas ponen en riesgo la calidad del agua subterránea, debido a la descarga de aguas residuales, presencia de pesticidas y demás químicos utilizados en los cultivos en la zona de influencia del acueducto, por esta razón, actualmente únicamente se puede garantizar la calidad y potabilidad de las aguas por medio de análisis físicos-químicos, microbiológicos y de plaguicidas. (Cristán, A. et, al 2000)

Las fuentes puntuales y difusas representan un peligro principalmente por la alta probabilidad de infiltración de sustancias hacia el acuífero, lo que conlleva a la contaminación del agua subterránea, de igual manera, la ruptura de tuberías implicaría un alto riesgo de contaminación en la red de distribución. (Foster, S. et, al. 1991)

Según la OMS, 2006, los sectores de pasto presentan un peligro latente que compromete el correcto abastecimiento de agua potable, principalmente por las excretas del ganado que permanece en esta zona, esto presenta un gran riesgo a la salud pública por la posible transmisión de enfermedades por patógenos y aportación de nitratos y fósforo en el agua.

4.3.2 Perímetros de protección de 200 metros y perímetro de cuenca hidrogeomorfológica

Por su parte la zona de protección de las nacientes presentan mayor cantidad de cobertura de bosque intervenido con un porcentaje de 47,60%, seguido por un porcentaje de 28,94% de pasto y 17,2% de zona de hortalizas y verduras. (Fig. 13)

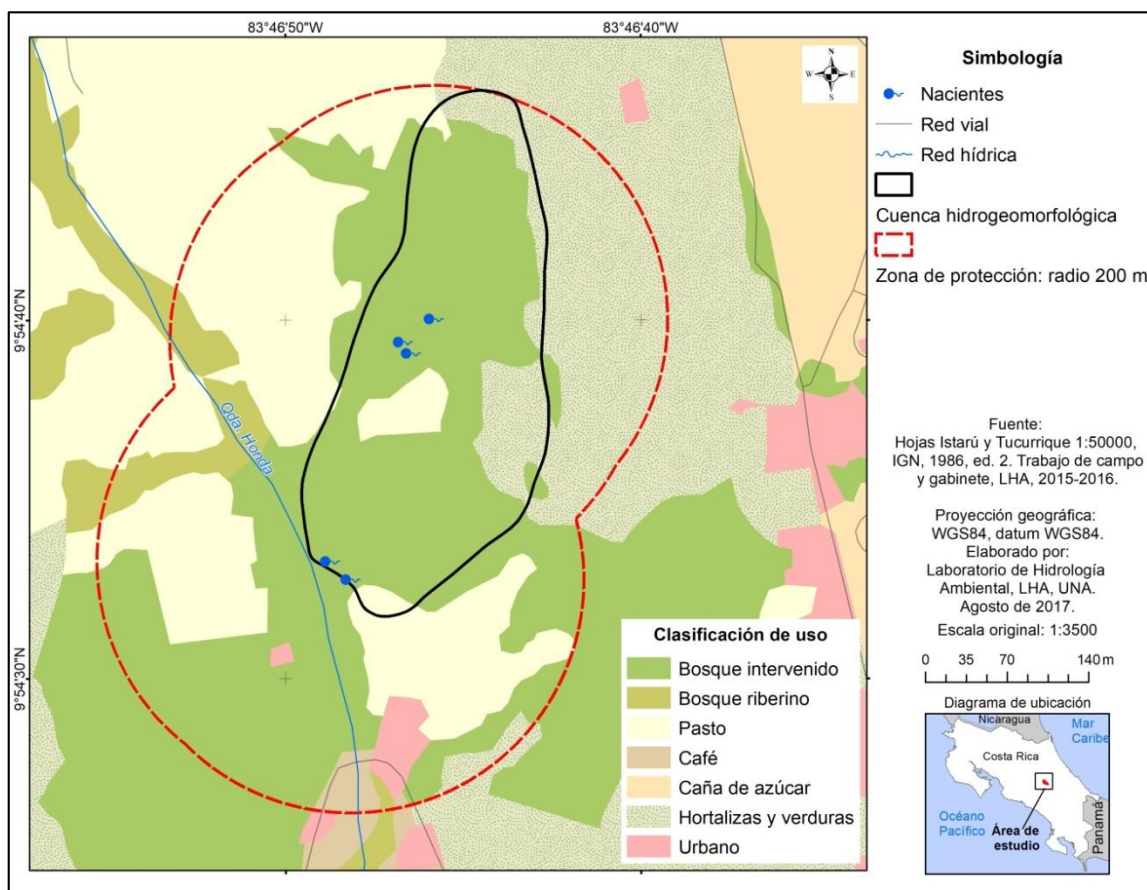


Figura 13. Zonas de protección de las fuentes de abastecimiento del acueducto municipal de Jiménez.

Se determinó que no se protege el radio de 200 metros alrededor de las nacientes establecido según dicta la Ley de Aguas N° 276 en el artículo 31, donde se especifica que propiedades deben ser destinados conservación de bosque, sin embargo esta zona posee parches de cultivos de hortalizas, es importante iniciar un proceso de expropiación en estos terrenos para que destinen a la conservación de bosque y se reforeste la zona con especies autóctonas. (Sánchez, V. 2003)

En este sentido la falta de planificación urbana representa un peligro debido a la inadecuada ubicación de rebases de aguas residuales de las viviendas en las alcantarillas pluviales y el arrastre de sustancias químicas provenientes de los cultivos. Además, no se posee conocimiento sobre el tipo de sustancias utilizadas en los cultivos que invaden la zona de protección de 200 metros alrededor de las nacientes, lo que representa un peligro importante dado que estas se encuentran sobre un acuífero libre superficial lo que aumenta el riesgo de contaminación hidrogeológica. (Foster, S. et al, 1991)

En relación con las actividades realizadas dentro del perímetro de la cuenca hidrogeomorfológica se encuentran cultivos de hortalizas, los cuales representan un 15% y zona de pastos con un 6,7%, estas actividades pueden afectar la calidad del agua subterránea y poner en riesgo el agua captada, en caso de que los contaminantes y vertidos se infiltren. (Cristán, A. et al, 2000)

CAPITULO V. PLAN OPERACIONAL DE SEGURIDAD DE AGUA

5.1 Plan Operacional

El presente plan operacional se elaboró basado en cinco ejes de acción que son producto de los puntos críticos de control identificados, para cada eje de acción del acueducto se determinó medidas correctivas, plan de mejoras, indicadores, cuando (cada cuanto se realizara), responsables y estado, todo esto enfocado en la incorporación integral de medidas y tecnologías limpias.

Es importante destacar que el principal objetivo de las Tecnologías Limpias es producir una serie de beneficios al realizar cambios en un proceso determinado utilizando los recursos de manera más eficiente logrando así la reducción de impactos ambientales. Estos cambios incluyen la optimización de procedimientos, incorporación de buenas prácticas, elaboración de manuales, utilización de productos equipos o servicios, entre otros (Arroyave; Garcés, 2007).

5.2 Objetivo general

- Elaborar un plan operacional enfocado en buenas prácticas ambientales, estratégicas y de monitoreo para que sea implementado por la administración del acueducto Municipal de la comunidad de Jiménez.

5.3 Objetivos específicos

- Desarrollar un sistema de micro medición que permita tener control sobre el consumo de agua para evitar el desperdicio del recurso.
- Cumplir con el Reglamento de Calidad del Agua Potable.
- Elaborar un sistema interno documentado que permita controlar de manera efectiva los procesos que conlleva la administración y operación del acueducto.
- Garantizar la protección eficaz de los recursos hídricos y fuentes de agua con respecto al uso de agroquímicos tomando e implementando las medidas de control necesarias.
- Implementar una serie de acciones y actividades que permitan dar correcto mantenimiento y optimizar la infraestructura del Sistema de abastecimiento del acueducto.

5.4 Política

Asegurar un servicio de abastecimiento de agua potable para consumo humano de manera eficiente y eficaz a los habitantes de la comunidad de Jiménez de Cartago.

5.5 Ejes de acción

Según la clasificación de peligros y riesgos y determinación de puntos críticos de control, se establecieron cinco ejes de acción integrados para todos los puntos críticos de control a los cuales se decidió dar prioridad para el desarrollo del plan operacional de seguridad del agua, éstos se muestran en el siguiente esquema:



Figura 14. Ejes de acción del Plan Operacional de Seguridad de Agua de Acueducto Municipal de la Comunidad de Jiménez.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

A continuación, se detallan los ejes de acción en los que se da enfoque en el presente documento.

Cuadro 22. Ejes de acción del Plan de Operacional.

Eje de acción	Condición Actual	Medida correctiva
Control sobre consumo de agua	No se posee micro - medición en la totalidad de las zonas de influencia del acueducto, lo que no permite tener control sobre consumo y desperdicio de agua.	Implementar un sistema de Micro-medición en su totalidad para el acueducto de Jiménez.
Control de Calidad de Agua	<p>-En las nacientes se utiliza un método rústico para realizar la cloración, en el cual no se controla la dosificación.</p> <p>-No se ha realizado un seguimiento continuo en el control de calidad del agua.</p> <p>-Los análisis de calidad realizados por el AyA a través del sello de Calidad del Agua no ha sido continuo, ya que no se toman en cuenta todas las nacientes de agua.</p>	<p>Optimizar el funcionamiento del actual sistema de cloración en las fuentes.</p> <p>Realizar al menos la frecuencia establecida en el reglamento de calidad de agua potable a N1 y N2, N3.</p> <p>Esto implica un N2 y N3 al menos cada 3 años, pero se recomienda realizar las gestiones de financiamiento para realizarlo al menos 1 vez a l año.</p>
Sistematización en procesos del acueducto	<p>-El acueducto no posee Programa de Control de Calidad del Agua conforme al Reglamento Calidad del Agua Potable.</p> <p>-No se posee un programa de mantenimiento y limpieza de la infraestructura, tubería entre otros.</p> <p>-No se posee un control operativo de los parámetros de turbiedad, olor, sabor y cloro residual.</p> <p>-No se posee registros del control operativo en una bitácora.</p> <p>-Falta Plan de Contingencia.</p>	Construcción de herramientas que permitan mejorar la gestión administrativa y operativa del Acueducto.
	-Existen plantaciones y cultivos en la	Determinación de medidas de gestión de la cuenca de captación,

Uso de Agroquímicos	zona de las nacientes del Sistema La Victoria. -Existen plantaciones de caña dulce y café en todo el Acueducto.	con respecto al uso de agroquímicos y la protección de aguas.
Infraestructura	-Acceso sin restricción: Existe acceso a las nacientes, cualquier persona puede ingresar a estas. -Difícil Acceso: Difícil acceso para las nacientes del Sistema la Victoria, tanque Naranjito, tuberías de conducción y pasos elevados, se dificulta transportar materiales para la construcción y reparación. -Tuberías antiguas: Tuberías angostas lo que provoca averías y fracturas constantes.	Fortalecer y optimizar la infraestructura que compone el Sistema de abastecimiento del Acueducto Municipal de Jiménez para maximizar y asegurar la protección del recurso hídrico.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

5.6 Programación de Buenas prácticas ambientales, estratégicas y de monitoreo.

El resumen de la medida correctiva, plan de mejora, actividades, indicadores, periodo de realización, responsable y estado de cada eje de acción se puntualizan a continuación:

Cuadro 23. Programación para el eje de acción control sobre el consumo de agua.

