

Universidad Nacional Costa Rica  
Sede Regional Chorotega  
Campus Liberia

Ingeniería Hidrológica

Proyecto final de graduación

**“Diagnóstico del acueducto para la Propuesta de Plan de Seguridad del Agua (PSA)  
de la Asociación Administradora del Acueducto y Alcantarillado (ASADA) de  
Paraíso, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica”**

Presentado para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Hidrológica

**Sustentantes:**

Tamara Cabalceta Gutiérrez  
116980326

Nathalie María Flores Matarrita  
504210696

**Equipo supervisor:**

Ing. Melany Szyfer Castillo  
*Bioanalítica*

Dr. Rolando José Madriz Vargas  
*Universidad Nacional Costa Rica*

Liberia, Guanacaste, Costa Rica  
Febrero, 2022.

## **Acta de aprobación**

La comisión examinadora evaluó el trabajo titulado:

**“Diagnóstico del acueducto para la Propuesta de Plan de Seguridad del Agua (PSA)  
de la Asociación Administradora del Acueducto y Alcantarillado (ASADA) de  
Paraíso, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica”**

Como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería Hidrológica

*Miembros de la comisión*

---

M.Sc. Dorian Chavarría López  
Representante de Decanatura

---

M.Ed. Wagner Castro Castillo  
Representante de Dirección Académica

---

Ing. Rolando José Madriz Vargas  
Tutor/Supervisor

---

M.Sc. Liany Alfaro García  
Lector

---

Dr. Alfonso Lara Quesada  
Lector

Fecha: \_\_\_\_\_

## Agradecimientos

Primeramente, a Dios, por brindarme sabiduría y discernimiento para tomar las decisiones que hoy permiten culminar esta etapa de mi vida.

A mi mamá Edith, por entre tantas adversidades dar todo su esfuerzo y trabajo por tener una mejor calidad de vida.

A mi papá Erhuir, por enseñarme las injusticias de la vida y forjar mi carácter.

A Enrique por su apoyo emocional cuando quise abandonar todo.

A mi hermana Raquel, familia Matarrita y familia García, porque en los momentos que los necesité estuvieron para mí.

A mis amigas y colegas, por su compromiso, cariño e ilusión para lograr nuestros objetivos.

A la Universidad Nacional, por brindarme los recursos económicos por medio de beca para completar mi formación académica, espero que muchas personas más puedan gozar de este privilegio cada año.

A Bioanalítica y la ASADA de Paraíso por la oportunidad de ser parte de su equipo.

A mis profesores especialmente, Liany Alfaro García, Wagner Castro Castillo y Andrea Suarez Serrano por brindarme oportunidades y confiar en mi trabajo

*Ing. Nathalie María Flores Matarrita.*

*Ingeniera hidrológica*

\*\*\*\*\*

El sentimiento de gratitud es enorme, le agradezco a Dios, porque siempre me ubica en el lugar correcto, con la gente precisa, en el tiempo indicado y con la palabra oportuna. A mi familia, es todo para mí, mis hermanos son mi impulso, mi mamá que es la persona que me apoya, me ha formado como la persona fuerte y determinante que soy y además mi compañera de vida y mi abuelita que es la persona que inicio con la generación de mujeres fuertes en mi familia y siempre se enorgullece de mí.

Me agradezco a mí misma, porque llegar a esta parte del camino me ha demostrado que estoy lista para salir al mundo y demostrar todo lo que puedo alcanzar y que no hay límites para cumplir mis sueños, que la humildad y el esfuerzo son valores que siempre debo llevar en el corazón para dejar marca a donde sea que vaya.

A la universidad, que se convirtió en mi segundo hogar y siempre voy a recordar con mucho orgullo, cada uno de los profesores que conocí sin duda alguna han dejado una marca de aprendizaje en mí. Así como cada uno de los lugares que han abierto sus puertas para brindarme experiencia, aprendizaje y amigos como en Bioanalítica y la ASADA de Paraíso.

*Ing. Tamara Cabalceta Gutiérrez.*

*Ingeniera hidrológica*

\*\*\*\*\*

## **Dedicatoria**

*A Dios y a mi mamá.*

*Ing. Nathalie María Flores Matarrita.*

*Ingeniera hidrológica*

\*\*\*\*\*

*A Dios y mi familia en especial a mi mamá.*

*Ing. Tamara Cabalceta Gutiérrez.*

*Ingeniera hidrológica*

### **Resumen ejecutivo español**

El proyecto se fundamenta en la elaboración del diagnóstico del acueducto para la Propuesta de Plan de Seguridad del Agua (PSA) de la Asociación Administradora del Acueducto y Alcantarillado (ASADA) de Paraíso, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica.

Los Planes de Seguridad del Agua (PSA) son una herramienta que se utiliza con el fin de garantizar que el sistema de abastecimiento de agua potable sea seguro, aplicando un planteamiento integral en la detección y evaluación de riesgos. El diagnóstico y evaluación de riesgos se representa como resultado de un plan operacional el cual evalúa desde la cuenca hasta el usuario final del acueducto.

Según los estudios de prefactibilidad, el proyecto es viable desde la perspectiva legal, ambiental, económica-financiera, social y técnico. En relación con lo antes mencionado, se propone un tipo de investigación descriptiva, la cual permite especificar características en cuanto a infraestructura, servicio y calidad de agua del acueducto de la ASADA Paraíso como método para identificar los peligros y puntos críticos de control y generar finalmente el plan operacional.

La metodología se divide en cuatro fases: preparación, diagnóstico, matriz de riesgos y elaboración del plan operacional. El estudio incluye variables cualitativas y cuantitativas, incluyendo la percepción social de los usuarios sobre el servicio que brinda la ASADA, así como la valoración de criterios de salud, ambiente y calidad de agua que posee, además se considera la evaluación del acueducto por medio de la matriz de riesgo.

Se consideró un periodo de seis meses para finalizar el proyecto y el tiempo se divide en las siguientes etapas: trabajo de campo, procesamiento de información y redacción y revisión del documento.

De acuerdo con la metodología establecida se concretó la preparación mediante el grupo de trabajo del PSA, se diagnosticó la infraestructura de la ASADA correspondiente a los tres sectores establecidos mediante las guías SERSA e inspecciones de campo, así como la aplicación de la matriz de riesgos para generar el plan operacional. En la ejecución del proyecto fueron encontrados aspectos relacionados a la legislación, recarga acuífera, la relación en el Plan de Seguridad del Agua y la Gestión Integrada de Riesgos en ASADAS, la importancia del formato del PSA y se destaca la vulnerabilidad a intrusión salina.

## **Executive Summary**

The project is based on the elaboration of the aqueduct diagnosis for the Water Safety Plan Proposal (PSA) of the Aqueduct and Sewer Management Association (ASADA) of Paraíso, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica.

The Water Safety Plans (PSA) are a tool used to ensure that the drinking water supply system is safe, applying a comprehensive approach to the detection and assessment of risks. The diagnosis and risk assessment is represented as the result of an operational plan which assesses from the basin to the end user of the aqueduct.

According to the pre-feasibility studies, the project is viable from a legal, environmental, economic-financial, social, and technical perspective. In relation to the, a type of descriptive research is proposed, which allows specifying characteristics in terms of infrastructure, service, and water quality of the ASADA Paraíso aqueduct as a method to identify hazards and critical control points and finally generate the operational plan.

The methodology is divided into four phases: preparation, diagnosis, risk matrix and development of the operational plan. The study includes qualitative and quantitative variables, including the social perception of users about the service provided by the ASADA as well as the assessment of health, environmental and water quality criteria, in addition, the assessment of the aqueduct is considered through the risk matrix.

A period of six months was considered to complete the project and the time is divided into the following stages: field work, information processing, and document writing and review.

In accordance with the established methodology, the ASADA's infrastructure was diagnosed for the three established sectors through SERSA guides and field inspections, as well as the application of the risk matrix to generate the operational plan. During the execution of the project, findings related to legislation, aquifer recharge, the relationship between the Water Security Plan and Integrated Risk Management in ASADAS, the importance of the PSA format and the vulnerability to saline intrusion were found.

## **Lista de abreviaciones**

Plan de seguridad del agua	<b><i>PSA</i></b>
Asociación Administradora de Acueductos y Alcantarillados	<b><i>ASADA</i></b>
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados	<b><i>AyA</i></b>
Ministerio de Salud	<b><i>MINSA</i></b>
Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control	<b><i>APPCC</i></b>
Organización Mundial de la Salud	<b><i>OMS</i></b>
Gestión Integrada del Riesgos en ASADAS	<b><i>GIRA</i></b>
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo	<b><i>PNUD</i></b>
Tipo de peligro biológico o microbiológico	<b><i>B</i></b>
Tipo de peligro físico	<b><i>F</i></b>
Tipo de peligro químico	<b><i>Q</i></b>
Guía de inspección para calidad del agua potable	<b><i>SERSA</i></b>
Análisis de puntos críticos y de control	<b><i>APPCC</i></b>

## Índice de contenido

Acta de aprobación.....	I
Agradecimientos .....	II
Dedicatoria .....	III
Resumen ejecutivo español.....	IV
Executive Summary .....	V
Lista de abreviaciones .....	VI
Índice de contenido.....	VII
Índice de figuras .....	IX
Índice de tablas .....	X
Índice de anexos.....	XI
<b>Capítulo I. Aspectos introductorios.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Planteamiento del problema.....</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Justificación .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Objetivos del estudio .....</b>	<b>3</b>
1.4.1 Objetivo General.....	3
1.4.2 Objetivos específicos .....	3
<b>1.5 Alcances y limitaciones. ....</b>	<b>3</b>
1.5.1 Alcances.....	3
1.5.2 Limitaciones .....	4
<b>1.6 Conclusión.....</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo II. Generalidades .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Antecedentes .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Descripción de la zona .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Estudios previos.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Localización geográfica.....</b>	<b>7</b>
<b>2.4 Características biofísicas .....</b>	<b>8</b>
<b>2.5 Características fisiográficas .....</b>	<b>9</b>
<b>2.6 Características socioeconómicas .....</b>	<b>10</b>
<b>2.7 Conclusión.....</b>	<b>11</b>
<b>Capítulo III. Marco teórico .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Sistema de abastecimiento de agua.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 Partes de un sistema de abastecimiento de agua .....</b>	<b>12</b>
<b>3.3 Conceptos relacionados al Plan de Seguridad del agua.....</b>	<b>13</b>
<b>3.4 Herramientas utilizadas para la elaboración del PSA .....</b>	<b>15</b>
<b>3.5 Conclusión.....</b>	<b>15</b>
<b>Capítulo IV. Estudios de prefactibilidad.....</b>	<b>16</b>
<b>4.1 Estudio legal.....</b>	<b>16</b>
<b>4.2 Estudio ambiental.....</b>	<b>19</b>
<b>4.3 Estudio económico-financiero .....</b>	<b>20</b>



<b>4.4 Estudio social .....</b>	<b>22</b>
<b>4.5 Estudio técnico.....</b>	<b>23</b>
<b>4.6 Conclusión.....</b>	<b>24</b>
<b>Capítulo V. Metodología.....</b>	<b>25</b>
<b>5.1 Tipo de investigación.....</b>	<b>25</b>
<b>5.2 Proceso metodológico.....</b>	<b>25</b>
5.2.1 Fase I: Preparación .....	26
5.2.2 Fase II: Diagnóstico.....	27
5.2.3 Fase III: Matriz de riesgos .....	30
5.2.4 Fase IV: Elaboración de Plan Operacional .....	35
<b>5.3 Cronograma de trabajo .....</b>	<b>35</b>
<b>5.4 Conclusión.....</b>	<b>37</b>
<b>Capítulo 6. Resultados y Discusión.....</b>	<b>38</b>
<b>6.1 Resultados de la preparación del Plan de Seguridad del Agua .....</b>	<b>38</b>
6.1.2 Formación del equipo .....	38
<b>6.2 Resultados del diagnóstico.....</b>	<b>39</b>
6.2.1 Infraestructura.....	39
6.2.3 Calidad de agua.....	55
6.2.4 Conformidad.....	55
6.2.5 Frecuencia de muestreo .....	55
6.2.6 Servicio .....	56
<b>6.3 Resultados de la matriz de riesgos .....</b>	<b>60</b>
<b>6.4 Propuesta Plan de Seguridad del Agua .....</b>	<b>76</b>
<b>6.5 Discusión de principales hallazgos.....</b>	<b>85</b>
Legislación.....	85
Zonas de recarga acuífera .....	85
Plan de Seguridad del Agua y Gestión Integrada de Riesgos en ASADAS (GIRA) ...	85
Formato del Plan de Seguridad del Agua .....	86
Vulnerabilidad ante intrusión salina .....	86
<b>6.6 Discusión de resultados con respecto a los objetivos planteados .....</b>	<b>86</b>
<b>6.7 Discusión de resultados con respecto al diseño metodológico.....</b>	<b>87</b>
<b>Capítulo 7. Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>89</b>
<b>7.1 Conclusiones .....</b>	<b>89</b>
<b>7.2 Recomendaciones .....</b>	<b>91</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>92</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>95</b>

## Índice de figuras

Figura 1 Planteamiento del problema. ....	2
Figura 2 Ubicación geográfica del área de estudio. ....	8
Figura 3 Acumulación de lluvia porcentual durante el año hidrológico. ....	9
Figura 4 Diversificación de los sectores con el paso del tiempo. ....	10
Figura 5 Sector de actividad económica. ....	11
Figura 6 Partes de un sistema de abastecimiento de agua. ....	13
Figura 7 Viabilidades analizadas en este proyecto. ....	16
Figura 8 Distribución porcentual del financiamiento del proyecto. ....	22
Figura 9 Macro – Micro Localización del PSA. ....	23
Figura 10 Proceso metodológico para la elaboración del plan operacional. ....	26
Figura 11 Distribución de tareas durante la ejecución del proyecto. ....	36
Figura 12 Distribución de tareas detallado. ....	36
Figura 13 Distribución del acueducto. ....	39
Figura 14 Características del Pozo 1 y Pozo 4 Sector Junquillal. ....	41
Figura 15 Radio de influencia a 30 m de Pozo 1 y Pozo 4. ....	42
Figura 16 Características del Tanque 1 Sector Junquillal. ....	43
Figura 17 Tubería enterrada bajo el río en la Calle Perro Loco. ....	44
Figura 18 Ubicación de válvulas de aire en vías de tránsito de autos. ....	44
Figura 19 Tubería expuesta en los micromedidores. ....	45
Figura 20 Riesgo en paso elevado subsector Pura Jungla. ....	45
Figura 21 Características del Pozo 2 Sector Paraíso. ....	46
Figura 22 Radio de influencia a 30 m del Pozo 2. ....	47
Figura 23 Tubería expuesta en el sector Paraíso. ....	49
Figura 24 Características del Pozo 3 Sector Pargos Lagartillo. ....	50
Figura 25 Radio de influencia a 30 m del Pozo 3. ....	51
Figura 26 Filtraciones en el Tanque 3 Sector Pargos-Lagartillo. ....	52
Figura 27 Paso elevado en el sector Pargos-Lagartillo. ....	53
Figura 28 Usos del agua. ....	56
Figura 29 Frecuencia de interrupciones del servicio en un año. ....	57
Figura 30 Uso de materiales en grifos. ....	57
Figura 31 Medidas para ahorrar agua. ....	58
Figura 32 Percepción de entidades que deben realizar la protección del recurso hídrico. ...	58
Figura 33 Ejes de acción del Plan Operacional. ....	81

## Índice de tablas

Tabla 1 Clasificación de zonas de vida en el área de estudio.....	9
Tabla 2 Características Fisiográficas de la zona de estudio .....	10
Tabla 3 Legislación de Costa Rica relacionada a los sistemas de abastecimiento de agua potable. ....	17
Tabla 4 Distribución del presupuesto del proyecto. ....	20
Tabla 5 Resumen de la totalidad de las muestras aleatorias. ....	29
Tabla 6 Instrumento para la identificación de riesgos asociados a las cuencas de captación. ....	30
Tabla 7 Instrumento para la identificación de riesgos asociados al tratamiento .....	31
Tabla 8 Instrumento para la identificación de riesgos asociados a la red de distribución....	32
Tabla 9 Instrumento para la identificación de riesgos asociados a los lugares de consumo.33	
Tabla 10 Clasificación de los riesgos de acuerdo con la probabilidad y gravedad .....	34
Tabla 11 Miembros del equipo PSA.....	38
Tabla 12 Ubicación de las fuentes de abastecimiento del Sector Junquillal. ....	40
Tabla 13 Ubicación del tanque de almacenamiento del Sector Junquillal. ....	42
Tabla 14 Ubicación de la fuente de abastecimiento del Sector Junquillal. ....	46
Tabla 15 Ubicación del tanque de almacenamiento del Sector Paraíso .....	48
Tabla 16 Ubicación de la fuente de abastecimiento del Sector Pargos-Lagartillo. ....	49
Tabla 17 Ubicación del tanque de almacenamiento del Sector Pargos-Lagartillo. ....	51
Tabla 18 Resultados de evaluación Guías SERSA por sectores.....	53
Tabla 19 Frecuencia de muestreos de calidad de agua. ....	56
Tabla 20 Identificación y cálculo del riesgo de los sistemas de la ASADA de Paraíso, Santa Cruz. ....	60
Tabla 21 Resumen de riesgos del Sector Junquillal .....	74
Tabla 22 Resumen de riesgos Sector Paraíso Centro .....	75
Tabla 23 Resumen de riesgos Sector Pargos Lagartillo .....	75
Tabla 24 Resumen de riesgos .....	77
Tabla 25 Plan Operacional para la ASADA de Paraíso en Santa Cruz de Guanacaste.....	82

## Índice de anexos

Anexo 1 Guía de inspección SERSA.....	95
Anexo 2 Parámetros de calidad de agua Control Operativo (CO).....	102
Anexo 3 Parámetros de calidad de agua tipo Nivel Primero (N1). ....	103
Anexo 4 Parámetros de calidad de agua tipo Nivel Segundo (N2). ....	104
Anexo 5 Parámetros de calidad de agua tipo Nivel Tercero (N3).....	105
Anexo 6 Frecuencia mínima de muestreos y número de muestras a recolectar en las fuentes de abastecimiento y red de distribución para el Control Operativo (CO). ....	106
Anexo 7 Frecuencia mínima de muestreos y número de muestras a recolectar en las fuentes de abastecimiento, tanque de almacenamiento y red de distribución para el Nivel Primero (N1).....	107
Anexo 8 Frecuencia mínima de muestreos y número de muestras a recolectar para análisis fisicoquímicos en las fuentes de abastecimiento y red de distribución para los Niveles Segundo (N2) y Tercero (N3).....	108
Anexo 9 Cuestionario de percepción usuarios.....	109
Anexo 10 Evidencias de las giras de campo 1.....	116
Anexo 11 Evidencias de las giras de campo 2.....	116

## **Capítulo I. Aspectos introductorios**

En este apartado se describen las generalidades del proyecto, introducción, planteamiento del problema, justificación, objetivos y alcances y limitaciones.

### **1.1 Introducción**

Según la OMS (2009) los Planes de Seguridad del Agua (PSA) son una herramienta que se utiliza con el fin de garantizar que el sistema de abastecimiento de agua potable sea seguro, aplicando un planteamiento integral en la detección y evaluación de riesgos. La aplicación de un PSA es dinámica y práctica ya que se considera como una estrategia de gestión de riesgo que influye en el funcionamiento y calidad de un sistema de abastecimiento de agua potable.

El ente que gestiona un sistema de abastecimiento tiene la responsabilidad de elaborar y aplicar el PSA. La elaboración de este plan se realizó por interés de la Asociación Administradora del Acueducto y Alcantarillado (ASADA) de Paraíso en Santa Cruz de Guanacaste con el fin de garantizar la calidad del servicio del acueducto rural en conjunto con la necesidad de cumplir con los requisitos establecidos por el Ministerio de Salud (MINSA) en el Reglamento para la Calidad del Agua Potable N.º 38924-S.

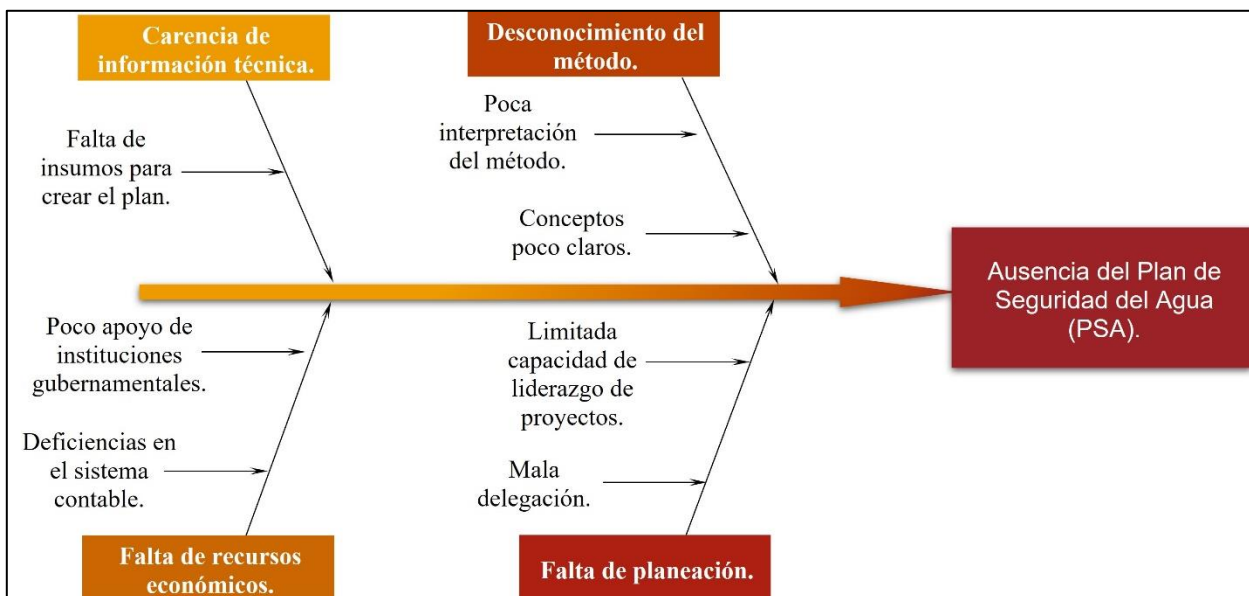
Se utiliza la metodología recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) mediante el Manual para la Elaboración de Planes de Seguridad del Agua, la cual se adaptó de acuerdo con las características de la zona y del acueducto rural junto con la metodología de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) para la identificación de riesgos.

Inicialmente se realizó un diagnóstico de todo el sistema de abastecimiento con el fin de identificar los principales riesgos y como resultado se elabora un plan operacional que permite aplacar los riesgos en la calidad del agua del sistema de abastecimiento.

### **1.2 Planteamiento del problema**

En la gestión del acueducto de Paraíso se identifican cuatro causas principales que propician la ausencia del PSA, las cuales son: carencia de información técnica, desconocimiento del método, falta de recursos económicos y falta de planeación (Figura 1).

La sinergia de las causas antes mencionadas no ha permitido que la ASADA pueda cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento N° 38924-S del año 2015, sin embargo, se espera que con el presente proyecto sea posible efectuar en el tiempo establecido por la Directriz N° 032-S del 2018 el cumplimiento de las normas.



**Figura 1 Planteamiento del problema.**  
**Fuente: Elaboración propia, 2021.**

### 1.3 Justificación

El proyecto se fundamenta en tres razones: socio ambiental, ética-técnica, y legal.

Brindar el servicio de agua potable a los usuarios requiere minimizar, eliminar y prevenir la vulnerabilidad a la cual se expone el recurso hídrico, ya sea por afectaciones naturales o antropogénicas, debido a que cualquier cambio a nivel físico, químico y microbiológico puede tener repercusiones directas en la salud pública.

El proceso es posible por medio de la elaboración del PSA como método de prevención de riesgos en una propuesta de plan operacional. La creación requiere por parte de las estudiantes brindar al acueducto comunal los servicios con los que ellos no cuentan, y poner a disposición las habilidades técnicas y de gestión de proyectos adquiridas durante la preparación ingenieril.

La elaboración del PSA representa un aporte significativo para la ASADA de Paraíso, debido a que según el Decreto Ejecutivo N° 38924-S (2015): Reglamento para la Calidad del agua potable y la Directriz N° 032-S (Dic 2018), todos los entes operadores deben

implementar los PSA antes del primero de enero del 2022 por lo que la ASADA requiere ante la brevedad posible la realización de este.

Según los argumentos socioambientales, éticos-técnicos y legales, se plantea un ejercicio metodológico para el beneficio del acueducto de Paraíso de Santa Cruz, Guanacaste.

#### **1.4 Objetivos del estudio**

El objetivo general y los objetivos específicos del proyecto se definen a continuación.

##### **1.4.1 Objetivo General**

Diagnosticar el acueducto para la Propuesta de Plan de Seguridad del Agua (PSA) de la Asociación Administradora del Acueducto y Alcantarillado (ASADA) de Paraíso, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica.

##### **1.4.2 Objetivos específicos**

1. Elaborar un análisis del sistema de abastecimiento del acueducto para determinar la condición actual.
2. Identificar los peligros en el acueducto por medio de la determinación de riesgos, para establecer los puntos críticos de control y medidas de control.
3. Elaborar un plan operacional como recomendación a implementar por la administración de Asociación Administradora del Acueducto y Alcantarillado de Paraíso.

#### **1.5 Alcances y limitaciones.**

Se definen los siguientes alcances y limitaciones.

##### **1.5.1 Alcances**

En relación con los objetivos del proyecto los alcances son los siguientes:

1. Contar con un diagnóstico del sistema de abastecimiento para determinar la condición que presenta.
2. Un documento con los peligros identificados en el acueducto para la determinación de riesgos y establecimiento de los puntos críticos de control y medidas de control, construido en conjunto con las personas integrantes de la ASADA.

3. Un plan operacional para ser implementado por la administración de la ASADA de Paraíso.

### **1.5.2 Limitaciones**

Las principales limitaciones de la ASADA son la falta de personal con conocimiento técnico para diseñar e implementar adecuadamente el PSA. Lo cual aunado a las dificultades que pueden tener para identificar los puntos críticos de control, medidas preventivas, identificación de riesgos, entre otros conlleva a una falsa seguridad e incumplimiento de los objetivos especificados en las normas de calidad del agua.

### **1.6 Conclusión**

La ASADA de la comunidad de Paraíso de santa cruz no posee un plan de seguridad del agua, por lo que este proyecto se enfoca en generar un diagnóstico del acueducto con el fin de apoyar la propuesta del Plan de Seguridad del Agua bajo el marco de la metodología recomendada por la Organización Mundial de la Salud.



## **Capítulo II. Generalidades**

Seguidamente se describen antecedentes, la descripción de la zona de estudio. Estudios previos o de referencia, la localización geográfica, características: biofísicas, fisiológicas y socioeconómicas, así como el marco teórico.

### **2.1 Antecedentes**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) como organización responsable de desempeñar una función de liderazgo en los asuntos sanitarios mundiales (OMS 2020), y mediante la promulgación de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable (2004), anuncia el Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua. La promulgación de estos métodos para la protección del recurso hídrico recae en apoyar el desarrollo y la ejecución de estrategias de gestión de riesgos que garanticen la seguridad del abastecimiento de agua por medio del control de los componentes peligrosos (OMS 2011).

El panorama a nivel internacional según lo mencionado por la Organización Mundial de la Salud (2019) establece que 844 millones de personas carecen de un servicio básico de suministro de agua potable, 2000 millones de personas se abastecen de una fuente de agua potable que está contaminada por heces y las proyecciones mencionan que para el año 2025 la mitad de la población mundial vivirá en zonas con escasez de agua. En vista de lo expuesto anteriormente, en diferentes países se ha aplicado la metodología del PSA (Organización Panamericana de la Salud 2012, p. 1), (García et al. 2018, p. 1), (Seghezze et al. 2013, p. 1).

En Costa Rica, el abastecimiento de la población de agua para uso y consumo se compone de la siguiente manera: un 97,8% con agua intradomiciliaria, 1,8% recibe servicio con tubería en el patio, y aún persiste un 0,4% que no tienen servicio y se abastecen directamente de pozos y nacientes artesanales (Agua para uso y consumo humano y saneamiento en Costa Rica al 2019: Brechas y Desafíos al 2023 2020, p. 2).

Considerando la situación internacional y el estado del país, la promulgación y aplicabilidad de los métodos para la protección del recurso hídrico representan un instrumento de relevancia significativa, a tal punto que la realización de los Planes de Seguridad del Agua (PSA) se han convertido en una directriz dirigida a todos los entes operadores y administradores del servicio de agua potable, ya sea el Instituto Costarricense de Acueductos

y Alcantarillados, Municipalidades, Empresa de Servicios Públicos de Heredia, acueductos internos de los Centros de Salud y Acueductos comunales.

## **2.2 Descripción de la zona**

Los sectores de área de influencia del área estudio son: La Cuesta, Pueblo Verde, Centro de Paraíso, Paraíso Norte, Calle Perro Loco, Calle a Venado, Paraíso Sur, Playa Negra, Playa Callejones, Playa Blanca, Playa Junquillal y Estero Venado. La zona es turística por lo que se abastece a casas de habitación, cabinas, hoteles, restaurantes y supermercados.

La vía de acceso principal al área de estudio es la Ruta Cantonal 928, que comunica a los poblados de Río Seco y Paraíso la cual se encuentra totalmente pavimentada y en buenas condiciones para circular, el resto de los caminos del área de estudio son de lastre y no se encuentran en óptimas condiciones.