Eje de acción	Etapa de Proceso	Peligro Identificado	Medidas Correctivas	Plan de Mejora	Actividades	Indicadores de Cumplimiento	Periodo de realización	Responsables	Estado
Control sobre el consumo de agua	Área Administrativa	Desperdicio de agua por ausencia de micro medición	Implementación un sistema de Micro-medición para el acueducto de Jiménez.	Colocar de manera progresiva micro medición en las viviendas de la Comunidad de Jiménez.	Recopilación de datos sobre condiciones actuales del sistema de micro medición	Registros documentales	1 mes	Municipalidad de Jiménez de Cartago por medio de la administración del Acueducto de Jiménez Cartago.	En curso
					Elaboración de propuesta para solicitud de presupuesto ante el Consejo Municipal en la sesión de consejo Municipal más próximo.	Solicitud formal y escrita ante el consejo	Próxima reunión del consejo	Administración del Acueducto de Jiménez Cartago.	No realizado
					Elaboración del cronograma de etapas de implementación de sistema de micro medición.	Documento de cronograma	1 semana después de la asignación del presupuesto por parte del consejo.	Administración del Acueducto de Jiménez Cartago.	No realizado
					Colocación de micro medición en las viviendas	Registros Documentales	Según Cronograma	Administración y fontaneros del Acueducto de Jiménez Cartago.	No realizado
					Medir el porcentaje de agua no contabilizada	Registro documental	Corto, mediano y largo plazo	Administración y fontaneros del Acueducto de Jiménez Cartago	No realizado
					Reparar las fugas rápidamente	Bitácoras	cada vez que ocurra y llevar	Fontaneros	En curso

					para evitar altas pérdidas de agua		registro		
--	--	--	--	--	------------------------------------	--	----------	--	--

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 24. Programación para el eje de acción control sobre calidad de agua potable.

Eje de acción	Etapa de Proceso	Peligro Identificado	Medidas Correctivas	Plan de Mejora	Actividades	Indicadores de Cumplimiento	Periodo de realización	Responsables	Estado
Control de Calidad	Toma de Nacientes	Falta de control en la dosificación en el proceso de desinfección (cloración)	Optimizar el funcionamiento del actual sistema de cloración en las fuentes.	Determinar la dosificación adecuada de pastillas de hipoclorito de calcio y los periodos de colocación del mismo.	Determinación de cloro residual	Análisis de laboratorio	NA	Laboratorio AyA u otro laboratorio y Municipalidad de Jiménez de Cartago	Realizado: Análisis realizados por el AyA como parte del programa de Sello de Calidad de Agua.
					Clasificación y Orden de datos sobre cloro residual	Documento con clasificación de datos sobre cloro residual	1 semana	Municipalidad de Jiménez de Cartago	No realizado
					Obtención de la curva de demanda de cloro para cada fuente de manera individual	Grafico Generado con máxima y mínima concentración de cloro	2 semanas	Laboratorio por contratación con la Municipalidad de Jiménez de Cartago	No realizado
					Calculo de cantidad de pastillas de hipoclorito para determinar dosificación	Determinación del número de pastillas (Dosificación)	1 semana después de la Obtención de la curva de cloro	Municipalidad de Jiménez de Cartago	No realizado
					Identificar periodos de colocación de dosis.	Registros documentales de visitas de campo	Durante la semana Siguiete a la actividad	Fontaneros	No realizado

						anterior			
					Elaborar el procedimiento para desinfección de agua potable en fuentes de abastecimiento.	Documento escrito	1 mes	Administración del Acueducto.	No realizado
Control de Calidad	Área Administrativa	Falta de control de calidad microbiológica y química del servicio brindado	Realizar al menos la frecuencia establecida en el reglamento de calidad de agua potable a N1 y N2, N3. Esto implica un N2 y N3 al menos cada 3 años, pero se recomienda realizar las gestiones de financiamiento para realizarlo al menos 1 vez a 1 año.	Generar un protocolo interno para la vigilancia de la calidad de aguas.	Definir fechas para la realización de cada uno de los muestreos requeridos según lo establezca el reglamento	Cantidad de fechas definidas	1 semana	Administración de Acueducto	No realizado
					Solicitar a laboratorios certificados cotizaciones de los muestreos y análisis requeridos: nivel I dos veces al año y nivel III una vez al año (incluye el nivel II)	Cantidad de cotizaciones recibidas	1 mes	Administración de Acueducto	No realizado
					Designar el presupuesto anual para la realización de los análisis de laboratorio	Cantidad de dinero asignado	2 semanas	Administración de Acueducto	No realizado
					Realización de los análisis de laboratorio según las fechas y los niveles asignados	Cantidad de análisis de laboratorio realizados	Según Cronograma	Administración de Acueducto	No realizado
					Presentación de los análisis de laboratorio	Cantidad de análisis de laboratorio	Según entrega por parte de	Administración de Acueducto	No realizado

					al Ministerio de Salud	presentados al Ministerio de Salud	laboratorio		
					Enviar carta formal solicitando reunión con el encargado del programa de sello de la calidad del A y A.	Documento emitido y enviado	1 semana	Administración de Acueducto	No realizado
					Reunirse con el encargado del programa de sello de la calidad del AyA para solicitar mayor apoyo y mejor seguimiento en la realización de los análisis de laboratorio	Reuniones realizadas	1 mes	Administración de Acueducto	No realizado
					Elaborar el protocolo interno para la vigilancia de la calidad de aguas	Documento escrito	1 mes	Administración de Acueducto	No realizado

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 25. Programación para el eje de acción Control sobre Sistematización de procesos en el acueducto.

Eje de acción	Etapa de Proceso	Peligro Identificado	Medidas Correctivas	Plan de Mejora	Actividades	Indicadores de Cumplimiento	Periodo de realización	Responsables	Estado
Sistematización en procesos del acueducto	Área Administrativa	Ausencia de sistematización de procesos del Acueducto	Construcción de herramientas que permitan mejorar la gestión administrativa y operativa del Acueducto.	Diseñar los programas y procedimientos de sistematización para los procesos del acueducto de acuerdo al Decreto ejecutivo No 38924-S “Reglamento para la Calidad del Agua Potable”	Recopilación de datos sobre condiciones actuales.	Registros documentales	1 mes	administración del Acueducto y Fontaneros	En curso
					Elaboración del cronograma para la elaboración de programas y procedimientos	Documento de cronograma	1 Semana	Municipalidad de Jiménez de Cartago por medio de la administración del Acueducto de Jiménez Cartago.	No realizado
					Elaboración de Programa de Calidad de Agua y sus respectivos registros de control.	Documento escrito	1 mes	Municipalidad de Jiménez de Cartago por medio de la administración del Acueducto de Jiménez Cartago.	No realizado
					Elaboración de protocolo de Mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura del acueducto y sus respectivos registros de control.	Documento escrito	1 mes	Municipalidad de Jiménez de Cartago por medio de la administración del Acueducto de Jiménez Cartago.	No realizado
					Elaboración de protocolo de Atención de emergencias con respecto al abastecimiento de agua	Documento escrito	1 mes	Municipalidad de Jiménez de Cartago por medio de la administración del Acueducto de Jiménez Cartago.	No realizado

					potable y sus respectivos registros de control.				
					Elaboración de protocolo de Higiene y Desinfección de infraestructuras del acueducto y sus respectivos registros de control.	Documento escrito	1 mes	Municipalidad de Jiménez de Cartago por medio de la administración del Acueducto de Jiménez Cartago.	No realizado
					Elaboración de protocolo de Desinfección de agua potable en las fuentes de abastecimiento de agua.	Documento escrito	1 mes	Municipalidad de Jiménez de Cartago por medio de la administración del Acueducto de Jiménez Cartago.	No realizado
					Elaboración de Plan de contingencia del acueducto Municipal de Jiménez y sus respectivos registros de control.	Documento escrito	4 meses	Municipalidad de Jiménez de Cartago por medio de la administración del Acueducto de Jiménez Cartago.	No realizado

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 26. Programación para el eje de acción control sobre uso de agroquímicos.

Eje de acción	Etapa de Proceso	Peligro Identificado	Medidas Correctivas	Plan de Mejora	Actividades	Indicadores de Cumplimiento	Periodo de realización	Responsables	Estado
Uso de agroquímicos	Toma de nacientes (Heliconia)	Posible contaminación por agroquímicos y plaguicidas	Determinación de medidas de gestión de la cuenca de captación, con respecto al uso de agroquímicos y la protección de aguas.	Elaborar y ejecutar acciones concretas en relación al uso que contenga medidas de control para proteger el recurso hídrico.	Establecer las zonas de protección de las nacientes	Documentos y mapa	Noviembre 2017	UNA (Zonas de protección como proceso de investigación). Municipalidad y SENARA	En curso
	Tanques distribución / Almacenamiento				Determinación de uso de suelo autorizado y no autorizado en las zonas aledañas a las instalaciones del acueducto	Listas de uso de suelo.	1 mes	Municipalidad de Jiménez	No realizado
					Realización de reunión con Hacienda Juan Viñas para determinar productos químicos utilizados en los cultivos cercanos, su dosis y su toxicidad.	Lista de productos, su registro y su toxicidad	2 meses	Municipalidad de Jiménez y Hacienda Juan Viñas	No realizado
					Control de las actividades humanas dentro de las zona de	Registros sobre inspecciones de campo.	2 veces al mes	Municipalidad de Jiménez	No realizado

					protección de las captaciones				
					Realizar un N# al menos cada 3 años, pero se recomienda realizar las gestiones de financiamiento para realizarlo al menos 1 vez a l año.	Análisis de Laboratorio	1 vez cada tres años	Administración de la Municipalidad de Jiménez	No realizado

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 27. Programación para el eje de acción de Infraestructura.