La zona de estudio no cuenta con alcantarillado sanitario para la recolección de aguas residuales, la mayoría de los abonados disponen de tanques sépticos y tampoco cuentan con alcantarillado pluvial. El sistema de abastecimiento cuenta con 970 abonados en total.

## **2.2 Estudios previos**

Según la información brindada por el acueducto, dentro de los insumos se encuentran estudios técnicos de algunos sectores del acueducto y los resultados de análisis de calidad de agua. Los estudios son:

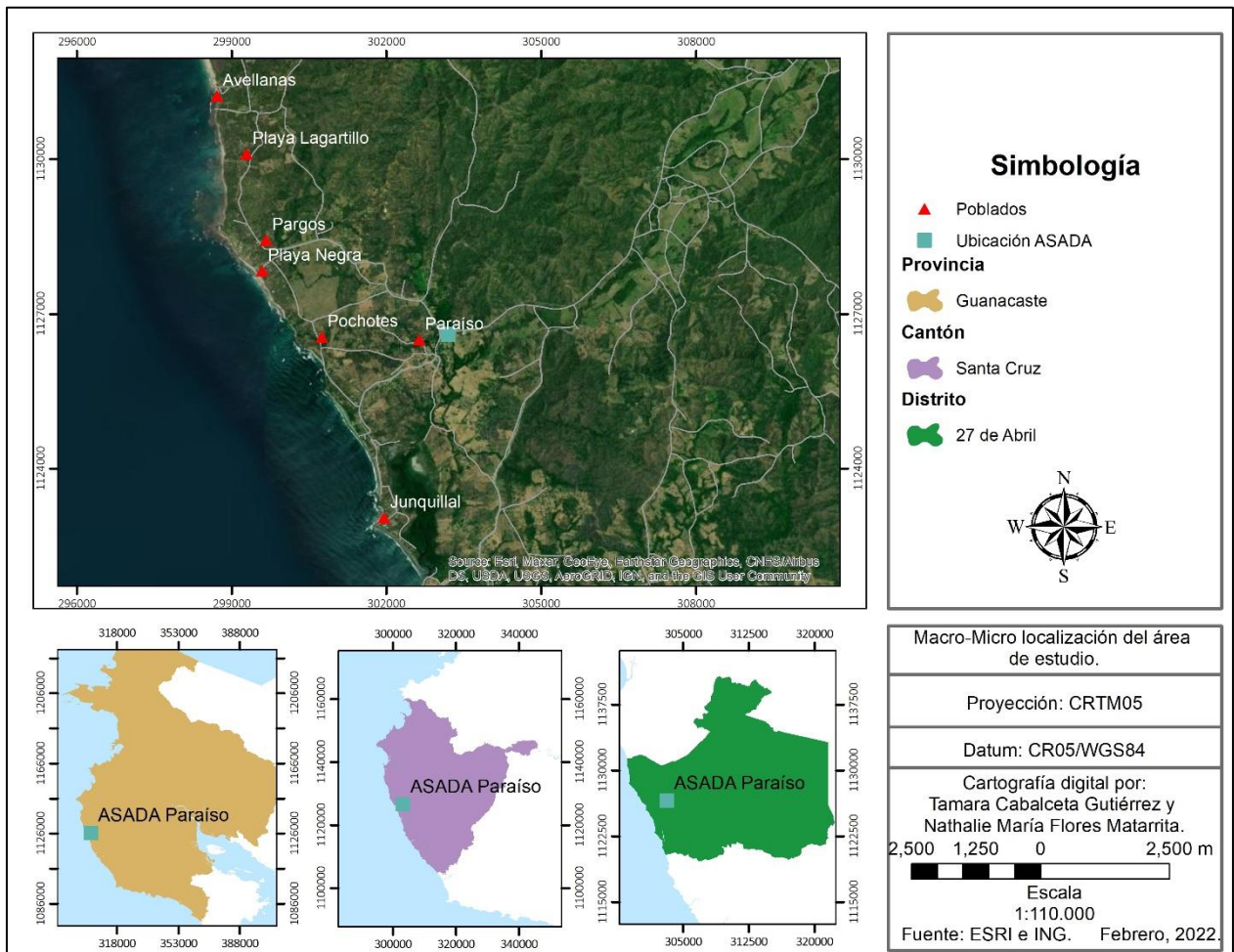
- a) Estudio técnico del acueducto de Los Pargos-Lagartillo (ASADA Paraíso - Junquillal). (2019). Elaborado para incorporar el sector de Playa Avellanas al acueducto de Los Pargos – Lagartillo. Realizado por Hidroservicios de Guanacaste S.A.
- b) Actualización del estudio técnico del acueducto de Paraíso – Playa Negra. (2020). Elaborado con el objetivo de actualizar el estudio técnico de dicho sector. Realizado por Hidrogeotecnia Ltda.
- c) Propuesta de optimización de infraestructura existente del acueducto de la Asada de Paraíso- Playa Negra. (2020). Realizado por Hidrogeotecnia Ltda.
- d) Reportes de resultados de calidad de agua (2021). Elaborado por Bioanalítica.
- e) Plan Regulador Integral Avellanas – Junquillal. (2011). Realizado por la Municipalidad de Santa Cruz.

Se debe mencionar que la información suministrada fue de utilidad para realizar el análisis de peligros y establecer los puntos críticos de control para la elaboración del plan operacional, ya que se detalla de manera amplia el sistema de abastecimiento, proyecciones de caudales, y sirve de referencia para realizar un diagrama simplificado del acueducto para la comprensión de los integrantes de la ASADA y la comunidad abastecida.

### **2.3 Localización geográfica**

El distrito de Veintisiete de Abril se localiza en la provincia de Guanacaste, en el sector central del oeste del cantón de Santa Cruz. Geográficamente, el distrito se ubica dentro de las hojas cartográficas de Villarreal, Diríá, Marbella y Cerro Brujo del Instituto Geográfico Nacional.

Las principales comunidades del área de estudio son Paraíso, Junquillal, Lagartillos, Pargos y un sector de Avellanas. La zona limita al oeste con el océano Pacífico, al norte con los distritos de Tamarindo, Cartagena y Tempate, al este con el distrito de Santa Cruz y al sur con el distrito Cuajiniquil, todos pertenecientes al cantón de Santa Cruz. En la Figura 2 se muestra la ubicación del área de estudio.



**Figura 2 Ubicación geográfica del área de estudio.**

**Fuente: Elaboración propia, 2021.**

## 2.4 Características biofísicas

La zona de estudio se encuentra en la Región Pacífico Norte, la cual pertenece al régimen de precipitación del Pacífico, conocido por la presencia de un período seco y otro lluvioso bien definido con temperaturas desde los 22.1 ° C hasta los 33 ° C (Villalobos 2000).

El periodo seco se extiende desde mes de diciembre hasta marzo que es el más cálido y abril es considerado el mes de transición. La estación lluviosa inicia en el mes de mayo y finaliza en octubre, siendo noviembre un mes de transición, en los meses de junio y julio se presenta la canícula o veranillo y los meses de septiembre y octubre son los más lluviosos debido a la influencia de sistemas ciclónicos, los vientos Mozones y las brisas marinas.

En la figura 3 se observa el comportamiento de las precipitaciones promedio del régimen de lluvias del Pacífico Norte.



**Figura 3** Acumulación de lluvia porcentual durante el año hidrológico.

**Fuente:** Extraído de Instituto Meteorológico Nacional Comité Regional de Recursos Hidráulicos, 2008.

Según los datos del Atlas digital (Ortiz-Malavasi 2015) en la zona de estudio se encuentran cuatro tipos de Zona de Vida (Tabla 1) según la clasificación de Holdridge.

*Tabla 1* Clasificación de zonas de vida en el área de estudio.

Zona	Nombre de la zona de vida	Biotemperatura (°C)	Rangos de precipitación
bh-T	Bosque húmedo tropical	24-30	2000-4000
bh-T10	Bosque húmedo tropical transición a seco	24-30	1000-2000
bs-T2	Bosque seco tropical transición a húmedo	24-30	1000-2000
bh-P6	Bosque húmedo premontano transición a basal	18-24	1000-2000

Fuente: Extraído del Atlas digital para el área en estudio (Ortiz-Malavasi 2015).

## 2.5 Características fisiográficas

Los ríos que abarcan la zona de estudio son río Sequito, Paraíso y Nandamojo, así también quebradas como Lagartillo, Pochotes, Zapote, Zapatillo y Quebrada Honda, los cuales tienen influencia hídrica en el área del sistema de abastecimiento.

La determinación de parámetros fisiográficos de la zona funciona para dimensionar la magnitud del sistema de abastecimiento y para conocer la zona. Los parámetros e identificación de ríos se obtuvieron mediante el software de QGIS y consultando a pobladores de la zona por la red hídrica ya que las capas obtenidas de ríos en Costa Rica no dimensionan las quebradas. En la Tabla 2 se muestran los valores de los parámetros fisiográficos obtenidos.

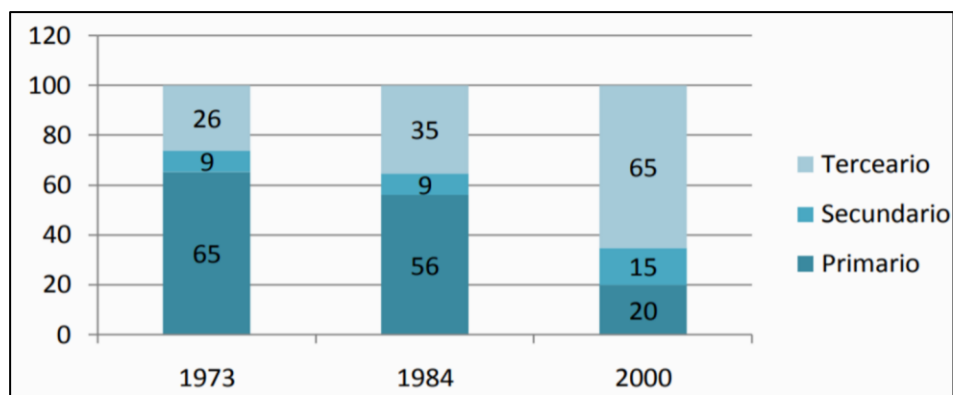
*Tabla 2 Características Fisiográficas de la zona de estudio*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Área	151,60	Km <sup>2</sup>
Perímetro	51.60	Km
Elevación Máxima	500	Msnm
Elevación Mínima	0	Msnm
Elevación Media	250	Msnm

Fuente: Elaboración propia, 2021.

### **2.6 Características socioeconómicas**

El cantón de Santa Cruz, en la provincia de Guanacaste, ha experimentado una diversificación de los sectores productivos (Figura 4) desde mediados del siglo pasado, lo cual ha implicado un cambio en los patrones culturales, migratorios, sociales y políticos de este cantón (González Villarreal y Vilaboa, 2010).

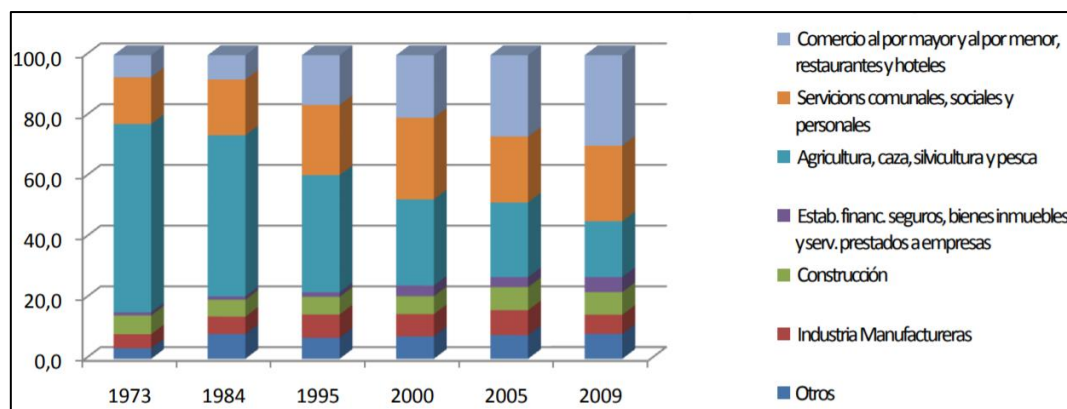


***Figura 4 Diversificación de los sectores con el paso del tiempo***

**Fuente: Extraído de González Villarreal y Vilaboa (2010).**

En la zona se logran identificar según el estudio realizado por González Villarreal y Vilaboa (2010) seis actividades productivas: comercio al por mayor y al por menor, restaurantes y hoteles; servicios comunales, sociales y personales; agricultura, caza, silvicultura y pesca; establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios prestados a empresas; construcción y otros.

En la Figura 5 se puede observar el aumento que aconteció desde 1973 en las actividades de los servicios comunales y otras.



**Figura 5 Sector de actividad económica**  
**Fuente: Extraído de González Villarreal y Vilaboa (2010).**

## 2.7 Conclusión

En general la zona de estudio incluye la cuenca del Río Nandamojo la cual se encuentra en el distrito de Veintisiete de Abril del cantón de Santa Cruz Guanacaste, con cuatro tipos de zonas de vida. Es importante mencionar que la zona de estudio ha experimentado cambios significativos en los aspectos socioeconómicos, aumentando en el 2009 con la actividad del comercio al por mayor y al por menor, restaurantes y hoteles.

### Capítulo III. Marco teórico

El tema principal es el diagnóstico del acueducto para la elaboración del Plan de Seguridad del Agua para la ASADA de Paraíso, por lo que es importante conceptualizar los fundamentos relacionados con todo el proceso de elaboración del proyecto. Estos conceptos se presentan a continuación.

#### 3.1 Sistema de abastecimiento de agua

Según Cárdenas & Patiño (2010) un sistema de abastecimiento de agua potable consiste en una obra que capta, conduce, trata, almacena y distribuye agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales hasta las viviendas de los habitantes. Un correcto diseño del Sistema de abastecimiento de agua potable conlleva al mejoramiento de la calidad de vida, salud y desarrollo de la población. Por esta razón un sistema de abastecimiento de agua potable debe cumplir con las normas y regulaciones vigentes para garantizar su correcto funcionamiento.

#### 3.2 Partes de un sistema de abastecimiento de agua

Las partes fundamentales que forman parte un sistema de abastecimiento son (figura 6):

**Captación del sistema de agua potable:** La captación es el punto inicial de la red, es el proceso de obtención del agua de una fuente natural. El agua puede provenir de fuentes subterráneas como pozos y de fuentes superficiales como ríos o lagos, la captación se realiza a través de obras y equipos (Arístegui, 2016).