Eje de Acción	Etapa del proceso	Peligro Identificado	Medida Correctiva	Plan de Mejora	Actividades	Indicadores de cumplimiento	Tiempo de ejecución	Responsables	Estado
Infraestructura	Toma de Nacientes	-Acceso sin restricción a personas -Vandalismo -Tapas en mal estado -Tapas sin seguridad	Fortalecer y optimizar la infraestructura a que compone el Sistema de abastecimiento del	Delimitar con malla perimetral la zona operacional d la captación.	Recopilación de datos sobre condiciones actuales.	Registros documentales	1 mes	administración del Acueducto y Fontaneros	En curso
					Proceso de licitación y obtención de presupuesto	Ofertas recibidas	2 meses	Municipalidad.	No realizado
					Colocación mallas perimetrales en las captaciones.	Bitácora	2 años	Municipalidad	No realizado
					Mantenimiento frecuente en la captación	Bitácora	Tres veces por semana	, Fontaneros	En curso.
				Sustituir las tapas y	Recopilación de datos	Registros documentales	1 mes	administración del	En curso

		- Caída de árboles	Acueducto Municipal de Jiménez para maximizar y asegurar la protección del recurso hídrico.	candados de las captaciones y cajas en la captación.	sobre condiciones actuales.			Acueducto y Fontaneros	
					Obtención del presupuesto y licitación.	Ofertas recibidas	2 meses	Administración del acueducto	No realizado
					Sustituir los candados	Nº de tapas y candados sustituidas	3 meses	Administración del acueducto	No realizado
					Evaluar posible caída de árboles sobre la captación o sus tuberías	Evaluación con SINAC de los árboles alrededor de las captaciones.	Informe por parte de SINAC	1 mes	Acueducto Municipal y SINAC
	Líneas de conducción	-Falta de infraestructura que permita la limpieza -Ausencia de válvulas de liberación de presión -Fugas en la tubería y pasos elevados -Tubería expuesta -Falta o mal estado de anclajes	Fortalecer y optimizar la infraestructura que compone el Sistema de abastecimiento del Acueducto Municipal de Jiménez para maximizar y asegurar la protección del recurso hídrico.	Construcción y mejoramiento de infraestructura	Recopilación de datos sobre condiciones actuales.	Registros documentales	1 mes	administración del Acueducto y Fontaneros	En curso
					Obtención del presupuesto y licitación	Nº ofertas recibidas	2 meses	Acueducto municipal	No realizado
					Ubicación de tanques y válvulas de purga de tubería de conducción	Nº Tanques y válvulas de purga de tubería colocados	3 meses		No realizado
Establecimiento de sistemas de válvulas de presión.					Nº de válvulas de presión colocadas	6 meses -1 año	Ingeniero y fontaneros.	No realizado	

		-Posibilidad de caída de tubería en Pasos elevados							
		-Posible ruptura y quema de tubería por causa de la Zafra en la caña			Comunicación con hacienda Juan Viñas S.A en las zonas donde hay zafra y hay tubería presente	Acta de acuerdos de reunión con Hacienda Juan Viñas	NA	Administración de acueducto	No realizado
			Garantizar seguridad en toda la red de distribución para no poner en riesgo el agua que va a los hogares.	Mapeo detallado sobre tuberías que se ubican en medio de cultivos de caña de azúcar pertenecientes a la Hacienda Juan Viñas S.A	Informe y mapeo	6 meses	Acueducto, Hacienda Juan Viñas	No realizado	
				Verificar en toda la red de distribución que ninguna tubería esté expuesta.	Bitácoras	1 vez a la semana	Fontaneros	No realizado	
			Sustituir todos los anclajes de las tuberías que se encuentran en mal estado	Recopilación de datos sobre condiciones actuales.	Registros documentales	1 mes	Administración del Acueducto y Fontaneros	No realizado	
				Obtención del presupuesto y licitación.	Nº ofertas recibidas	2 meses	Administración de acueducto	No realizado	
				Sustituir los anclajes	Nº Anclajes sustituidos	6 meses -1 año	Administración de acueducto	No realizado	
			Construir bases adecuadas para la tubería de pasos	Recopilación de datos sobre condiciones actuales.	Registros documentales	1 mes	Administración del Acueducto y Fontaneros	No realizado	

				elevados enjaulados en materiales de alta resistencia como perling	Obtención del presupuesto y licitación.	N° ofertas recibidas	2 meses	Administración de acueducto	No realizado
					Sustituir las bases de los pasos elevados	N° Bases sustituidas	1 año -2 años	Administración de acueducto	No realizado
	Tanque distribución /almacenamiento	-Probabilidad de formación de algas y hongos en paredes -Acceso sin restricción a personas -Vandalismo -Dificultad de acceso y mantenimiento por alto crecimiento de plantaciones de caña	Fortalecer y optimizar la infraestructura que compone el Sistema de abastecimiento del Acueducto Municipal de Jiménez para maximizar y asegurar la protección del recurso hídrico.	Garantizar buen estado y funcionamiento del tanque de almacenamiento.	Sellar e impermeabilizar las paredes del tanque	N° De tanques impermeabilizados	3 meses – 6 meses	Fontaneros	No realizado
Monitoreo constante de formación de lanudo, musgo y colonias de bacterias en el tanque					Bitácoras	1 vez a la semana	Fontaneros	No realizado	
Delimitar con malla perimetral la zona operacional del tanque.				Recopilación de datos sobre condiciones actuales.	Registros documentales	1 mes	Municipalidad.	No realizado	
				Procesos de licitación y obtención de presupuesto	N° ofertas recibidas	2 meses	Administración de acueducto	No realizado	
				Colocación de mallas perimetrales en los tanques.	N° Mallas colocadas	1 año – 2 años	Administración de acueducto, fontaneros, contratistas	No realizado	
Implementación de protocolo de mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura del acueducto y sus respectivos registros de control.				Comunicación con hacienda para procesos de mantenimiento por medio de protocolo de mantenimiento.	Acta de acuerdos de reunión con Hacienda Juan Viñas	NA	Acueducto municipal	En proceso	

					Verificar semanalmente en toda la red de distribución que ninguna tubería esté expuesta	Bitácoras	1 vez por semana	Fontaneros	En curso
					Realizar limpieza de las zonas donde se ubica la red de distribución	Bitácoras	1 vez por semana	Fontaneros	No realizado
					Cortar inmediatamente el suministro de agua cada vez que ocurra una rotura	Bitácoras	1 vez por semana	Fontaneros	No realizado
					Recopilación de datos sobre condiciones actuales de las tuberías expuestas en la red de distribución	Registros documentales	1 mes	Municipalidad.	No realizado
					Crear un revestimiento donde las tuberías se encuentran expuestas	N° Tuberías expuestas ya revestidas	1 año – 2 años	Administración de la municipalidad y Fontaneros	No realizado
					Realizar estudio para determinar edad, materiales y anchura de	Datos Obtenidos de estudio	6 meses – 1 año	Administración de acueducto	No realizado
	Red de distribución	<p>-Daños y fugas en la tubería</p> <p>-Tubería expuesta</p> <p>-Falta de válvulas de presión en tuberías</p> <p>-Tuberías antiguas</p> <p>-Tuberías angostas</p> <p>-Falta de Hidrantes por tuberías Angostas</p>	Fortalecer y optimizar la infraestructura que compone el Sistema de abastecimiento del Acueducto Municipal de Jiménez para maximizar y asegurar la protección del recurso hídrico.	Garantizar seguridad en toda la red de distribución para no poner en riesgo el agua que va a los hogares.					

					todas las tuberías de toda la red de distribución				
					Reemplazar todas las tuberías que están cerca de alcanzar su tiempo de vida útil o que ya sobrepasaron su edad de vida útil y las que no posean un ancho adecuado	N° de tuberías reemplazadas	1 año – 3 años	Fontaneros y Administración del Acueductos	No realizado
					Instalar hidrantes en las zonas comunidades faltantes.	N° de Hidrantes colocados	1 año -3 años	Administración del Acueductos, Fontaneros y contratistas	No realizado

Fuente: Elaboración propia, 2017.

CAPITULO VI. Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

- Los Planes de Seguridad del Agua son instrumentos de suma utilidad para poder identificar amenazas naturales en cualquier parte del sistema y poder garantizar a la población el recurso hídrico en cantidad y calidad. El equipo PSA posee la facilidad para poder identificar los componentes que necesitan inversión para mejoras, conocer los aspectos administrativos que necesitan de intervención y que incidan en la correcta operación, poder velar por el mantenimiento del sistema y tener un conocimiento de los recursos y sus respectivas fallas, para poder realizar las reparaciones específicas que mejoren la infraestructura del sistema de agua.
- Se necesita especial atención en las mejoras estructurales de las zonas de captación y en los tanques de almacenamiento de los acueductos, con el fin de garantizar la calidad del agua. Por otro lado, la cantidad del agua no se verá cubierta por esta medida, por lo que es de vital importancia implementar campañas de bienestar ambiental y cuidado del recurso hídrico en toda la población, sin importar edad o lugar de procedencia, pudiendo así cubrir personas que vengan de visita en la zona.
- La educación ambiental es un excelente complemento para el correcto uso de tecnologías limpias. Es también necesaria para provocar concientización de la comunidad con el fin de que, se incorpore a la cultura el ahorro de agua y además se tenga presente la importancia del recurso hídrico para la vida en el planeta.
- El Plan de Seguridad del Agua representa un instrumento para la administración integral del agua, este permite identificar características claves para el éxito del acueducto, tales como la continuidad del recurso en cantidad

y calidad; estos aspectos serán esenciales para poder abastecer de agua potable a la comunidad, sin dejar de lado la conservación de recursos naturales.

- Para poder garantizar el servicio de agua a las comunidades y a los ecosistemas a lo largo de los años de forma eficiente y eficaz, es de suma importancia, poner en acción un Plan de Seguridad de Aguas que pueda respaldar las acciones que se deben llevar a cabo.
- La metodología APPCC se implementó de manera exitosa, por lo que se pudo determinar los diferentes peligros y riesgos que presenta el sistema, esto permite ejecutar de la forma correcta el Plan de Seguridad de Aguas a largo plazo.
- Para que la administración del agua tenga éxito, es necesario que exista un apropiamiento por parte de las personas que interactúan en el proceso de la gestión del agua. Todo esto con la intención de que exista la formulación de ideas y actividades educativas que incentiven la conservación del recurso hídrico. En este punto es crucial la integración con instituciones como el MINSA, el MINAE, la Municipalidad, escuelas, Industria comercial e inmobiliaria de la zona.
- La verificación del Plan de Seguridad del Agua conlleva que se acaten todas las recomendaciones establecidas en la programación de cada eje de acción; por lo que es de suma importancia que el equipo encargado del PSA se reúna mínimo una vez cada seis meses, y se realicen visitas a los lugares donde se encuentran las captaciones de agua hasta la red de distribución, verificando con la matriz y el plan operacional cada etapa del sistema.

6.2 Recomendaciones

- La capacitación del personal es un punto clave para que el acueducto posea un correcto manejo del recurso hídrico y además se brinde un servicio de calidad a la población de Jiménez.
- El mantenimiento y vigilancia del acueducto son dos pilares de suma importancia considerando la cantidad de personas que son abastecidas por este acueducto. Actualmente se conoce que existe una sobredemanda de trabajo para las personas encargadas de realizar dicha labor, por lo que se recomienda la contratación de personal, con el fin de ampliar el número de personas integrantes de las “cuadrillas”. Estas personas son las encargadas de diversas tareas como: atender solicitudes y quejas de la población, así también son los encargados de revisar fugas, brindar mantenimiento a los tanques de captación y las reparan los posibles fallos que las estructuras presenten.
- Se recomienda realizar análisis de Laboratorio de manera uniforme para todos los tanques, todas las nacientes y red de distribución, conforme a los requerimientos del Ministerio de Salud de acuerdo al Reglamento para la Calidad del Agua Potable 38924-S Paralelamente se debe tener un registro tanto en físico como en digital de todos los estudios que se efectúen.
- Se debe mantener control y medición de los rebalses que se presenten en los tanques, con el fin de determinar el conteo de agua que llega a los mismos y conocer si este sobrepasa el límite, de esta manera se puede determinar si se deben construir nuevos tanques los cuales permitirían retener el excedente de agua que rebalsan la capacidad de los tanques existentes y asegurar el abastecimiento en caso de alguna emergencia. El registro del exceso de agua rebalsada es de suma importancia, ya que permite determinar la capacidad del acueducto para abastecer más personas en el futuro.

- Es de suma importancia dar seguimiento continuo al PSA por medio de proceso de mejora continua, siendo el documento actual una primera versión con el estado actual del acueducto y que sirve para evaluaciones futuras.
- Es esencial que exista un registro por parte del acueducto municipal de los datos de las nacientes, las características de esta y el lugar donde se encuentran las mismas.
- Se sabe que existe una alta demanda del recurso hídrico para uso y consumo humano y productivo por lo que la implementación de un sistema de recolección de agua escorrentía superficial es de suma importancia, para poder cumplir con la demanda de servicio. Se recomienda efectuar un plan de recolección aguas de techos, así también como de corrientes de agua temporales o intermitentes. Se sugiere para complementar esta actividad que se realicen planes para poder llevar a cabo las actividades de recolección, los cuales deben incluir evaluaciones de: calidad microbiológica y físico química del agua, materiales, entre otros.
- La elaboración de un Plan de Educación Ambiental es fundamental para la correcta implementación y seguimiento del Plan Operacional de Seguridad de Agua, además el mismo se debe confeccionar e implementar basado en los conocimientos y aportaciones de instituciones involucradas en la protección del recurso hídrico como lo son el MINSA, MINAE, el AyA, la Municipalidad entre otras.
- Es importante hacer notar que la cantidad de agua disponible para futuras conexiones para zonas comerciales y residenciales será menor a la actual, por lo cual es de suma importancia implementar proyectos para la compra de terrenos con el fin de salvaguardar la recarga acuífera, así como elaborar un plan para la construcción de un alcantarillado sanitario, todo lo mencionado anteriormente se debe sumar a un control de conexiones existentes y nuevas

cada año, para poder controlar la cantidad de oferta demanda y así poder estimar los tiempos y capacidades del acueducto a lo largo del tiempo.

- Los desastres naturales y el cambio climático pueden causar serios problemas a la infraestructura del acueducto, por lo que se debe elaborar un plan de emergencias y contención de riesgos y paralelamente un plan de adaptación a cambios en las condiciones ambientales ocasionados por catástrofes naturales.
- La limpieza en las tomas de agua superficiales, la vigilancia de la presencia de personas o animales en las propiedades donde se encuentra ubicado el acueducto y el monitoreo del aumento de sedimentos y oscuridad de las aguas en temporada de lluvias son necesarios para poder mantener en buen estado los sistemas del acueducto.
- Mantener los alrededores de las nacientes en perfecto estado, realizar la limpieza de sedimentos, conocer las concentraciones de metales pesados y plaguicidas, además de mejorar la vigilancia y evitar la entrada de personas a la infraestructura son recomendaciones para garantizar la calidad del recurso hídrico.
- La capacitación constantemente de los fontaneros con respecto a la vigilancia de cloro residual, es clave para que se realicen adecuadamente las labores asignadas en la ejecución de exámenes de cloro residual, turbiedad y calidad de agua. (control operativo de acuerdo al Reglamento para la Calidad del Agua Potable.38924-S)
- Los tanques de almacenamiento requieren de un sellado con cerámica y un constante monitoreo de formación de lanudo, musgo y colonias de bacterias. De esta manera se puede evaluar el contenido, para que el agua no exceda la capacidad máxima y con la integración de todo lo mencionado no se presenten grietas o un fallo en la correcta operación.

- Se debe procurar el cierre del flujo de agua en cuanto ocurran eventos que pongan en peligro el suministro de agua o exista alguna alerta por contaminación por eventos como fugas, tuberías expuestas, problemas de presión, entre otras, para la prevención se deben efectuar labores de vigilancia del acueducto, así también la reparación de las fugas conocidas y el reemplazo de tuberías viejas son puntos clave para poder evitar pérdidas de agua y protección del recurso hídrico.
- Las conexiones ilegales representan un potencial problema para el bienestar del acueducto, por lo tanto, un Plan de Revisión de conexiones ilegales es esencial para asegurar el correcto abastecimiento de agua potable. Se recomienda de igual manera, se implemente un Programa de educación sobre el higiene personal, lavado de manos y alimentos, así también un Programa del Uso Eficiente del agua que incentive el uso correcto de la disposición de aguas residuales en plantas de tratamiento acompañadas el uso de buenas prácticas de almacenamiento de agua.
- Se deben realizar más estudios con el fin de determinar las zonas de recarga de las nacientes, esto ayudara entre otros aspectos a tomar medidas y realizar procesos de gestión integrada del recurso hídrico en dichas zonas.
- Es necesario que la Municipalidad tome las acciones correspondientes para garantizar el correcto resguardo de las zonas de protección y se inicien los procesos de expropiación en al menos los 200 metros de radio fijo de protección de las nacientes de la zona.

BIBLIOGRAFÍA

Arias, L. 2011. Decimoseptimo Informe Estado de la Nación: Sector agua potable y saneamiento. (En línea) Consultado el 26 de febrero del 2015. Disponible en: http://www.estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/016/ana_arias.pdf Bartram

Argueta, M. 2012. Manual Simplificado Para El Desarrollo De Planes De Seguridad Del Agua. Versión Para El Prestador de Servicio de Agua Potable y Saneamiento. (en línea).HN. Consultado el 4 de abril del 2017. Disponible en: http://www.paho.org/hon/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=333&Itemid=211

Arroyave, J.A; Garcés, L.F. 2007. Tecnologías ambientalmente sostenibles. Producción + Limpia. Jul – Dic. Vol. 1. No. 2: 78-86.

Ballesteros V, M. 2009. La Prestación de los Servicios de Agua y Saneamiento con Enfoque de Gestión Integrada de Recurso Hídrico (GIRH) en Costa Rica: Situación y Sistematización de Algunas Experiencias (en línea). San José Costa Rica, consultado el 23 de abril del 2017. Disponible en: <http://www.alianzaporelaagua.org/documentos/GIRH-Costa-Rica.pdf>

Bartram J et al. 2009. Manual para el Desarrollo de Planes de Seguridad del Agua: metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, 2009.

Corrales L, Davison A, Deere D, Drury D, Gordon B, Howard G, Rinehold A, Stevens M. 2009. Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua: metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo. Organización Mundial de la Salud. Ginebra.

CGR(Contraloría General de la República, CR). 2013. Informe Acerca De La Eficacia Del Estado Para Garantizar La Calidad Del Agua En Sus Diferentes

Usos. (en línea).San José CR. Consultado el 16 de setiembre del 2016.
Disponible en: www.cgr.go.cr/.../see_own.SEE_PRC_ARCHIVO_EXPEDIENTE

Cristán, A. Rodríguez, C. Eden Winter, O.Loredo, J. Castro, J. Lopez, J. 2000.Características de Peligrosidad ambiental de plaguicidas. Manual de trabajo. Instituto Nacional de Ecología. Mexico D.F. 282 p.

Davison, A. Deere, D. 2007. Material de trabajo para “Planes de Seguridad del Agua” para consumo humano. Material para capacitación de capacitadores.OMS. Sydney, Australia.

Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York. 2008. Manual de Tratamiento de aguas. Primera Edición. Mexico DF. Editorial LIMUSA S.A. 205 p.

Francis, N. Nsubuga, Edith N. Namutebi, Masoud Nsubuga-Ssenfuma.2000. Water Resources of Uganda: An Assessment and Review. Global Water Partnership (GWP). Estocolmo, Suecia.

Foster, S. Hirata, D. Gomes, M. D’Elia, M.2002. Groundwater Quality Protection: a guide for water service companies, municipal authorities and environmental agencies. The World Bank. Washington, D.C. 130 p.

Foster, S. Hirata, D. 1991. Determinación del Riesgo de contaminación de aguas subterráneas, una metodología basada en datos existentes. Lima, Perú. 90 p.

Gary, N.F. 1996. Calidad del Agua Potable, Problemas y Soluciones. Segunda edición. España. Editorial ACRIBIA S.A. 365 p.

Hernández, R; Fernández, C; Baptista, P. 2010. Metodología de la investigación. 4ed. CR. McGraw Hill. 850p

IFRC, 2010. Planificación de proyectos y programas. Manual de orientación. Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja.

En línea. Consultado el 13 de abril del 2015. Disponible en <https://www.ifrc.org/Global/Publications/monitoring/PPP-Guidance-Manual-SP.pdf>

Laboratorio de hidrología, 2007. UNA. (en línea). Google. Consultado 15 de noviembre, 2016. Disponible en: http://www.una.ac.cr/hidrologia/documentos/proyecto_barva.pdf

Ley General de Salud. Publicada en el Alcance No. 172 a La Gaceta No 222 del 24 de Noviembre de 1973. Costa Rica.