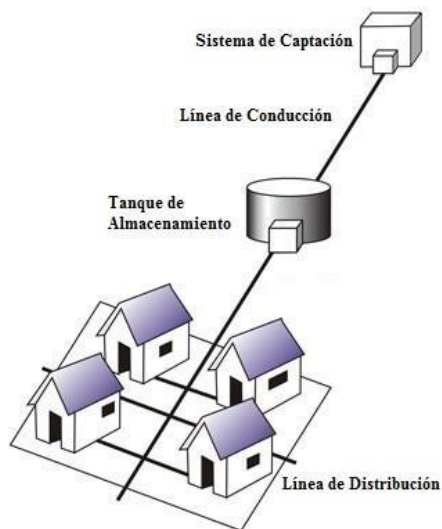
**Línea de conducción:** Es el conjunto integrado por tuberías y dispositivos de control, que permiten el transporte del agua, en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión, desde la fuente de abastecimiento, hasta el sitio donde será distribuida (Castillo, et al., 2010).

**Tanque de almacenamiento:** Es una estructura que tiene dos funciones, la primera puede almacenar la cantidad suficiente de agua para satisfacer la demanda de una población y la segunda función es regular la presión adecuada en el sistema de distribución dando así un servicio eficiente (Agüero, 2004).

**Líneas de Distribución:** Es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de almacenamiento hasta la toma domiciliaria o hidrantes



públicos. Su finalidad es proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial e industrial (CONAGUA, 2006).



**Figura 6 Partes de un sistema de abastecimiento de agua**  
**Fuente: López, 2019.**

### 3.3 Conceptos relacionados al Plan de Seguridad del agua

El enfoque en el cual se basan los PSA es en el desarrollo para organizar y sistematizar las prácticas de gestión del agua de consumo, precisando, priorizando e implementando medidas de control para mitigar riesgos latentes. Se trata de aplicar el APPCC (análisis de peligros y de puntos críticos de control). El PSA se elabora sobre la base del estudio del funcionamiento y diagnóstico del sistema de abastecimiento, de datos históricos y de buenas prácticas para la gestión integrada del recurso hídrico (Chacón, 2018).

El beneficio de desarrollar y aplicar un PSA es la evaluación metódica para identificar y categorizar riesgos, así como la priorización de las actividades de monitoreo operacional sobre las medidas de control. Además, proporciona un sistema organizado y estructurado para reducir las fallas de la gestión, mediante la aplicación de planes operacionales que respondan ante riesgos identificados en todo el proceso de los sistemas de abastecimiento de agua potable (Chacón, 2018).

Los conceptos fundamentales que forman parte de la identificación de riesgos son del PSA son:

**Amenazas:** Es una condición de peligro, de origen antrópico o natural que puede causar pérdidas materiales, a la población y al entorno natural.

Las amenazas de origen antrópico son aquellas causadas por el ser humano como impermeabilización de suelos ocasionada por la actividad urbana o deforestación, contaminación de aguas superficiales y subterráneas, incendios forestales lo cual aumenta el aumento de la demanda de agua, salinización de pozos ocasionado por el uso desmedido del agua, entre otros.

Las amenazas de origen natural son aquellas que se provocan a raíz de procesos naturales como actividad sísmica (daños en infraestructuras del sistema), inundaciones, avalanchas, deslizamientos y huracanes lo cuales provocan desvíos en los cauces de los ríos, aumento de sedimentos, turbiedad del agua y daño en las líneas de conducción del sistema de abastecimiento. Las sequías provocan disminución del caudal y la actividad volcánica que provoca aumento de sedimentos y acidificación del agua provocada por la ceniza (CNE, 2005).

**Vulnerabilidad:** Es la probabilidad de una ASADA de ser impactada por una amenaza, debido a las condiciones propias de su exposición a la amenaza, su fragilidad administrativa, operativa, sanitaria y de infraestructura, y de sus capacidades para anticipar, resistir y recuperarse de los efectos del impacto (AyA, 2014).

**Riesgo:** Es una medida sobre la magnitud de daños ante una situación peligrosa, es la probabilidad de pérdidas, daños o consecuencias económicas, sociales o ambientales debido a la interacción entre la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos (CNE, 2005). El riesgo puede tener dos componentes: la posibilidad o probabilidad de que un resultado negativo ocurra y el tamaño de ese resultado. Por lo que, mientras mayor sea la probabilidad y la pérdida potencial, mayor será el riesgo (Hogarth, 2010).

**Medidas de mitigación:** Son aquellas acciones, planes o procesos que buscan reducir la vulnerabilidad ante un suceso y su posible impacto negativo.

**Riesgo no mitigable:** Son aquellos riesgos con dimensiones o costos de atención fuera de la capacidad de resolución por parte de la ASADA, y en cuyo caso podría requerir ayuda externa o- protección financiera (seguros). Incluso un riesgo no mitigable puede estar fuera de la capacidad de atención de las mismas autoridades municipales o nacionales.

**Puntos críticos de control:** Es un riesgo identificado muy alto en el cual se aplican medidas de control para prevenir, reducir o eliminar el peligro en el sistema de abastecimiento (FAO, 1997).

### 3.4 Herramientas utilizadas para la elaboración del PSA

Para la elaboración del proyecto se utilizan distintas herramientas que son necesarias para el procesamiento y obtención de toda de la información del PSA como planos, mapas, cálculos, documentos y generación de insumos. Las herramientas utilizadas son:

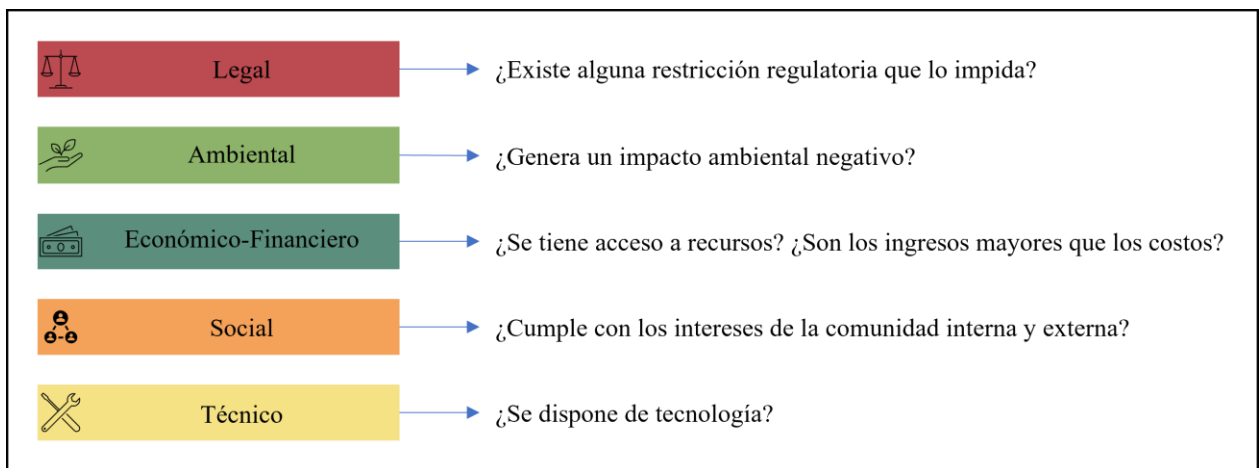
1. **Question Pro:** es un software gratuito que permite la creación de encuestas o cuestionarios que permite obtener información importante basada en la opinión de las personas encuestadas lo cual permite una mejor toma de decisiones.
2. **Paquete Office:** es un paquete de programas como Word, Power Point y Excel estas funcionan a través de las licencias Office para estudiantes las cuales se obtienen a través de la universidad. Estos paquetes facilitaron la creación de presentaciones, documentos escritos y cálculos.
3. **Qgis:** es un software libre y gratuito, es un sistema de información geográfica la cual es útil para la creación de mapas y análisis espacial de la zona de estudio.
4. **Autocad:** es un software que se obtiene a través de la licencia de estudiante, el cual facilita la creación de planos, en el caso de este proyecto se utilizará para la interpretación de planos realizados para la ASADA.
5. **Información Atlas TEC:** Es una base de datos del TEC gratuita que permite el procesamiento de capas en Qgis necesarias para el análisis espacial y creación de mapas.

### 3.5 Conclusión

La importancia de analizar estos conceptos radica en que son básico para la comprensión y el desarrollo de la aplicación del Plan de Seguridad la ASADA. La composición de un sistema de abastecimiento de agua potable permite visualizar todos los componentes que se van a diagnosticar, los conceptos relacionados al PSA son herramientas para la identificación, mitigación y reducción de riesgos que se realizará en el desarrollo del proyecto, así como las herramientas que facilitan el trabajo para la comprensión y obtención de información.

## Capítulo IV. Estudios de prefactibilidad

Los estudios de viabilidad definidos según Sapag et al. (2014) incluye el análisis: comercial, técnica, organizacional, legal, ambiental financiera o económica, vial, ética y social. En este proyecto se han seleccionado cinco de las viabilidades antes mencionadas, en donde se pretende analizar las preguntas planteadas en la figura 7.



**Figura 7 Viabilidades analizadas en este proyecto.**

**Fuente: Resumen de Sapag et al. (2014).**

A continuación, se describe el estudio: legal, ambiental, económico-financiero, social y técnico para la viabilidad del presente proyecto.

### 4.1 Estudio legal

La ASADA de Paraíso se encuentra inscrita en el AyA con el código de ente operador #112 y código geográfico (5) 5-03-03 (AyA, 2014). Además, se encuentra en orden con sus respectivos controles contables al igual que la inscripción a Exonet del Ministerio de Hacienda.

De acuerdo con el Sistema de Información Jurídica en Costa Rica del año 2018, basada en Ley General de la Administración Pública, Ley General de Salud, Ley Orgánica del Ministerio de Salud, Ley de Aguas y Ley Constitutiva Instituto Costarricense Acueductos y Alcantarillados en donde se considera que:

- El Ministerio de Salud tiene la responsabilidad de garantizar la protección y mejoramiento del estado de salud de la población,
- El recurso hídrico es patrimonio y un bien de dominio público del Estado

- c) El Estado tiene la responsabilidad de garantizar el bienestar de los ciudadanos,
- d) Corresponde al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados dirigir, fijar políticas, establecer y aplicar normas, realizar y promover el planeamiento, financiamiento y desarrollo y de resolver todo lo relacionado con el suministro de agua para todo el territorio nacional.
- e) La presencia de sustancias químicas y de agentes biológicos y físicos en aguas de consumo humano, pueden afectar la salud humana y el equilibrio de los ecosistemas.
- f) La Organización Mundial de la Salud (OMS) la estrategia de los Planes de Seguridad del Agua (PSA), con el propósito de organizar equipos de trabajo, liderados por el administrador u operador del acueducto y basado en un planteamiento integral de la evaluación y gestión de los riesgos que abarca todas las etapas del sistema de abastecimiento.

*Tabla 3 Legislación de Costa Rica relacionada a los sistemas de abastecimiento de agua potable.*

<b>Función</b>	<b>Ley o Decreto</b>	<b>Observaciones</b>
Mantenimiento de acueductos	Reglamento de Normas Técnicas y Procedimientos para el Mantenimiento Preventivo de los Sistemas de Abastecimiento de Agua, N°2001-175	Publicado en La Gaceta 154 - 13 de agosto del 2001
	Ley de Aguas N°. 276	Se establecen las competencias del prestador del servicio.
Control y protección del agua y el sistema de abastecimiento	Ley General de Salud N°. 5395	Art.268 Se establece que todo prestador del servicio queda sujeto al control Ministerio de Salud en cuanto a la calidad del agua que se suministre a la población y velar por los elementos constitutivos del sistema y su funcionamiento.

<b>Función</b>	<b>Ley o Decreto</b>	<b>Observaciones</b>
Control y protección del agua y el sistema de abastecimiento	Ley General de Salud N°. 5395	Estado de conservación garanticen el suministro adecuado y seguro.
	Decreto N° 26624 – MINAE	Se establecen las competencias del prestador del servicio.
Abastecimiento de agua para consumo humano	Reglamento para la Calidad del Agua Potable. 38924-S	Describe los parámetros de calidad a seguir del agua suministrada.
	Ley de Aguas N°. 276	Art. 41 Sobre la administración de aguas de cañería.
	Ley General de Agua Potable N°. 1634	Art. 4, 5, 6, 7 10 y 11 Sobre la prestación del servicio de agua para el consumo humano
	Ley General de Agua Potable N°. 1634	Art. 4, 5, 6, 7 10 y 11 Sobre la prestación del servicio de agua para el consumo humano.
	Ley General de Salud N°. 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.

Fuente: (Montero & Montero, 2018) (SCIJ, 2018).

Con respecto a los estatutos expuestos de acuerdo con la legislación vigente mencionada, se expone que las ASADAS tienen tiempo de aplicar los PSA a partir del 1° de enero del 2019 al 1° de enero del 2022 como fecha límite.

La Directriz N° 032-S tiene como objetivo fundamental mejorar la salud de los ciudadanos de todo el país y el involucramiento del Ministerio de Salud (Áreas Rectoras), el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados y otros actores relacionados a esta temática. Por lo que el sistema jurídico de Costa Rica avala la implementación de los PSA y no existe alguna restricción que lo impida.

Las normas y regulaciones vigentes que se cercioran del correcto funcionamiento de un sistema de abastecimiento de agua potable según la normativa en Costa Rica se detallan en la Tabla 3.

#### **4.2 Estudio ambiental**

En referencia a lo establecido en el Acuerdo de La Comisión Plenaria Modificación a la Resolución 2373-2016-Setena; Proyectos de muy bajo Impacto, donde se define una actividad de muy bajo impacto ambiental potencial como la que no provoca una afectación en el medio ambiente y por ende no se debe presentar un estudio de Impacto Ambiental.

Considerando que el proyecto dentro de sus objetivos de estudio no contempla la construcción de obras de infraestructura a gran escala ni atenta con realizar modificaciones al ambiente físico, según el acuerdo antes mencionado se determina que no se debe solicitar la viabilidad-licencia Ambiental ya que se encuentra en la categoría de actividad de bajo impacto, por tanto, se puede asumir que este estudio es factible ambientalmente.

Seguidamente se enlistan actividades que podrían considerarse como recomendaciones al acueducto dentro del Plan operacional para las cuales no es necesario la solicitud de viabilidad-licencia Ambiental:

1. Ampliación, remodelación, operación y mantenimiento de captaciones de agua y casetas de bombeo y su equipo en sistemas de distribución de agua y alcantarillado sanitario existentes.
2. Estudios o actividades necesarios, para obtener información en la elaboración de herramientas o instrumentos de evaluación de impacto ambiental.
3. Instalación, operación y mantenimiento de tanques quiebra gradientes y tanques elevados de almacenamiento de agua para consumo humano y usos agropecuarios.
4. Instalación y construcción de casetas de bombeo y su equipo, menores de 300 m<sup>2</sup>, en sistemas de distribución de agua y alcantarillado sanitario existentes.
5. Instalación de hidrantes.

6. Reparación, rehabilitación, mantenimiento en la red sanitaria, red de acueducto y red de aguas pluviales, ya existentes, que no implique aumento en la cobertura del área del proyecto.