López A, P. 2002. Abastecimiento de Agua Potable y Disposición y Eliminación de Excretas. México DF. Alfaomega. 295p.

ONU(Organización de Naciones Unidas). 2011. El derecho humano al agua al saneamiento. (en línea) Consultado el 6 de enero del 2015. Disponible en: http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_spa.pdf.

MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía). 2008. PLAN NACIONAL DE GESTION INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS (en línea). San José, Costa Rica, consultado el 28 de mayo del 2017. Disponible en: <http://www.ministeriodesalud.go.cr>

MINSA (Ministerio de Salud)/ ICAA (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados)/OPS (Organización Panamericana de la Salud). 2004. Calidad del Agua Potable en Costa Rica: Situación actual y perspectivas. Ed. X Bustamante. San José, CR. 36 p.

Mora A, D. Mata S, A. 2007. Conceptos Básicos de Aguas Para Consumo Humano y Disposición de Aguas Residuales. 2007: 515 p.

Morató, J., Gris, A .2009. Tecnologías Sostenibles para la Potabilización y el Tratamiento de Aguas Residuales. Red Revista Lasallista de Investigación, 3(1), 13.

OMS (Organización Mundial de la Salud). 2009. Manual para el desarrollo de Planes de seguridad del Agua. (En línea). Ginebra. Consultado el 04 de junio del 2013. Disponible

en:http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789243562636_spa.pdf

OMS (Organización Mundial de la Salud) 2006. Guías para la calidad del agua potable. Primer apéndice a la tercera edición. Organización Mundial de la Salud. En línea. Consultado el 13 de enero del 2017 en http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/

OPS (Organización Panamericana de la Salud). 2000. Estrategia para el fortalecimiento de la promoción de la salud en los lugares de trabajo en América Latina y el Caribe. (En línea). San José, Costa Rica. Consultado el 07 de junio del 2013. Disponible en: https://www.who.int/occupational_health/regions/en/oehpromocionsalud.pdf

OPS (Organización Panamericana de la salud). 2006. Desafío del sector de agua y saneamiento en la reducción de desastres: mejorar la calidad de vida reduciendo vulnerabilidades. Washington, D.C: OPS 37p

Pérez, A; Torres P; Cruz C. 2009. Planes de Seguridad del agua. Fundamentos y perspectivas de implementación en Colombia. Revista Ingeniería e Investigación. Vol 29: (3) 79-85.

Reglamento para la Calidad del Agua Potable N° 38924-S. Diario Oficial La Gaceta N° 84 del 3 de Mayo del 2005. En línea. Disponible en

<http://laboratoriolambda.com/site2/wp-content/uploads/2012/04/Reglamento-de-Calidad-del-Agua-Potable-32327-S-La-Gaceta-84.pdf>

Sánchez, V. 2003. Gestión ambiental participativa de microcuencas. Fundamentos y aplicación. El caso de quebrada Salitral, Costa Rica. EUNA, Heredia.

Sancho, R. 2009. Rendición de Cuentas Gestión 2009. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Consultado en marzo 20, 2013 en <https://www.aya.go.cr/Administracion/DocumentosBoletines/Docs/171209104929Cuentas2009.pdf>.

Sandoval, L. 2009. Manual de Tecnologías Limpias en PyMEs del Sector Residuos Sólidos. Programa Horizontal de Tecnologías Limpias y Energías Renovables. Organización de Estados Americanos (OEA). (En Línea). Consultado el 12 de abril del 2015. Disponible en <http://www.redrrss.pe/material/20090128192419.pdf>

Spellman, F. 2004. Manual del Agua Potable. Segunda Edición. España. Editorial ACRIBIA S.A. 255 p.

Torres, R. 2005. Importancia de los Planes de Seguridad del Agua (PSA) para el control de la calidad del agua de bebida. PAHO-CDC-EPA.

Varela, I. 2007. Estudio de la gestión municipal del agua: enfoque de “gestión de la demanda del agua” en Costa Rica y en países con mayor grado de gestión del recurso hídrico (en línea). Cartago, Costa Rica. Consultado el 12 abril 2015. Disponible en http://bibliodigital.itcr.ac.cr:8080/xmlui/bitstream/handle/2238/721/Anexo_3.pdf?sequence=2

Villanueva, J. 1983. NTP 42: Bocas e hidrantes de incendio. Condiciones de instalación. (En línea). Barcelona, España. Consultado el 6 de mayo del 2018.

Disponible

en:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_042.pdf

Anexo 2. Instrumento Unificado.

Provincia _____ Cantón _____ Distrito _____ Prestador de Servicio ___ N°
Cuestionario

UNIVERSIDAD NACIONAL					
INSTITUTO DE ESTUDIOS SOCIALES EN POBLACIÓN (IDESPO)					
TELÉFONO: 2562-4130			Enero, 2015		
FORMULARIO UNIFICADO DE INFORMACIÓN SOBRE FUENTES Y PRESTADORES DE LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTOS Y SANEAMIENTO					
Entrevistador / a:					
Buenos días/tardes/noches. Mi nombre es _____. Vengo de parte de la Universidad Nacional. Quisiéramos conversar con alguna persona de 18 años o más, costarricense o extranjera que participe en la junta directiva de la ASADA, con la que pudiera conversar sobre aspectos relacionados con los servicios del acueducto y saneamiento del agua. La información que me brinde es confidencial. GRACIAS.					
a.	Sexo:	1. Hombre	2. Mujer	b.	Edad en años cumplidos:
					<input type="text"/> <input type="text"/>
Anotar					
RESPONSABLES DE LA INFORMACIÓN					
1.	Responsables de brindar la información				
	Nombre de la persona	Puesto	Correo electrónico	Teléfono	Firma
a.					
b.					
c.					

d.						
e.						
f.						
g.						
h.						
i.						
j.						
2	RESPONSABLES DE RECOPIRAR LA INFORMACIÓN					
	Nombre del funcionario	Institución	Puesto/ocupación	Correo electrónico	Teléfono	Firma

B. IDENTIFICACIÓN DEL PRESTADOR DEL SERVICIO Y LA COMUNIDAD						
Información General del Prestador del Servicio						
Nombre del prestador del servicio:						
Código:		Número de identificación del ente operador:				
Tipo de prestador del servicio:	ASADA b. Municipalidad c. CAAR d. Asociación e. Otro					
Servicios prestados:	Acueducto b. Hidrantes c. Saneamiento					
Dirección exacta:						

Ubicación:	7.1 Provincia	7.2 Cantón	7.3 Distrito	7.4 Caserio/Barrio	7.5 Región (AyA u otros)
8. Convenio delegación:	Sí	b. No	c. En proceso (Significa que está en trámite en el AyA)		
9. Permiso sanitario para las instalaciones de la ASADA:	Sí	b. No	c. En proceso (Significa que está en trámite en el AyA)		
10. Personería jurídica:	Sí	b. No	c. En proceso (Significa que está en trámite en el AyA)		
11. Estatutos al día	Sí	b. No	c. En proceso (Significa que está en trámite en el AyA)		
12. Cédula jurídica	N° tienen	() No	Emisión:	Vencimiento:	
Datos de la comunidad(es) que recibe(n) los servicios					
13. Tipo de población:	a. Urbana	b. Rural	c. Periurbana	d. Mixta	
14. La comunidad cuenta con los siguientes servicios públicos:				SI	NO
a. Energía eléctrica				1	2
b. Telefonía				1	2
c. Transporte público				1	2
e. Correo postal				1	2
f. internet				1	2
g. Educación primaria				1	2
h. Educación secundaria				1	2
i. Educación superior				1	2
j. Centro de salud (EBAIS)				1	2
15. Comunidades abastecidas por el Acueducto:			16. Comunidades que cuentan con servicio de hidrantes:		
1			1		
2			2		

3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
17. Comunidades cubiertas por servicio de saneamiento:	17.1. Tipo de saneamiento con el que cuenta:
1	Alcantarillado pluvial b. Alcantarillado sanitario c. Alcantarillado mixto d. Sistemas de saneamiento
2	Alcantarillado pluvial b. Alcantarillado sanitario c. Alcantarillado mixto d. Sistemas de saneamiento
3	Alcantarillado pluvial b. Alcantarillado sanitario c. Alcantarillado mixto d. Sistemas de saneamiento
4	Alcantarillado pluvial b. Alcantarillado sanitario c. Alcantarillado mixto d. Sistemas de saneamiento
5	Alcantarillado pluvial b. Alcantarillado sanitario c. Alcantarillado mixto d. Sistemas de saneamiento
6	Alcantarillado pluvial b. Alcantarillado sanitario c. Alcantarillado mixto d. Sistemas de saneamiento
7	Alcantarillado pluvial b. Alcantarillado sanitario c. Alcantarillado mixto d. Sistemas de saneamiento
8	Alcantarillado pluvial b. Alcantarillado sanitario c. Alcantarillado mixto d. Sistemas de saneamiento
C. GESTIÓN AMBIENTAL Y DEL RECURSO HÍDRICO	

Gestión Ambiental					
¿Han desarrollado acciones para la protección ambiental?			SI	NO (pase a la 2)	
¿Qué tipo de acciones ha desarrollado?		a.Compra de terrenos. b. Campañas de protección c.Pago de servicios ambientales. d. Otro (indique):_____			
¿Se han realizado estudios técnicos para definir las áreas de protección?			SI	NO (pase a la 3)	
Fuentes:		Porcentaje de abarca:			
¿Se cuenta con programas de adaptación al cambio climático?			SI	NO	
¿Se cuenta con estudios técnicos para definir el balance hídrico?			SI	NO (pase a la 5)	
Fecha de ejecución:		Alcance:		Cuenca b. Subcuenca c. Microcuenca	
¿Se cuenta con programas de eficiencia energética?			SI	NO	
¿Se desarrollan programas de educación ambiental?			SI	NO (pase a la 7)	
¿Cuáles?	1.		6.2. Indicar la instancia a través de la cual se desarrolló	1.	
	2.			2.	
	3.			3.	
	4.			4.	
	5.			5.	
Identificación de Fuentes Hídricas Aprovechadas					
(Llenar un instrumento por fuente)					
Nombre de la fuente:				Código:	
Tipo de explotación:		Manantial o naciente b. Superficial (rio o quebrada) c. Pozo			
Ubicación:		a.Hoja topográfica:		b.Cuenca hidrográfica:	
		c.Subcuenca:		d.Microcuenca:	
11. Datos de la propiedad:		a.Propiedad a nombre de:			
		b.Área de la propiedad (ha):			