#### 4.3 Estudio económico-financiero

La inversión realizada para la elaboración de este proyecto incluye el financiamiento del acueducto beneficiado (ASADA Paraíso), la empresa supervisora del proyecto

(Bioanalítica) y las autoras.

Dentro de los rubros que aporta la ASADA se incluye: análisis de calidad de agua obligatorios establecidos según el Reglamento para la Calidad de Agua con un periodo desde 2019 hasta mayo de 2021 y el acompañamiento durante 15 días de giras para realizar la evaluación de todos los sectores.

*Tabla 4 Distribución del presupuesto del proyecto.*

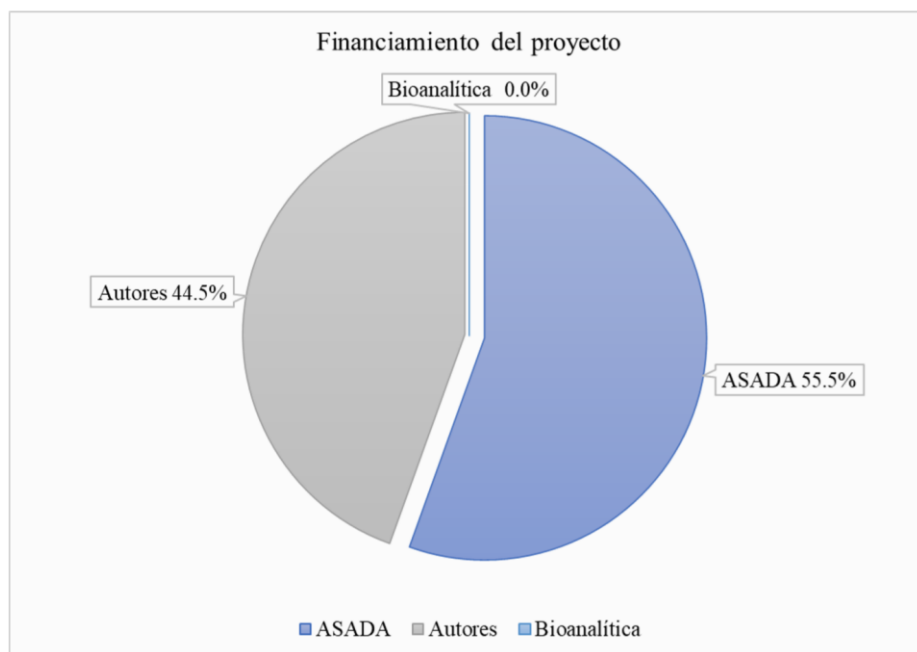
Tipo	Detalle	Cantidad	Precio unitario	Total	Observación
Directos	Análisis calidad de agua (N1)	36	€50 000,00	€1 800 000,00	Se consideran los análisis de calidad realizados desde 2019 hasta mayo 2021.
	Análisis calidad de agua (N2)	36	€70 000,00	€2 520 000,00	
	Análisis calidad de agua (N3)	12	€80 000,00	€960 000,00	
	Control Operativo (CO)	29	€25 000,00	€725 000,00	
	Acompañamiento (Giras)	15	€15 000,00	€225 000,00	Corresponde a una persona que realice el acompañamiento durante 15 días de gira
	Computadora	2	€654 500,00	€1 309 000,00	Equipo de gama media para dos personas
	Software QGIS	2	€0,00	€0,00	Licencia libre
	Software Question Pro	2	€0,00	€0,00	Licencia Essencial: gratis.
	Paquete de Office	2	€0,00	€0,00	Licencia estudiantil proporcionada por la Universidad Nacional.
	AutoCAD	2	€0,00	€0,00	Licencia estudiantil: gratis.



Tipo	Detalle	Cantidad	Precio unitario	Total	Observación
Directos	Celulares	2	€289 950,00	€579 900,00	Tomando como referencia dos celulares gamma media.
	Honorarios profesionales (Donados)	12	€284 409,93	€3 412 919,16	Tarifa según Decreto N° 42748-MTSS para trabajador calificado como bachiller universitario de medio tiempo.
Indirectos	Servicio de internet	12	€21 990,00	€263 880,00	Servicio para dos personas proporcionado por Cabletica.
	Factura servicio telefónico	12	€13 000,00	€156 000,00	Servicio para dos personas proporcionado por ICE.
	Impuestos, permisos y contrataciones	0	€0,00	€0,00	No aplica.
	Alimentación	15	€16 000,00	€240 000,00	Se consideran 15 días de gira en donde se incluye: desayuno, almuerzo y merienda para dos personas
	Transporte	15	€11 230,00	€168 450,00	Incluye tarifas de transporte público y combustible por kilometraje para desplazamiento local.
	Equipo de protección	2	€25 000,00	€50 000,00	Incluye mascarillas, alcohol en gel y otros.
Otros	Imprevistos	5%		€618 007,46	
	Total			€13 028 156,62	

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Realizando la distribución porcentual del financiamiento del proyecto se obtiene que la ASADA realiza el 55,5%, los autores 44,5 % y Bioanalítica 0% (Figura 8).



**Figura 8 Distribución porcentual del financiamiento del proyecto.**

**Fuente: Elaboración propia, 2021.**

En relación con el aporte de las autoras, se basa principalmente en realizar la donación del servicio profesional durante seis meses, estableciendo tarifas según el Ministerio de Trabajo así mismo los costos de transporte y alimentación para dos personas (tabla 4).

#### **4.4 Estudio social**

Según la Organización Mundial de la Salud la finalidad de un PSA es garantizar sistemáticamente la seguridad y aceptabilidad del agua de consumo suministrada por un sistema de abastecimiento. Lo cual indica que el PSA es una herramienta que cerciora que el agua suministrada a cada abonado sea de calidad (OMS, 2009).

Se presume que la comunidad no presentará ningún inconveniente a la hora de ejecutar el proyecto, se aplicarán encuestas en donde la población dará a conocer la percepción sobre la gestión de la ASADA lo cual es un beneficio para la comunidad porque a través de los resultados obtenidos se puede mejorar la calidad del servicio y abastecimiento.

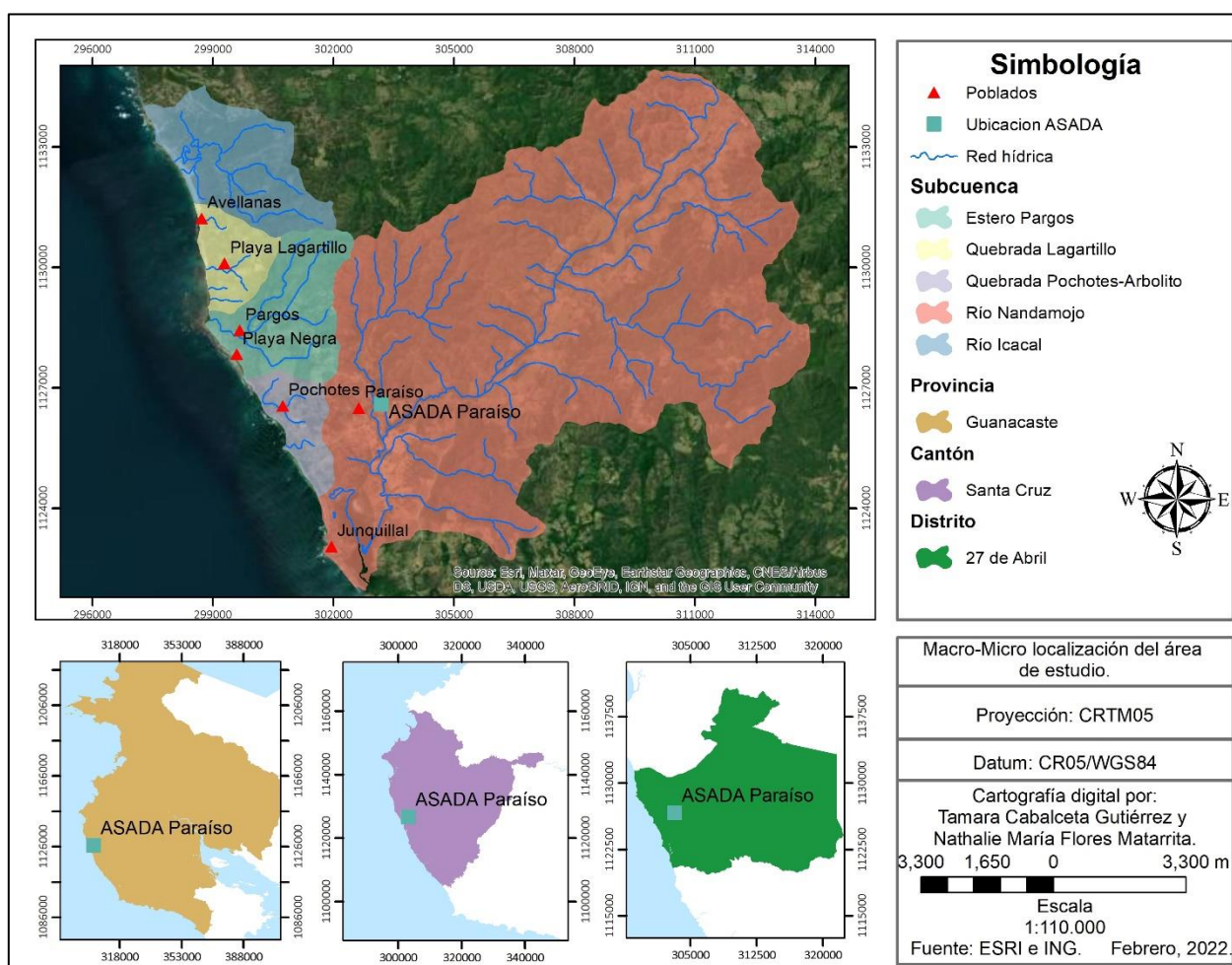
Además, consumir agua potable que cumpla con todos los parámetros establecidos por el Ministerio de Salud aumenta la calidad de vida de la población en general, ya que evita la

propagación de enfermedades transmitidas a través del agua y el desequilibrio en los ecosistemas.

A través del PSA se cumple un interés de la comunidad externa (abonados) e interna (ASADA), al tener un sistema de distribución de agua potable de calidad y un mejoramiento de las prácticas operativas que se aplica en el servicio.

#### 4.5 Estudio técnico

La localización se divide macro localización que en este caso el PSA se desarrollará dentro del cantón de Santa Cruz de Guanacaste y la micro localización en la comunidad de Paraíso perteneciente el distrito de Veintisiete de Abril (figura 9). En cuanto al tamaño óptimo del proyecto se desarrolla en un espacio de 152 Km<sup>2</sup> aproximadamente.



**Figura 9 Macro – Micro Localización del PSA**  
**Elaboración: Propia, 2021.**

En el análisis de la disponibilidad y el costo de los suministros, en el estudio económico financiero se describieron puntualmente todas las herramientas requeridas con su respectivo costo, en dónde cada uno está disponible para ser suministrado y se cuenta con la capacidad económica para sufragar los costos que se necesitan.

Las autoras tienen la capacidad de adquirir las herramientas las cuales estarán a disposición para el estudio y hay capacidad técnica para utilizarlas. Por lo que la terminación de la organización humana que se requiere es la correcta para la operación del proyecto.

#### **4.6 Conclusión**

Según los estudios de prefactibilidad, el proyecto es viable desde la perspectiva legal, ambiental, económica-financiera, social y técnico.

## **Capítulo V. Metodología**

Seguidamente se describe el tipo de investigación, el proceso metodológico y el cronograma de trabajo.

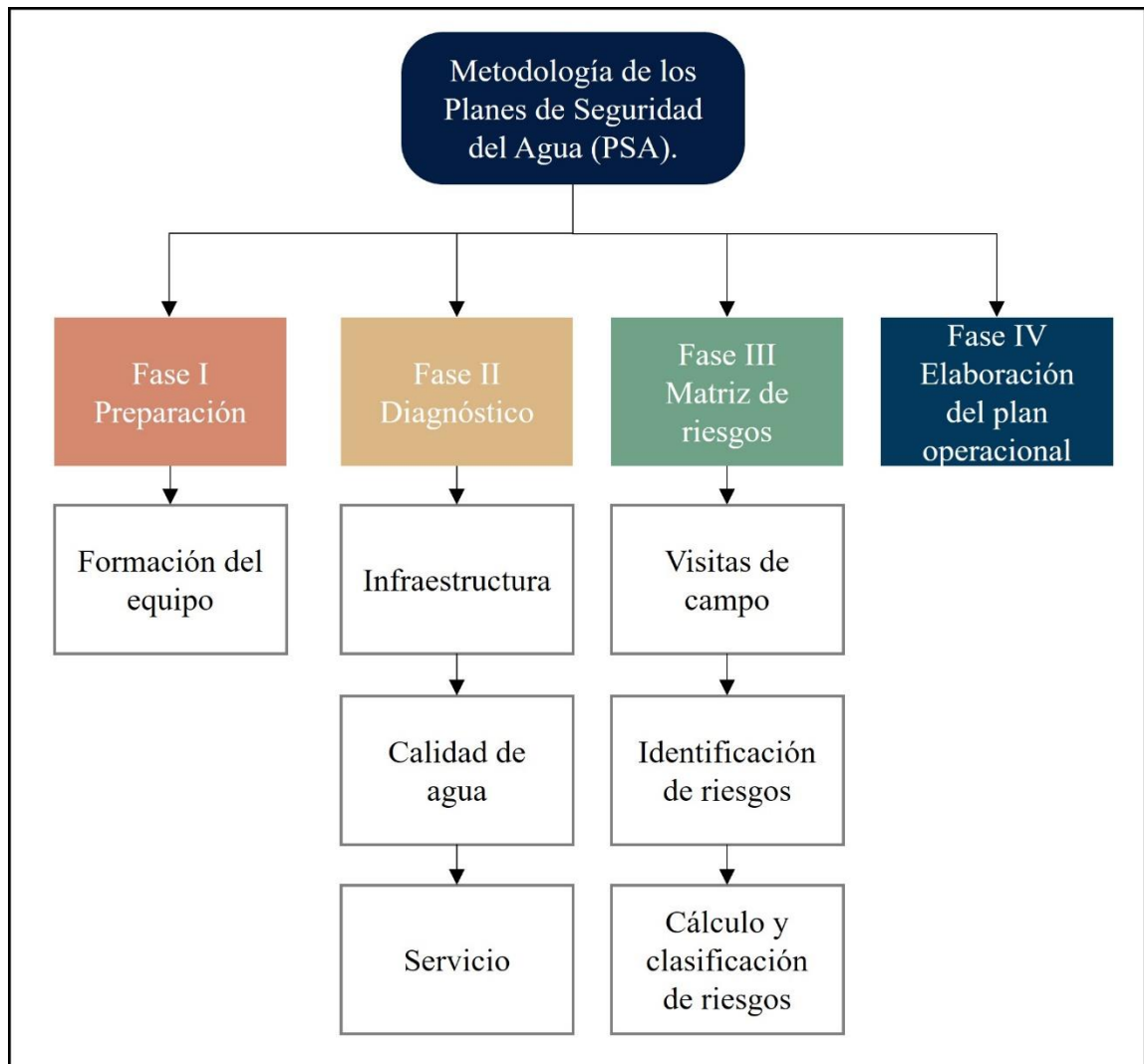
### **5.1 Tipo de investigación**

La investigación posee un alcance descriptivo, el cual permite especificar las características en cuanto a infraestructura, servicio y calidad de agua del acueducto de la ASADA Paraíso como método para identificar los peligros y puntos críticos de control y generar finalmente el plan operacional.