12.Caudales:	a.Caudal aforado (l/s):					
	b.Caudal explotado(l/s):					
	c.Cuadal promedio (l/s):					
13.Ubicación geográfica:	Coordenadas:		X: (m)	Y: (m)	Altitud: (m)	
	Precisión del GPS:		Pendiente:	°	Error/precisión: °	
14.¿Cuenta con concesión o inscripción MINAE?		a. Si	b. No	c. En trámite	# de resolución: _____	
15. Uso actual de agua	a. Consumo Comercial	b. Agropecuario	c. Agroindustrial	d. Riego	e. Industrial	f.
16.¿Cuenta la fuente con estudio hidrogeológico		a. Si	b. No	c. En trámite	Empresa: _____	
17.¿El estudio hidrogeológico es considerado por la(s) municipalidades para la toma de decisiones relacionadas con el cambio de uso de suelo?		a. Si	b. No	c. Municipalidad	d. En trámite	
18. ¿De los siguientes riesgos a cuáles está expuesta la fuente?			SI	NO		
Inundación			1	2		
Derrumbes			1	2		
Erupciones volcánicas			1	2		
Movimientos sísmicos			1	2		
Contaminación			1	2		
Otros (anotar): _____			1	2		
19. Descripción del sitio de captación y alrededores			SI	NO		
Se ubica en un área protegida o zonas de conservación			1	2		
Se encuentra en una zona de bosque			1	2		
¿Está demarcada el área de protección legal?			1	2		
¿Cuenta con cerca de protección inmediata?			1	2		
¿Se realiza vigilancia periódica?			1	2		
Condición acceso adecuado a la fuente			1	2		

Existe servidumbre de acceso	1	2
Se da mantenimiento a la servidumbre	1	2
¿Se ha adquirido terrenos que garanticen la protección de la fuente?	1	2
Existe un programa de limpieza y mantenimiento de la captación	1	2
¿Posee la toma protección de contaminación ambiental?	1	2
Presencia de basura en sus alrededores	1	2
Presencia de fuentes de contaminación en la zona descarga inmediata de la naciente en radio mínimo de 200m aguas arriba	1	2
Hay población en un radio 50m de la captación (protección de infraestructura)	1	2
¿Posee rótulos de información?	1	2
Croquis Determinar el tipo de uso de la tierra a r=100m de distancia de la fuente de aprovechamiento		

Pozo						
20. Características del pozo	a. Caudal: l/s	Diámetro:	mm	Profundidad:	m
	Potencia de la bomba:		hp	Presión:	psi	
21. Nombre del acuífero:						
22. Condiciones generales				SI	NO	No aplica
¿Cuenta con brocal o tapa?				1	2	9
¿Alrededores se realiza mantenimiento de áreas verdes?				1	2	9
¿Está la tubería de la cachera de bombeo en buenas condiciones (no herrumbrada ni rota (con fugas))?				1	2	9
¿Cuenta con cubierta de concreto(plache) que lo aisle de la contaminación externa?				1	2	9
¿Cuenta el tanque con un adecuado desagüe para las aguas de limpieza?				1	2	9
¿Existen focos de contaminación (tales como letrinas, basureros, etc.) a menos de 20 m del pozo?				1	2	9
¿Hay presencia de letrinas a un nivel más alto que el pozo?				1	2	9
¿Hay agua estancada en los alrededores del pozo?				1	2	9
¿Está el pozo fuera de una zona de inundación?				1	2	9
¿Está la infraestructura libre de fugas?				1	2	9
Rio o Quebrada						
23. Condiciones generales				SI	NO	No aplica
¿Está la toma de agua desprovista de infraestructura que la proteja?				1	2	9
¿La toma de agua está ubicada dentro de alguna zona de actividad agrícola?				1	2	9
¿Existe alguna otra fuente de contaminación alrededor de la toma? (letrinas, animales, viviendas, basura o industrias, etc.)				1	2	9
¿Existen válvulas de regulación?				1	2	9
¿Tienen las personas y animales acceso a la captación?				1	2	9

¿Están las rejillas de la toma en malas condiciones (ausentes, quebradas, etc.)?	1	2	9
¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, etc.) tapando las rejillas de la toma?	1	2	9
¿Las válvulas están protegidas mediante cajas con tapa, o con la debida protección?	1	2	9
¿Existen condiciones de deforestación y erosión en los alrededores de la toma de agua?	1	2	9
¿Está ausente el desarenador después de la toma de agua?	1	2	9
¿Está la infraestructura libre de fugas?	1	2	9
Las cajas de válvulas están en buenas condiciones físicas (sin oxido, pintadas)	1	2	9
Manantial o Naciente			
24. Condiciones generales			
a. Tipo de captación	Drenaje	Caja	Mixto
b. ¿Hay caja de reunión?	SI	NO	No aplica
c. ¿Cuenta con tapa la captación?	SI	NO	Condición Buena____ Mala_____
d. ¿La tapa cuenta con cierre seguro?	SI	NO	No aplica
e. ¿Cuenta con muro de protección?	SI	NO	No aplica
f. ¿Existen válvulas de regulación?	SI	NO	No aplica
g. ¿Paredes y las losas de la captación con grietas?	SI	NO	No aplica
h. ¿Cuenta la losa superior de techo con una pendiente para que no se empoce el agua?	SI	NO	No aplica
i. ¿Cuenta con respiraderos o tuberías de rebalse con rejilla de protección?	SI	NO	No aplica
j. ¿Cuenta con drenajes para desviar el agua de escorrentía?	SI	NO	No aplica
k. ¿las válvuls están protegidas mediante cajas con tapa?	SI	NO	No aplica

l. ¿Las válvulas están protegidas mediante cajas con tapa, o con la debida protección?	SI	NO	No aplica
m. ¿Se encuentran (raíces, hojas, sedimentos, etc.) dentro de la captación?	SI	NO	No aplica
n. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación?	SI	NO	No aplica
o. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación (letrinas, animales, viviendas , basura)?	SI	NO	No aplica
p. ¿Está la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial?	SI	NO	No aplica
q. ¿Está la infraestructura libre de fugas?	SI	NO	No aplica
v. Las cajas de válvulas están en buenas condiciones físicas (sin oxido, pintadas)	SI	NO	No aplica
D. GESTIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA			
Sistema de Abastecimiento de Agua Potable			
1.1.Descripción general del Sistema (llenar uno por cada sistema)			
1. Cantidad de sistemas:		2. Tipo de Sistemas:	a. Gravedad b. Bombeo c. Mixto
3. Se tiene Manual de Operación y mantenimiento del Sistema:	a. Si b. No (pase a la 4)	3.1. Fecha de elaboración:	
4. ¿Se cuenta con croquis?	a. Si b. No	5. ¿Se tiene dibujada la red?	a. Si b. No
6.¿Se tiene diseño?	a. Si b. No	7.¿Existen planos?:	a. Si b. No
8. ¿Los planos están actualizados?	a. Si b. No	9.Área de cobertura	km ²
10. ¿Existen interconexiones entre sistemas propios o con otros sistemas (de ASADA u otros)?			a. Si b. No
11. Población Abastecida		12. Longitud total de la tubería del sistema:	km ²
13. ¿Cuál es la vida útil promedio de la tubería?			
1.2.Infraestructura del sistema			
14. Componente	Existe	No exist	Estado Cantidad Capacidad o potencia Problemas u observaciones

		e			(cuando aplica)	generales	
a. Obras de captación							
b. Obras de conducción							
c. Desarenador							
d. Sistemas de bombeo							
e. Obras de impulsión							
f. Planta Potabilizadora							
g. Sistema de desinfección							
h. Tanque de almacenamiento							
i. Redes de distribución							
15. Producción de Fuentes L/S			Nacientes		Superficiales		Pozos
16. Existe macromedición en las fuentes			Nacientes		Superficiales		Pozos
17. Fuentes Alternativas			Nacientes		Superficiales		Pozos

1.3 Gestión del Riesgo									
18. Se realiza una gestión integrada de los riesgos del sistema							SI		NO
19. Se cuenta con Plan de Seguridad del Agua							SI		NO
20. Se tiene un plan para la atención de emergencias y desastres							SI		NO
21. Se tiene un plan de contingencia estacional							SI		NO
Información Referente a la Calidad del Agua									
22. Cantidad anual de análisis realizados.									
23. Laboratorio responsable de los análisis:									
24. periodicidad de los muestreos:			a. Mensual	b. Semestral		c. Anual		d. Otro: _____	
25. Fecha del último muestreo:					25.1. Incluir resultado sobre el cumplimiento del Reglamento de Agua Potable				
26. Nivel de control de agua aplicado:			a. N1	b. N2		c. N3		d. N4	
27. Indique el desglose de los análisis realizados		1.							
		2.							
		3.							
		4.							
		5.							
28. Desinfección utilizada:		a. Gas cloro					Dosis:		
		b. Pastilla					Dosis:		
		c. Otros (indicar): _____					Dosis:		
29. Se analiza Cloro residual (libre y combinado):		a. Si	b. No	30. Último valor en el último punto de la red de distribución y fecha			Valor: _____		Fecha: _____
Croquis del Sistema							32. Datos ubicación (notas)		

1.5. Línea de Conducción			
33. Tipo de conducción:	a. Canal abierto b. Tubería	34. Diámetros de tubería (mm):	a. Mayor b. Menor