El enfoque es mixto (Cualitativo-Cuantitativo), basado en tres criterios de selección según (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptiste Lucio 2014, p. 571): amplitud, explicación y diversidad. El primer criterio de amplitud se basa en que los métodos mixtos permiten examinar los procesos desde una perspectiva más holística, el segundo corresponde a que existe mayor capacidad de explicación mediante la recolección y análisis de datos cualitativos y cuantitativos y su interpretación conjunta por medio de la matriz de riesgos, y finalmente en relación con la diversidad es que permite evaluar el acueducto desde diversos puntos de vista.

### **5.2 Proceso metodológico**

En el presente estudio se consideran cuatro fases de ejecución, las cuales se pueden observar de manera gráfica en la figura 10.



**Figura 10** Proceso metodológico para la elaboración del plan operacional.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

A consideración del lector para una mejor comprensión seguidamente se describe cada una de las etapas.

### **5.2.1 Fase I: Preparación**

La principal acción es realizar la formación del equipo con el fin de desarrollar, ejecutar y mantener el PSA.

#### **5.2.1.1 Formación del equipo**

En el caso de las zonas rurales el equipo debe de estar compuesto por miembros de la ASADA, integrantes de la Asociación de Desarrollo Integral de la Comunidad, personas de la comunidad, algún integrante de las siguientes instituciones: Ministerio de Salud o entes

rectores en temas de calidad de agua y como invitado algún ingeniero ya sea de la zona o externo.

Es importante que el equipo de PSA cuente con experiencia y conocimiento suficiente para comprender la extracción, distribución y tratamiento del agua, así como los peligros latentes de todo el sistema de abastecimiento desde el punto de captación hasta el punto de consumo, asimismo el conocimiento del marco legal que regula la prestación de servicios en Costa Rica.

### **5.2.2 Fase II: Diagnóstico**

El objetivo es realizar la evaluación en cuanto a infraestructura, servicio y calidad de agua. Consiste recopilar la información del sistema, en caso de no tener información se debe obtener mediante visitas de campo. Se debe recorrer todo el sistema para obtener la descripción detallada, revisar cada componente para así obtener un diagnóstico del sistema de abastecimiento.

- **Infraestructura**

Se realiza la descripción del acueducto desde la fuente de abastecimiento hasta la red de distribución, además se utiliza el instrumento de evaluación Guías de inspección-SERSA (Anexo 1) que permite revisar el estado de las diferentes estructuras (captaciones, conducciones, almacenamiento, distribución), de un sistema de abastecimiento de agua potable y del entorno inmediato a las captaciones, para identificar los riesgos que puedan afectar su calidad.

- **Calidad de agua**

Se evalúa de acuerdo con lo establecido en el Reglamento para la calidad de agua potable (Poder Ejecutivo 2015) para los diferentes Niveles de Control de Calidad de Agua: Control Operativo (CO), Nivel Primero (N1), Nivel Segundo (N2) y Nivel Tercero (N3); con excepción del Nivel Cuarto (N4), ya que este corresponde a programas ocasionales ejecutados por situaciones especiales, de emergencia o por orden del MINSA.

La evaluación se realiza en tres apartados: conformidad y periodos de muestreo, las cuales se describen a continuación.

- **Conformidad**

Se evalúa de acuerdo con las conformidades establecidas en el Reglamento para la calidad de agua potable tomando como referencia los valores máximo admisible y valores de alerta que se encuentran en el Anexo 2, 3, 4 y 5

- **Frecuencias de muestreo**

El reglamento establece la frecuencia de muestreo de acuerdo con la cantidad de abonados, por lo tanto, para este estudio se toma como referencia lo estipulado por dicha normativa, en donde los rangos se encuentran en el Anexo 6, 7 y 8.

- **Servicio**

La información proveniente de los usuarios representa un insumo importante para evaluar la calidad del servicio que prestan las ASADAS, por lo tanto, se realiza un instrumento de evaluación el cual se encuentra en el Anexo 9. Las muestras fueron aleatorias debido a los inconvenientes a la hora de aplicar el instrumento a la población (tabla 5.)



Tabla 5 Resumen de la totalidad de las muestras aleatorias.

Segmento de partes interesadas	Muestra		Instrumento aplicado para toma de datos	Tipo de datos	Observaciones
	Criterio de selección	Cantidad de la muestra			
Junta Directiva ASADA	Intencionado	1	Grupo focal	Mixtos	Recopilación de información sobre inversión aproximada ante eventos inesperados y recopilación de los informes de calidad de agua.
Equipo técnico de apoyo operativo	Intencionado	4	Inspección de campo	Mixtos	Evaluación de la infraestructura: se aplican las guías de inspección SERSA. La cantidad de muestras se refiere a la cantidad de personas que brindaron información.
Abonados	Estratificado intencionado	20	Encuesta	Cualitativos	La cantidad de muestra se disminuyó considerando la poca participación de los usuarios para brindar información, pese a los esfuerzos realizados.
Hoteles.		5			
Restaurantes		3			
Comercio		4			
Residencial		11			Existe mayor cantidad de datos dado que se ya se tenían elaboradas desde el mes de Julio 2021

Elaboración: Propia, 2022.

### 5.2.3 Fase III: Matriz de riesgos

Esta fase consiste en determinar en qué podría fallar el sistema de suministro de agua, mediante las visitas de campo realizadas con los miembros del PSA y los instrumentos para identificación de riesgos, se evalúa la microcuenca, pozos, manantial protegido, línea de conducción, tratamiento y sistema de distribución y respectiva puntuación.

Los riesgos se identificaron con ayuda de las herramientas establecidas por la OMS en las tablas 6, 8, 9, 10 y con la ayuda del equipo PSA.

*Tabla 6 Instrumento para la identificación de riesgos asociados a las cuencas de captación.*

<b>Evento peligroso (fuente de peligro)</b>	<b>Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)</b>
Fenómenos meteorológicos y climáticos	Inundación; cambios rápidos en la calidad del agua de la fuente
Variaciones estacionales	Cambios en la calidad del agua de la fuente
Geología	Arsénico; fluoruro; plomo; uranio; radón; pozos de infiltración (entrada al sistema de agua superficial)
Agricultura	Contaminación microbiológica; plaguicidas; nitrato; abonado con estiércol líquido o sólido; desecho de cadáveres de animales
Explotación forestal	Plaguicidas; HPA - hidrocarburos poliaromáticos (fuegos)
Industria (incluidos los emplazamientos de antiguas industrias y las industrias abandonadas)	Contaminación química y microbiológica; posible pérdida de agua de la fuente debido a su contaminación
Minería (incluidas las minas abandonadas)	Contaminación química
Transporte: carreteras	Plaguicidas; sustancias químicas (accidentes de tráfico)

Transporte: líneas de ferrocarril	Plaguicidas
Transporte: aeropuertos (incluidos los aeródromos abandonados)	Productos químicos orgánicos
Desarrollo urbanístico	Escorrentía
Viviendas: fosas sépticas	Contaminación microbiológica
Mataderos	Contaminación orgánica y microbiológica
Fauna	Contaminación microbiológica
Usos recreativos	Contaminación microbiológica
Demanda de agua para otros usos	Cantidad insuficiente
Almacenamiento de agua cruda	Toxinas y floraciones de algas; estratificación
Acuífero no confinado	Cambios inesperados en la calidad del agua
Deficiente impermeabilización de la toma de agua de pozo o pozo-sondeo	Entrada de agua superficial
Revestimiento de pozo-sondeo corroído o incompleto	Entrada de agua superficial
Inundación	Cantidad y calidad suficientes de agua cruda

Fuente: (Bartram, y otros, 2009).

*Tabla 7 Instrumento para la identificación de riesgos asociados al tratamiento*

<b>Evento peligroso (fuente de peligro)</b>	<b>Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)</b>
Cualquier peligro no controlado o atenuado en la cuenca de captación	Los señalados en el cuadro de peligros en la cuenca de captación
Suministro eléctrico	Interrupción del tratamiento / agua no desinfectada
Capacidad de las instalaciones de tratamiento	Sobrecarga de la instalación de tratamiento
Desinfección	Fiabilidad
	Subproductos de la desinfección
Mecanismo de derivación	Tratamiento inadecuado

Avería del tratamiento	Agua no tratada
Uso en el tratamiento de materiales y sustancias químicas no aprobados	Contaminación del sistema de abastecimiento de agua
Uso en el tratamiento de sustancias químicas contaminadas	Contaminación del agua
Obstrucción de filtros	Eliminación insuficiente de partículas
Profundidad insuficiente del medio filtrante	Eliminación insuficiente de partículas
Seguridad deficiente / vandalismo	Contaminación / corte de suministro
Fallo de instrumentación	Pérdida de control
Telemetría	Fallo de comunicación
Inundación	Inutilización total o parcial de instalaciones de tratamiento
Fuego / explosión	Inutilización total o parcial de instalaciones de tratamiento

Fuente: (Bartram, y otros, 2009).

*Tabla 8 Instrumento para la identificación de riesgos asociados a la red de distribución.*

Evento peligroso (fuente de peligro)	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Cualquier peligro no controlado o atenuado en el tratamiento	Los señalados en el cuadro de peligros en el tratamiento
Rotura de tubería	Entrada de contaminación
Fluctuaciones de la presión	Entrada de contaminación
Intermitencia del suministro	Entrada de contaminación
Apertura y cierre de válvulas	Perturbación de depósitos por la inversión o modificación del flujo Introducción de agua viciada
Uso de materiales no	Contaminación del sistema de abastecimiento de agua

aprobados	
Acceso de terceros a las tomas de agua	Contaminación por contraflujo
	Perturbación de depósitos por el aumento de flujo
Conexiones no autorizadas	Contaminación por contraflujo
Embalse de servicio a cielo abierto	Contaminación por la fauna salvaje
Embalse de servicio con fugas	Entrada de contaminación
Acceso no protegido a embalse de servicio	Contaminación
Seguridad / vandalismo	Contaminación
Terreno contaminado	Contaminación del agua por el uso de un tipo erróneo de tubería

Fuente: (Bartram, y otros, 2009).

*Tabla 9 Instrumento para la identificación de riesgos asociados a los lugares de consumo.*

Evento peligroso (fuente de peligro)	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Cualquier peligro no controlado o atenuado en la distribución	Los señalados en el cuadro de peligros en la distribución
Conexiones no autorizadas	Contaminación por contraflujo
Tuberías de plomo	Contaminación por plomo
Tuberías de servicio de plástico	Contaminación por derrame de aceites o solventes

Fuente: (Bartram, y otros, 2009).

Los instrumentos son una herramienta que facilita la identificación de riesgos, sin embargo, con las visitas de campo se pueden evidenciar otros riesgos no presentes en los instrumentos.

- **Cálculo del Riesgo**

Los riesgos se pueden cuantificar con valoraciones numéricas, el valor del riesgo se realiza mediante la fórmula de  $R = P \times G$  en donde P corresponde al valor de probabilidad de ocurrencia y G corresponde a la gravedad de la consecuencia. Los valores se obtienen mediante la clasificación de la Tabla 9 (OMS-OPS, Octubre, 2012).

La asignación de los valores de probabilidad y frecuencia se evaluó para cada riesgo de acuerdo a la información suministrada por los algunos de los miembros del PSA y los valores gravedad fueron estimados de acuerdo al criterio profesional de las autoras.

*Tabla 10 Clasificación de los riesgos de acuerdo con la probabilidad y gravedad*

		Gravedad de la consecuencia				
		Efecto nulo e Insignificante Clasificación: 1	Efecto en el cumplimiento leve Clasificación: 2	Efecto orgánico moderado Clasificación: 3	Efecto reglamentario grave Clasificación: 4	Efecto catastrófico o en la salud pública Clasificación: 5
Probabilidad o frecuencia	Casi siempre Una vez al día Clasificación: 5	5	10	15	20	25
	Probable Una vez por semana Clasificación: 4	4	8	12	16	20
	Moderada Una vez al mes Clasificación: 3	3	6	9	12	15
	Improbable Una vez al año Clasificación: 2	2	4	6	8	10
	Excepcional Una vez cada 5 años Clasificación: 1	1	2	3	4	5
	Puntuación del riesgo	<6	6-9	10-15	>15	
	Clasificación del riesgo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	

Fuente: (Bartram, y otros, 2009).

Cabe resaltar que de acuerdo con la puntuación del riesgo se clasifican en muy alto con el color rojo, alto de color naranja, medio de color amarillo y bajo de color verde. Es importante que todos los riesgos se documenten en el PSA, los cuales serán revisados periódicamente, sin importar su clasificación o probabilidad de ocurrencia, para evitar ser pasados por alto y documentar la información por si se produjera algún tipo de incidente.

#### **5.2.4 Fase IV: Elaboración de Plan Operacional**

En esa fase se establecen los puntos críticos y de control los cuales son determinantes en el PSA para determinar las medidas de control y plantear el plan operacional que tiene como fin eliminar o minimizar la probabilidad de ocurrencia de un peligro.

Los puntos críticos son los riesgos identificados y clasificados como muy altos los cuales pueden ser corregidos o controlados y los puntos de control son los clasificados como altos o medios (Cruz, et al., 2018).

En el plan operacional se establecerán medidas de control para cada uno de los riesgos identificados, se describe la causa, la acción a realizar ya sea para eliminar, mitigar o prevenir el impacto, el cómo se llevará a cabo la acción, a quién le corresponde realizar la acción y cada cuanto se pondrá en práctica la acción realizada. El plan se va a establecer de acuerdo con el orden de prioridad, el cual se establece de acuerdo con la clasificación de los riesgos en muy altos, altos, medios, y bajo (Rojas, 2020).

#### **5.3 Cronograma de trabajo**

El proyecto se ejecutó desde el mes de julio hasta noviembre, la línea de tiempo general se describe en la figura 11, seguidamente en la figura 12 se detalla el proceso.





## **5.4 Conclusión**

La metodología se divide en cuatro fases: preparación, diagnóstico, matriz de riesgos y elaboración del plan operacional. El estudio incluye variables cualitativas y cuantitativas, incluyendo la percepción social de los usuarios sobre el servicio que brinda la ASADA, así como la valoración de criterios de salud, ambiente y calidad de agua que posee, además se considera la evaluación del acueducto por medio de la matriz de riesgo.