35. Longitud de tubería de conducción (Km):		36. Fecha de instalación o antigüedad de las líneas de tuberías:	
37. Material de la conducción	a. PVC	Longitud:	
	b. Concreto	Longitud:	
	c. Hierro	Longitud:	
	d. Polietileno.	Longitud:	
	e. Otro (indicar): _____	Longitud:	
38. ¿Se presentan problemas en la tubería?	a. Ninguno b. Contaminación c. Corrosión d. Vandalismo e. Fugas o perforaciones f. Otro (Indicar): _____		
39. ¿Existen válvulas de aire?:	a. Si b. No (pase 40)	39.1. Tipo de válvula:	
39.2. ¿En qué estado se encuentra la válvula?	a. Bueno b. Regular. c. Malo		
40. ¿Existen válvulas reguladoras de presión?	a. Si b. No (pase 41)	40.1 Estado:	a. Bueno b. Regular c. Malo
41. ¿Existen tanques quebragradientes?	a. Si b. No (pase 42)	41.1. Estado	a. Bueno b. Regular c. Malo
42. ¿Existen pasos elevados?	a. Si b. No (pase 43)	42.1. Estado	a. Bueno b. Regular c. Malo
42.2. Los pasos elevados están protegidos	a. Si b. No	43. ¿Existen válvulas de limpieza?	a. Si b. No (pase 44)
43.1 ¿Cuál es el estado de la válvulas de limpieza?	a. Bueno b. Regular. c. Malo		
Condiciones de la línea de conducción			
44. Aspectos valorados:		SI	NO
¿La tubería se encuentra libre de fugas?		1	2
¿La fosa de inspección de los tanques quiebra gradientes cuenta con: borde de concreto que impida el ingreso de aguas de lluvia?		1	2
La fosa de inspección de los tanques quiebra gradientes cuenta con un sistema seguro de cierre		1	2
La fosa de inspección de los tanques quiebra gradientes cuenta con: no se observan grietas en las paredes		1	2
¿La tubería se encuentra enterrada totalmente?		1	2
¿La tubería se encuentra parcialmente enterrada?		1	2

¿La tubería se encuentra al aire libre?	1	2
¿La línea se encuentra libre de vulnerabilidad por deslizamientos?	1	2
¿La tubería se encuentra libre de vulnerabilidad a la escorrentía superficial?	1	2
¿La tubería se encuentra libre de vulnerabilidad de actos vandálicos?	1	2
¿Los pasos elevados están en buen estado?	1	2
¿Se cuenta con un sistema para purgar la tubería?	1	2
¿Se cuenta con desinfección en la tubería cuando reparan las fugas?	1	2
¿Cuentan con un fontanero o encargado del mantenimiento de las líneas de tubería?	1	2
Condiciones del desarenador		
45. Volumen del desarenador (m3):		
46. Aspectos valorados	SI	NO
a. ¿Se encuentra pintado?	1	2
b. ¿Se encuentran las paredes sin grietas?	1	2
c. ¿Se encuentra libre de acumulación de hojas?	1	2
d. ¿Existe acera perimetral igual ó mayor a 50 cm?	1	2
e. ¿Cuenta el desarenador con rejilla a la salida, para evitar que pasen hojas?	1	2
f. ¿Está en buen estado de conservación general la estructura?	1	2
g. ¿Están limpias las paredes internas del desarenador (libres de crecimiento de algas ó musgo)?	1	2
h. ¿Se cuenta con la cerca de protección alrededor del desarenador?	1	2
¿La cerca de protección se encuentra en buen estado?	1	2
¿Existe un acceso fácil y seguro al desarenador?	1	2
¿Se encuentran limpias y bien mantenidas las áreas donde se encuentra el desarenador?	1	2
l. ¿Se encuentra libre de focos de contaminación en las inmediaciones del desarenador a menos de 20 metros del desarenador?	1	2
m. ¿Cuenta el desarenador con tapas?	1	2

Tanque de almacenamiento			
47. Nombre del tanque:			
48. Volumen del tanque:	m ³	49. Código:	
50. Material del Tanque:	a. Concreto	b. Metal	c. Plástico d. Otro(indicar): _____
51. Indique el tipo de tanque	a. Elevado	b. Enterrado	c. A nivel d. Semienterrado
52. ¿Con qué frecuencia se realiza la limpieza?	a. Mensual	b. Semestral	c. Anual
53. ¿A quién pertenece el terreno donde se ubica el tanque?	a. Ente operador	b. Gobierno	c. Municipalidad d. Privado
	53.1. Nombre del propietario:		53.2. N° de Catastro:
Condiciones generales del tanque			
54. Aspectos Valorados:		SI	NO
a. ¿Está pintado el tanque?		1	2
b. ¿Se encuentran las paredes libres de grietas y fugas?		1	2
c. ¿En el caso de tanques metálicos ¿están las paredes libres de herrumbre?		1	2
d. ¿En el caso de tanques metálicos están las paredes libres de agujeros?		1	2
e. ¿La tapa de inspección cuenta con el borde perimetral que impida el ingreso de las aguas de lluvia?		1	2
¿La tapa de inspección dispone de un sistema seguro de cierre?		1	2
¿Existe acera perimetral igual ó mayor a 80 cm?		1	2
h. ¿La losa superior o techo está en buenas condiciones de impermeabilidad?		1	2
j. ¿El nivel del agua en el tanque es más de ¼ del volumen total?		1	2
k. ¿Las escaleras internas del tanque se encuentran en buen estado?		1	2
l. ¿Las escaleras externas del tanque se encuentran en buen estado?		1	2
m. ¿Se encuentra libre de sedimento, raíces, algas y/o hongos dentro del tanque?		1	2
n. ¿Se cuenta con cerca de protección alrededor del tanque?		1	2

			(pase a "o")
ñ. ¿La cerca de protección está en buenas condiciones?	1	2	
¿Se encuentran limpias y bien mantenidas las áreas donde se encuentra el tanque?	1	2	
p. ¿Se encuentra libre de focos de contaminación alrededor y a menos de 20 m del tanque, tales como: letrinas, animales, calles públicas, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial?	1	2	
q. ¿Cuenta el tanque con rejilla de protección en respiraderos?	1	2	
r. ¿Cuenta el tanque con tubería de rebalse?	1	2	
Planta Potabilizadora			
55. Tipo de Planta:	a. Filtros Rápidos b. Filtros lentos. c: FIMES (filtración en múltiples etapas).		
56. Caudal Tratado L/S		57. ¿Se cuenta con condiciones adecuadas de acceso?	a. Si b. No
58. Cloración aplicada	a. Precloración en la planta b. Post cloración en la planta	59. Frecuencia de limpieza	
60. ¿Se dosifican productos químicos en la planta?	a. Si b. No		
61. Indique qué químicos se dosifican:			
62. Componentes de la Planta Potabilizadora:	a. Sistemas de entrada b. Mezcladores c. Floculadores	d. Sedimentadores. e. Filtración f. Desinfección	
Condiciones generales de la planta potabilizadora			
63. Aspectos Valorados:	SI	NO	No aplica
a. ¿Cuenta la planta con un laboratorio equipado?	1	2	3
¿Se cuenta con equipo e instrumentación para el monitoreo de la calidad del agua?	1	2	3
c. ¿El equipo está en buenas condiciones?	1	2	3
d. ¿El dosificador funciona correctamente?	1	2	3

e. ¿El dosificador se encuentra calibrado?	1	2	3
f. ¿El dosificador dosifica de acuerdo con la prueba de jarras?	1	2	3
g. ¿Se registra diariamente los incidentes de la planta?	1	2	3
h. ¿Ha estado libre de interrupciones en el proceso de cloración?	1	2	3
i. ¿Se encuentra libre de crecimiento de algas en los filtros?	1	2	3
j. ¿Se regula adecuadamente el caudal de entrada a los filtros?	1	2	3
k. ¿Cuenta con una cerca que la proteja de la entrada de personas y animales?	1	2	3
l. ¿La cerca se encuentra en buen estado?	1	2	3
m. ¿Está el lote limpio y con áreas verdes bien mantenidas?	1	2	3
n. ¿Las paredes están libres de grietas?	1	2	3
ñ. ¿Se encuentra libre de interrupciones o fluctuaciones en el caudal de entrada a la planta?	1	2	3
o. ¿Están limpias las estructuras en su interior, denotando un buen mantenimiento?	1	2	3
p. ¿Se encuentra libre de contaminación en las inmediaciones de la planta a menos de 20 metros?..	1	2	3
Red de Distribución			
64. Material de la red de distribución:		a. PVC b. Hierro c. Concreto d. Polietileno Alta Densidad	
65. Diámetro mayor:	mm	66. Diámetro menor:	mm
		67. Extensión de la red:	
		ml	
68. Realizan mediciones de presión		a. Si.	67.1. ¿Cuál?:
		i. P<10 ii. P=10 iii. P >10 iv. P >70	
		b. No	
69. Frecuencia interrupciones	a. Nunca b. 2 veces/año c. 3 veces /año d. 4 veces /año e. más de 4 veces / año		
70. ¿Se cuenta con Plan Interrupciones?		a. Si b. No	71. Se tiene Procedimiento detección de fugas?
		a. Si b. No	
72. Tiempo promedio reparación de fugas:	a. < 8horas b. > 1día c. < 1semana		
Condición de la red de distribución			
73. Aspectos valorados:			SI NO

a. ¿La red de distribución se encuentra libre de fugas?	1	2
b. ¿Los tanques quiebra gradientes cuentan con tapas adecuadamente construidas y con sistema seguro de cierre y no se observan grietas en las paredes?	1	2
c. ¿La tubería se de PVC está bien enterrada y sin huecos?	1	2
d. ¿La línea se encuentra libre de vulnerabilidad por deslizamientos?	1	2
e. ¿La tubería se encuentra libre de vulnerabilidad a la escorrentía superficial?	1	2
f. ¿La tubería se encuentra libre de vulnerabilidad de actos vandálicos?	1	2
g. ¿Los pasos elevados están en buen estado?	1	2
h. ¿La tubería de PVC está protegida?	1	2
i. ¿Se cuenta con un sistema para purgar la tubería de distribución?	1	2
j. ¿Se cuenta con un sistema de desinfección en la tubería cuando reparan las fugas?	1	2
k. ¿Cuentan con un fontanero o encargado del mantenimiento de las líneas de tubería?	1	2
h. ¿Cuenta la Administración con un plano del sistema de tuberías?	1	2
II. Gestión del Saneamiento		
74. Sistema de disposición de aguas residuales	a. Alc. Sanitario (sin tratamiento). b. Alc. Sanitario (con tratamiento) c. Tanque séptico y drenaje. d. Letrina e. Otro sistema individual de tratamiento(indicar):_____	
75. Porcentaje de cobertura alcantarillado sanitario:	a. 100% b. >50% de la zona c. <50% de la zona d. 0%	
76. ¿Se cuenta con interés en construir alcantarillado sanitario?	a. Si b. No	
77. ¿Existe Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR?	a. Si b. No (pase a la 79)	
78. Estado de la PTAR	a. En operación cumpliendo norma b. En operación no cumpliendo norma c. Fuera de operación	
79. ¿Se presentan reportes operacionales?	a. Si b. No	
80. ¿Hay bitácora (registro) del mantenimiento?	a. Si b. No. (pase a la 81)	80.1. ¿Desde cuándo?

81. ¿Se cuenta con un programa de Mantenimiento Preventivo:				a. Si	b. No		
82. ¿Se cuenta con un encargado de mantenimiento?				a. Si	b. No		
83. ¿Se tiene capacitación (técnica) para mantenimiento?				a. Si	b. No		
III. Sistema de Hidrantes							
84. Hidrantes:	Existentes por sistema			Faltantes por sistema			
	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	
85. Apoyan los a Bomberos			a. Si b. No	86. Existe plan de mantenimiento de hidrantes		a. Si b. No	
87. Contabilidad separada para hidrantes			a. Si b. No	88. Control de agua para Bomberos		a. Si b. No l/s	
IV. Costos de Operación							
89. Identificados de costos reales de operación y mantenimiento				a. Si	b. No		
90. Financiación costos de operación y mantenimiento				a. AyA	b. Tarifas	c. Donación	
				%	%	%	
91. Bombeo:	Bombeo/Día	Consumo	Costo	91. Desinfección	Tipo/Marca	Costo	Consumo (Kwh)
93. Control de Calidad		# Análisis N1/ año		Otros Análisis/Año		Costo total (c/año)	
E. GESTIÓN ADMINISTRATIVA FINANCIERA							
I. Planes y Programas							
1. Planes y Programas:		SI	NO	En proceso	Año de realización		
a. Plan de trabajo anual:		1	2	3			
b. Plan estratégico:		1	2	3			
c. Plan de Atención integral de Riesgos:		1	2	3			

d. Otros (Indicar): _____	1	2	3						
e. Otros (Indicar): _____	1	2	3						
Libros Legales	Al día	Desactualizado	No se tiene	Fecha última revisión					
a.Libro de Actas Junta Directiva									
b.Libro de Actas de Asambleas									
c.Libro de Socios									
d.Libros de Estados Financieros de diario									
e.Libros Mayor de Estados Financieros									
f.Libros de Inventarios									
II. Recurso Humano									
3. Junta Directiva	Nombre:		Sexo	Edad	Escolaridad	Fecha inicio	Fecha finalización	Años de servicio	
a. Presidente(a):									
b. Vicepresidente(a):									
c. Tesorero(a):									
d. Secretario(a):									
e. Vocal 1									
f. Vocal 2									
g. Vocal 3									
h. Fiscal:									
4. Administración	Si	No	Salario	Tiempo Completo	Tiempo Parcial	Servicios profesionales	Años en el puesto	Aseg. CCSS	Póliza INS
a. Administrador	1	2							
b. Secretario	1	2							

c. Técnico del Sistema	1	2							
d. Contador	1	2							
e. Ingeniero	1	2							
f. Otro (indicar): _____	1	2							
g. Otro (indicar): _____	1	2							
II. Recursos Financieros									
5. Estados financieros	a. Al día			b. sin actualizar			c. No Existe		
6. Situación de la contabilidad	a. Al día			b. sin actualizar			c. No Existe		
7. Manejo de ingresos	a. Depósito en cuenta corriente			b. Depósito en cuenta de ahorros			c. Caja chica		
8. Lugar Respaldo de la información	a. Oficina Acueducto			b. Oficina. otro lugar			c. No existen respaldos		
9. Estados financieros fiscalizados AyA	a. Si			b. No					
10. Capacidad de liquidez para inversiones	a. L < 50%			b. L > 50%			c. No tiene		
III. Recursos Materiales									
11. Cuenta con bodega de materiales	a. Si			b. No					
12. Se tienen registros de entradas y salidas	a. Si			b. No					
13. Se tiene lista de proveedores	a. Si			b. No					
14. Repuestos o accesorios para atención de emergencia	a. Si			b. No					
15. Repuestos o accesorios para operación	a. Si			b. No					
IV. Otros Recursos									
16. ¿Cuenta con oficina propia?	a. Si			b. No					
17. ¿Tienen Vehículo?	a. Si			b. No					
18. ¿Cuenta otro medio de transporte?	a. Si			b. No					
19. ¿Cuenta con equipo de cómputo?	a. Si			b. No					
20. ¿Cuentan con sistemas o software para gestión de ASADAS?.	a. Si			b. No					

21 ¿Aplican manual de cuentas del AyA?		a. Si b. No	
22. ¿Se cuenta con algún otro recurso?		a. Si b. No (pase a la 23)	
22.1. ¿Cuáles?			
V. Costos			
23. Personal operativo	Nº	Jornada	Salario mensual (₡)
a.Fontanero			
b.Peón			
c.Encargado de bombeo			
24. Personal administrativo	Nº	Jornada	Salario mensual (₡)
a.Administrador			
b.Secretaria			
c. Contador			
Otros costos promedio mensuales (₡)			
25. Costo bombeo:		30. Materiales:	
26. Servicios públicos:		31. Comisión por recaudación:	
27. Pólizas:		32. Desinfección:	
28. Laboratorio:		33. Lectura medidores	
29. Cargas Sociales:		34. Otros (Indicar): _____	
Periodicidad de mantenimiento			
35.Fuentes:		39.Tanques:	
36.Válvulas:		40.Eq. Desinfección:	
37.Bombas:		41.Pta. Potabiliz.:	
38.Hidrómetros:		42.Hidrantes:	
F. GESTIÓN COMERCIAL			
I. Nuevos Servicios			

1. Disponibilidad agua para expansión	a. Si b. No	1.1. ¿Cuánta?	l/s		
2. Previstas en espera		a. Si b. No			
3. Tasa anual de expansión (Conexiones nuevas / año)					
II. Micromedición					
4. Microdición	a. No hay	b. <50%	c. >50%, <75%	d. >75%, <100%	e. 100%
a. Instalada porcentaje					
b. Porcentaje funcionando adecuadamente					
5. Agua no contabilizada	a. Conoce el porcentaje b. No lo conoce (pase a la 6)				
5.1. ¿Cuáles es el porcentaje?	a. i. ANC>40% b. ii. ANC<40%				
III. Ciclo Comercial					
Lectura, Facturación, Puesta al Cobro y Recaudación					
6. Periodicidad de la lectura	a. No hay	b. Mensual	c. bimensual	d. Otra	
7. Tipo de lectura	a. Manual	b. Automatizada (uso de TPL)			
8. Sistema automatizado de facturación	a. Si	b. No			
9. Recaudación Externa:	a. Si	b. No			
10. Registros históricos de facturación:	a. Mayor a un año	b. Menor a un año	c. No hay		
11. Manejo de ingresos	a. Depósito en cta corriente	b. Depósito en cta de ahorros	c. Caja chica		
12. % de morosidad	a. m=0	b. m <10%	c. m>10%		
13. Lugar de respaldo de información	a. Oficina Acueducto	b. Otro lugar	c. No existen respaldos		
14. Tipo de recaudación	a. Manual	b. Electrónica			
15. Respaldo de información	a. respaldo físico	b. digital			
16. Facturación Mensual m3					

17. Facturación Mensual ¸				
IV. Tarifas				
18.¿Aplica la tarifa oficial y vigente ARESEP?		a. Si b. No		19.¿Aplica aporte comunal?
				a. Si b. No
20. ¿Cuánto cobran?				
21. Conexiones por categoría tarifaria		Fijos	Medios	Cantidad de conexiones
Domiciliar				Total
Preferencial				
Empresarial				
Gobierno				
TOTAL				
22. Tarifa Servicios		DOMIPRE		EMPREGO
a.Tarifa fija (¢/mes)				
b.Tarifa base (¢/mes)				
b.Tarifa unitaria (¢/m3)				
23. Servicios Conexos				
a. Tarifa corta (¢):			b. Tarifa reconexión (¢):	
c. Tarifa servicio nuevo (¢):			d. Tarifa hídrica (¢):	
e. Tarifa hidrantes (¢):			Medios:	Fijos:
V. Servicio al Cliente				
24. Se tienen oficinas adecuadas para atención de los clientes			a. Si b. No	
25. Se llevan registros de quejas.			a. Si b. No	
26. Se da seguimiento a las quejas.			a. Si b. No	
G. RELACIÓN CON LA COMUNIDAD				
1. Efectúan Asambleas ordinarias según la Legislación			a. Si b. No	

2. Participación de socios en las Asambleas	a. 100%	b. 75%	c. 50%	d. Menos de 25%
3. Participación de la comunidad en la gestión del agua	a. 100%	b. 75%	c. 50%	d. Menos de 25%
4. Realiza Plan de Afiliación	a. Si b. No (pase a la 5)			
4.1 ¿Cómo se realiza Plan de Afiliación?	a. Al inscribirse b. En asamblea c. Por boletín ó circular d. Otro			
5. Número de abonados que son socios				
6. Organizan campañas para involucrar a escuelas/colegios en actividades de participación y conciencia.	a. Si b. No			
7. se cuenta con un plan de Transparencia y Rendición de cuentas	a. En Ejecución b. En Diseño c. No hay			
8. Se realizan acciones concretas de promoción de la igualdad de género en la gestión comunal del agua y en el agua como derecho humano fundamental	a. Si b. No			
¡MUCHAS GRACIAS!				

Anexo 3. Distribución de las categorías de uso de suelo porcentaje y hectáreas para las nacientes del Acueducto.

Uso del suelo perímetro 200 m para nacientes 1, 2 y 3		
Uso	Área Ha	Porcentaje
Bosque intervenido	6,52	45,95
Bosque ribertino	0,55	3,86
Hortalizas y verduras	3,73	26,26
Pastos	3,4	23,93
Área total		14,2
Uso del suelo perímetro cuenca hidrogeomorfológica		
Uso	Área Ha	Porcentaje
Bosque intervenido	4,92	78,28
Hortalizas y verduras	0,94	15,03
Pastos	0,42	6,69

Área total		6,28
Uso del suelo dentro de los perímetros 200 m de todas las nacientes		
Uso	Área Ha	Porcentaje
Bosque intervenido	10,64	47,60
Bosque ribertino	0,82	3,65
Café	0,22	0,99
Hortalizas y verduras	3,89	17,42
Pastos	6,47	28,94
Urbano	0,31	1,39
Área total		22,36

Anexo 4. Distribución de las categorías de uso de suelo porcentaje y hectáreas para el área de estudio.

Uso	AreaKm2	Porcentaje
Bosque intervenido	9,6	20,6
Bosque ribertino	1,7	3,6
Café	6,8	14,5
Caña de azúcar	15,4	32,9
Coníferas	0,6	1,2
Frutales	0,7	1,5
Hortalizas y verduras	3,2	6,9
Palma	0,4	0,8
Pastos	6,8	14,5
Urbano	1,6	3,5