Se considera un periodo de seis meses para finalizar el proyecto y el tiempo se divide en las siguientes etapas: trabajo de campo, procesamiento de información y redacción y revisión del documento.

## Capítulo 6. Resultados y Discusión

En este capítulo se encuentran los resultados obtenidos y discusión para realizar la propuesta del Plan de Seguridad del Agua para la ASADA de Paraíso en Santa Cruz de Guanacaste.

### 6.1 Resultados de la preparación del Plan de Seguridad del Agua

Para desarrollar el Plan de Seguridad del agua es importante identificar todo el sistema de abastecimiento, incluyendo componentes y gestión. Para llevar a cabo todo el planteamiento del plan es importante identificar las figuras involucradas en este proceso.

#### 6.1.2 Formación del equipo

Las personas involucradas en el proceso de elaboración y el seguimiento del PSA son la base para que el proyecto se lleve a cabo y se pueda validar. Teniendo en cuenta que la ASADA es rural se decidió crear el equipo PSA como se observa en la tabla 11.

*Tabla 11 Miembros del equipo PSA*

<b>Nombre</b>	<b>Función</b>
Arcadio Carrera Gutiérrez	Administrador de la ASASA
Ariel Gómez Campos	Funcionario de la ASADA
Julissa Romero Rodríguez	Ministerio de Salud
Randall Pérez Ceciliano	Fontanero
Alirio Pizarro Rosales	Fontanero
Marvin Ruíz Gutiérrez	Fontanero
Neimer Arroyo Campos	Fontanero
Tamara Cabalceta Gutiérrez	Ingeniería
Nathalie Flores Matarrita	Ingeniería

Fuente: Propia, 2022.

Las personas mencionadas en la Tabla 11 son quienes formaron parte del proceso de la propuesta del Plan de Seguridad del Agua, cada una aportó conocimientos, información e ideas según su área de campo.

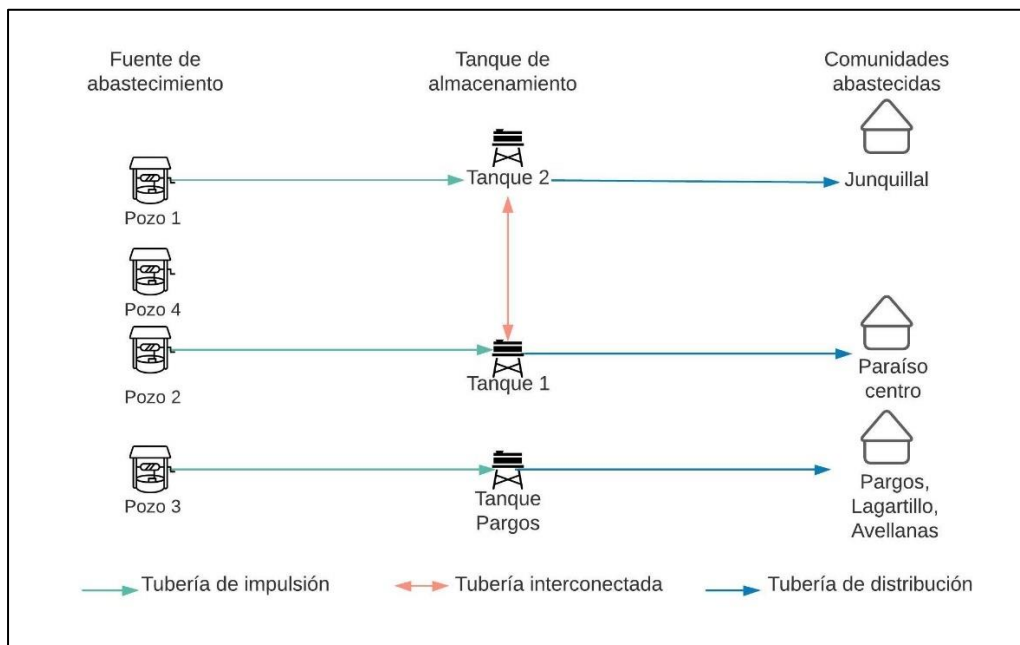
La participación del administrativo de la ASADA fue de gran utilidad para coordinar todas las visitas de campo y gestionar la participación por parte de los funcionarios y abonados de la ASADA, el funcionario del Ministerio de Salud ayudó a evacuar dudas sobre las guías SERSA y el aporte de los fontaneros fue fundamental para guiar todas las inspecciones y visitas de campo en el sistema de abastecimiento. Realizar la propuesta del Plan de Seguridad de Agua requiere un equipo multidisciplinario, responsable y comprometido, como lo fue en toda la realización de este proyecto.

## 6.2 Resultados del diagnóstico

Seguidamente se detallan los resultados más relevantes sobre infraestructura, calidad de agua y servicio.

### 6.2.1 Infraestructura

El acueducto de la ASADA de Paraíso posee tres sistemas distribuidos de la manera que se observa en la Figura 13.



**Figura 13 Distribución del acueducto.**  
Fuente: Propia, 2022.

Poseen en cada fuente de abastecimiento una bomba que impulsa el agua hasta el sitio donde se ubica el tanque de almacenamiento de cada sector, para posteriormente distribuir el recurso hídrico, se debe mencionar que la totalidad de los usuarios cuenta con micromedición y como se visualiza en la figura 13 los tanques de almacenamiento #1 y #2 abastecen a comunidades diferentes, sin embargo, se encuentran interconectados entre sí.

- **Descripción del acueducto.**

Los detalles de cada componente del sistema de cada sector se describen a continuación.

**Sector Junquillal.**

Se abastece a los subsectores de La Cuesta, Pueblo Verde, Centro de Paraíso, Calle Perro Loco, Calle a Venado, Paraíso Sur, Playa Negra, Playa Callejones, Playa Blanca, Playa Junquillal y Estero Venado. Posee dos fuentes de abastecimiento en donde el agua es impulsada por bombas hasta el tanque de almacenamiento #2 y posteriormente es distribuida en la red por gravedad.

*Fuente de abastecimiento*

El sector cuenta con dos pozos para abastecer a la comunidad, los cuales son Pozo 1 y Pozo 4, la ubicación se define en la tabla 12.

*Tabla 12 Ubicación de las fuentes de abastecimiento del Sector Junquillal.*

Fuente de abastecimiento	Latitud (km)	Longitud (km)	Altura (m.s.n.m)
Pozo 1	1126639.285	303256.4705	8.1
Pozo 4	1126644.775	303254.0808	8.1

Fuente: Elaboración propia, 2022. Proyección CRTM-05.

Las fuentes de abastecimiento de este sector poseen algunas características en común, las cuales son: existe una distancia de 10 m aproximadamente entre ambos pozos, justo en frente a menos de 15 m se encuentra ubicada la principal vía de comunicación de la comunidad la Ruta Cantonal 928 y se encuentran rodeados por la misma malla perimetral, las características mencionadas anteriormente se pueden evidenciar en la figura 14.

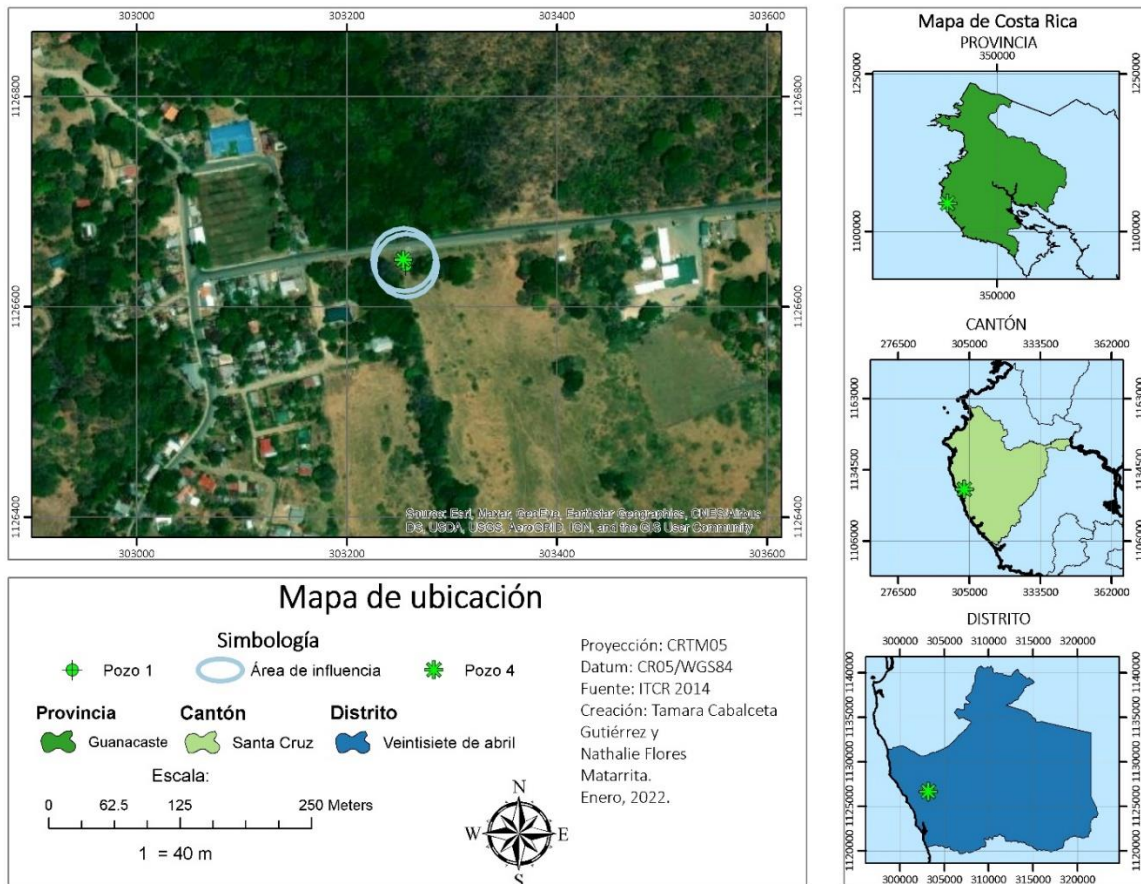


***Figura 14 Características del Pozo 1 y Pozo 4 Sector Junquillal.  
Elaboración: Propia, 2022.***

En cuanto a las características que posee el Pozo 1, existe la presencia de caseta de protección en concreto, piso de concreto, canal de desagüe, malla de protección, letrinas o tanque sépticos a un nivel más alto que el pozo a menos de 30 m (Figura 15) y fuentes de contaminación a los alrededores producto de excretas de animales, viviendas y actividad agrícola.

Es importante destacar que no posee estancamientos de agua sobre la losa o en los alrededores del pozo al momento de la inspección, la bomba se encuentra fija en la unión a la base, los alrededores cuentan con poca vegetación, además se encuentra inscrita ante el MINAE.

Respecto a las características del Pozo 4, existe la presencia de canal de desagüe, malla de protección, letrinas o tanque sépticos a un nivel más alto que el pozo a menos de 30 m (Figura 15) y fuentes de contaminación a los alrededores producto de excretas de animales, viviendas y actividad agrícola.



**Figura 15 Radio de influencia a 30 m de Pozo 1 y Pozo 4.**  
**Fuente: Elaboración propia, 2022.**

Es importante destacar que no hay caseta de protección en concreto, ni piso de concreto, no posee estancamientos de agua sobre la losa o en los alrededores del pozo al momento de la inspección y la bomba se encuentra fija en la unión a la base, además esta fuente no se encuentra inscrita ante el MINAE.

*Tanque de almacenamiento*

El sector cuenta con el Tanque de almacenamiento 2, la ubicación se define en la tabla 13.

*Tabla 13 Ubicación del tanque de almacenamiento del Sector Junquillal.*

Tanque de almacenamiento	Latitud (km)	Longitud (km)	Altura (m.s.n.m)
Tanque 1	1126914.1990	303928.1164	55.1

Fuente: Elaboración propia, 2022. Proyección CRTM-05.



Las observaciones realizadas en campo permite definir que el Tanque 1 (figura 16) posee las paredes agrietadas, las tapas del tanque de almacenamiento están construida de tal manera que posee condiciones sanitarias, posee el sistema de cloración en operación, el nivel del agua es menor que 1/4 del volumen del tanque, las escaleras internas no están herrumbradas, no hay sedimentos, algas u hongos dentro del tanque, no posee malla de protección, posee un sistema de cierre seguro con candado, tiene los respiraderos y no existe fuente de contaminación alrededor del tanque.



**Figura 16 Características del Tanque 1 Sector Junquillal.  
Elaboración: Propia, 2022.**

### *Red de distribución*

En la red de distribución de este sector se identificó constantes interrupciones en el servicio de distribución de agua de manera imprevista, sin embargo, en la mayoría de las situaciones se relaciona con la atención de averías por fuga.

Existe tubería enterrada bajo el río en el paso del puente que se ubica en Calle Perro Loco (Figura 17), así mismo se identificaron válvulas de aire colocadas muy céntricas en las vías de tránsito de autos (Figura 18), en las conexiones finales específicamente en Calle Perro Loco la tubería que conecta los micromedidores se encuentra expuesta (Figura 19) y en el sector de Pura Jungla es posible que en los pasos elevados se produzca la caída de la tubería. (Figura 20)



*Figura 17 Tubería enterrada bajo el río en la Calle Perro Loco.*  
**Elaboración: Propia, 2022.**



*Figura 18 Ubicación de válvulas de aire en vías de tránsito de autos.*  
**Elaboración: Propia, 2022.**





***Figura 19 Tubería expuesta en los micromedidores.  
Elaboración: Propia, 2022.***



***Figura 20 Riesgo en paso elevado subsector Pura Jungla.  
Elaboración: Propia, 2022.***

➤ **Sector Paraíso.**

Se abastece a los subsectores de Paraíso, posee una fuente de abastecimiento en donde el agua es impulsada por bombas hasta el tanque de almacenamiento #1 y se distribuye en la red por gravedad.

*Fuente de abastecimiento*

La ubicación del pozo con el que se abastece este sector se encuentra en la tabla 14.

*Tabla 14 Ubicación de la fuente de abastecimiento del Sector Junquillal.*

Fuente de abastecimiento	Latitud (km)	Longitud (km)	Altura (m.s.n.m)
Pozo 2	1126720	303858	6.2

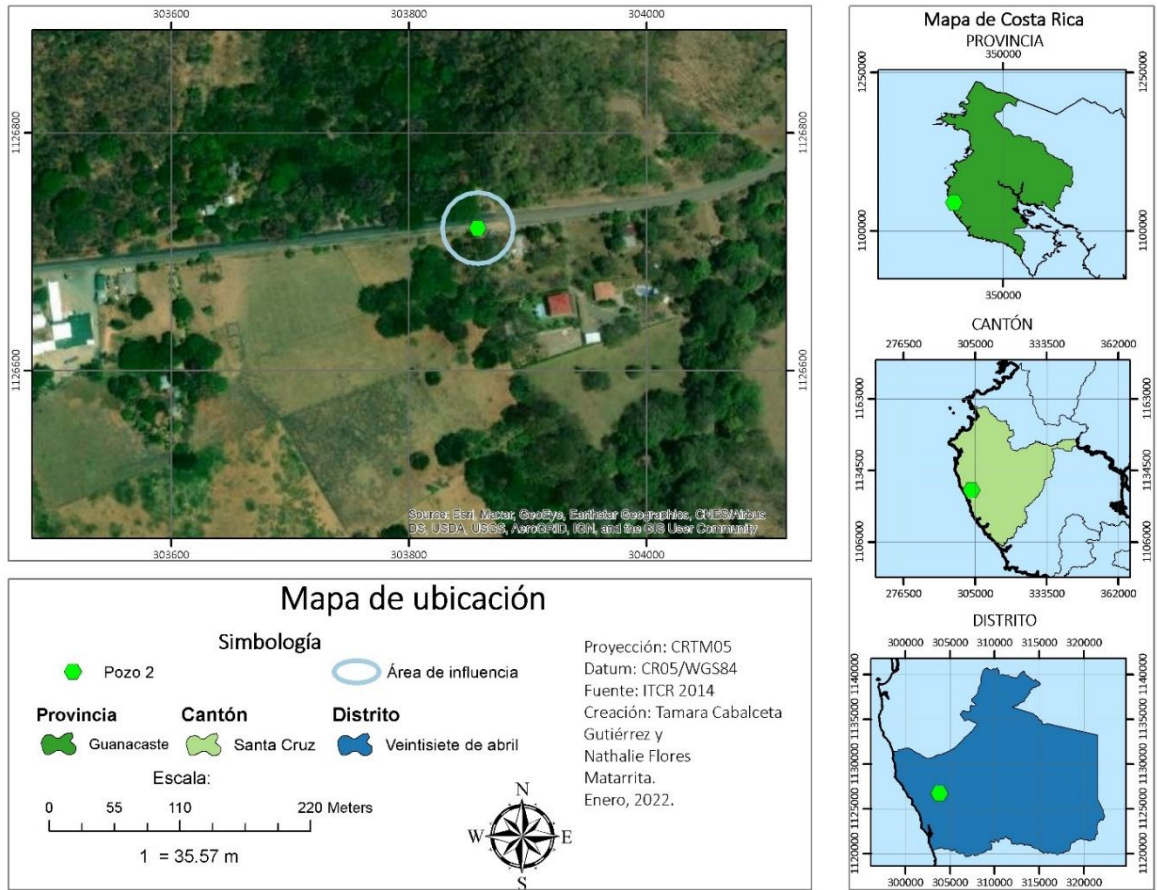
Fuente: Elaboración propia, 2022. Proyección CRTM-05.

El pozo se encuentra ubicado a menos de 5 m de la Ruta Cantonal 928, posee caseta de protección en concreto, piso de concreto, canal de desagüe, en los alrededores existe la presencia de letrinas o tanque sépticos a un nivel más alto que el pozo a menos de 30 m y se visualizan fuentes de contaminación a los alrededores producto de excretas de animales, viviendas y actividad agrícola (figura 21, 22).



**Figura 21 Características del Pozo 2 Sector Paraíso.  
Elaboración: Propia, 2022.**





**Figura 22 Radio de influencia a 30 m del Pozo 2.**  
**Fuente: Elaboración propia, 2022.**

Es importante destacar que no posee estancamientos de agua sobre la losa o en los alrededores del pozo al momento de la inspección, la bomba se encuentra fija en la unión a la base, los alrededores están con mucha vegetación, no existe una malla de protección y se encuentra inscrita ante el MINAE.

### *Tanque de almacenamiento*

El sector cuenta con el Tanque de almacenamiento 1, la ubicación se define en la tabla 15.

*Tabla 15 Ubicación del tanque de almacenamiento del Sector Paraíso*

Tanque de almacenamiento	Latitud (km)	Longitud (km)	Altura (m.s.n.m)
Tanque 2	1126920	303923	55.1

Fuente: Elaboración propia, 2022. Proyección CRTM-05.

Las observaciones realizadas en campo permite definir que el Tanque 2 posee las paredes agrietadas, las tapas del tanque de almacenamiento están construida en condiciones sanitarias, no carece la estructura externa de mantenimiento, posee el sistema de cloración en operación, el nivel del agua es menor que 1/4 del volumen del tanque, las escaleras internas no están herrumbadas, no hay sedimentos, algas u hongos dentro del tanque, no posee malla de protección, posee un sistema de cierre seguro con candado, tiene los respiraderos y no existe fuente de contaminación alrededor del tanque.

#### *Red de distribución*

En la red de distribución de este sector se identificó constantes interrupciones en el servicio de manera imprevista, sin embargo, en la mayoría de las situaciones se relaciona con la atención de averías por fuga. La tubería tiene más de 25 años de instalación ya que fue la primera red que se instaló en el acueducto y en algunos sectores tanto válvulas como tubería se encuentra expuesta (*Figura 23*).



**Figura 23 Tubería expuesta en el sector Paraíso.**

**Fuente: Elaboración propia, 2022.**

➤ **Sector Pargos-Lagartillo.**

Se abastece a los subsectores de Pargos, Lagartillo y parte de Avellanas, posee una fuente de abastecimiento en donde el agua es impulsada por bombas hasta el tanque de almacenamiento 3 y se distribuye en la red por gravedad.

*Fuente de abastecimiento*

La ubicación del pozo con el que se abastece este sector se encuentra en la tabla 16

*Tabla 16 Ubicación de la fuente de abastecimiento del Sector Pargos-Lagartillo.*

Fuente de abastecimiento	Latitud (km)	Longitud (km)	Altura (m.s.n.m)
Pozo 3	1126334.653	303173.1483	26

Fuente: Elaboración propia, 2022. Proyección CRTM-05.

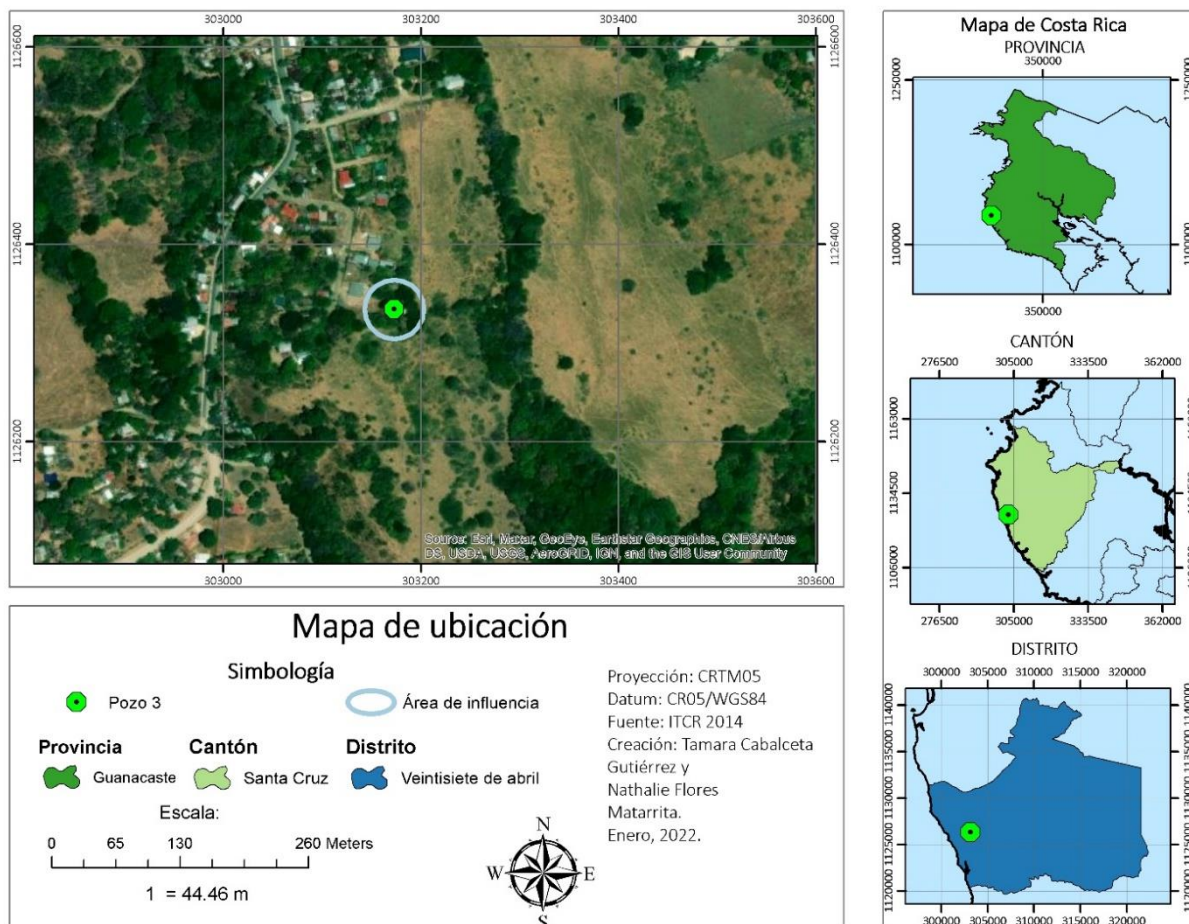
Posee caseta de protección en concreto (figura 24), piso de concreto, canal de desagüe, en los alrededores existe la presencia de letrinas o tanque sépticos a un nivel más alto que el pozo a

menos de 30 m y se visualizan fuentes de contaminación a los alrededores producto de excretas de animales, viviendas y actividad agrícola.



*Figura 24 Características del Pozo 3 Sector Pargos Lagartillo.*  
**Fuente: Elaboración propia, 2022.**





**Figura 25 Radio de influencia a 30 m del Pozo 3**  
**Fuente: Elaboración propia, 2022.**

Es importante destacar que no posee estancamientos de agua sobre la losa o en los alrededores del pozo al momento de la inspección, la bomba se encuentra fija en la unión a la base, los alrededores no están con mucha vegetación, no existe una malla de protección y se encuentra inscrita ante el MINAE.

*Tanque de almacenamiento*

El sector cuenta con el tanque de almacenamiento 3, la ubicación se define en la tabla 17.

*Tabla 17 Ubicación del tanque de almacenamiento del Sector Pargos-Lagartillo.*

Tanque de almacenamiento	Latitud (km)	Longitud (km)	Altura (m.s.n.m)
Tanque 3	1128673.547	302132.8548	96

Fuente: Elaboración propia, 2022. Proyección CRTM-05.

Se encuentra construido en concreto, tiene las cajas de válvula en buen estado, las tapas del tanque de almacenamiento están construida en condiciones sanitarias, posee el sistema de cloración en operación, el nivel del agua es menor que 1/4 del volumen del tanque, las escaleras internas no están herrumbadas, no hay sedimentos, algas u hongos dentro del tanque, posee malla de protección, posee un sistema de cierre seguro con candado, tiene los respiraderos y no existe fuente de contaminación alrededor del tanque.

A pesar de ser una infraestructura relativamente nueva (2020), posee problemas de filtración en las paredes y carece de mantenimiento, lo cual se puede observar en la figura 26.



**Figura 26 Filtraciones en el Tanque 3 Sector Pargos-Lagartillo.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.**

### *Red de distribución*

La red de distribución no posee grandes factores de riesgo ya que es relativamente nueva sin embargo se logró identificar una vulnerabilidad debido a la presencia de un paso elevado (Figura 27) e interrupciones constantes en el servicio de distribución de agua.





**Figura 27 Paso elevado en el sector Pargos-Lagartillo.  
Fuente: Elaboración propia, 2021.**

➤ **Guías de inspección SERSA**

Según el diagnóstico efectuado por medio de las observaciones hechas en campo, la clasificación por sector de cada componente se puede observar en la tabla 18.

*Tabla 18 Resultados de evaluación Guías SERSA por sectores.*

<b>Sector Junquillal</b>				
<b>Lugar</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación de riesgo</b>	<b>Código de colores</b>	<b>Acciones para disminuir los factores de riesgo</b>
Pozo 1	4	Intermedio	Verde	Solicitar plan de acción correctiva por medio de orden sanitaria al operador para corregir situación en un plazo de 1 mes.

<b>Sector Junquillal</b>				
<b>Lugar</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación de riesgo</b>	<b>Código de colores</b>	<b>Acciones para disminuir los factores de riesgo</b>
Pozo 4	5	Alto	Amarillo	Elaborar plan de emergencia y sensibilizar a la comunidad sobre los riesgos. Girar orden sanitaria con un Plazo de 1 mes para obtener evidencia de mejoras.
Tanque 1	3	Intermedio	Verde	Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA, en caso necesario.
Línea de conducción y sistema de distribución	2	Bajo	Celeste	Solicitar plan de acción al operador para corregir situación con urgencia. Plazo 5 días hábiles.
<b>Sector Paraíso</b>				
<b>Lugar</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación de riesgo</b>	<b>Código de colores</b>	<b>Acciones para disminuir los factores de riesgo</b>
Pozo 2	4	Intermedio	Verde	Solicitar plan de acción correctiva por medio de orden sanitaria al operador para corregir situación en un plazo de 1 mes.
Tanque 2	3	Intermedio	Verde	Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA, en caso necesario.
Línea de conducción y sistema de distribución	1	Bajo	Celeste	Solicitar plan de acción al operador para corregir situación con urgencia. Plazo 5 días hábiles.
<b>Sector Pargos-Lagartillo</b>				

Lugar	Puntuación	Clasificación de riesgo	Código de colores	Acciones para disminuir los factores de riesgo
Pozo 3	4	Intermedio	Verde	Solicitar plan de acción correctiva por medio de orden sanitaria al operador para corregir situación en un plazo de 1 mes.
Tanque 3	3	Intermedio	Verde	Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA, en caso necesario.
Línea de conducción y sistema de distribución	1	Bajo	Celeste	Solicitar plan de acción al operador para corregir situación con urgencia. Plazo 5 días hábiles.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Los resultados obtenidos en este apartado son considerados para la elaboración del plan operacional detallado más adelante.

### 6.2.3 Calidad de agua

En el anexo 11 se detallan los resultados obtenidos de acuerdo con los valores de conformidad y la frecuencia de muestreos según lo establecido por el Ministerio de Salud.

### 6.2.4 Conformidad

Los resultados microbiológicos demuestran la ausencia de coliformes, además el resto de los parámetros que establece el reglamento se encuentran dentro del rango establecido por el Ministerio de Salud, la información se puede verificar en el anexos 11.

### 6.2.5 Frecuencia de muestreo

La ASADA cuenta con 970 abonados, por lo tanto, en la tabla 19 se establece la frecuencia con que deben realizar los análisis de calidad del agua.

Tabla 19 Frecuencia de muestreos de calidad de agua.

Tipo de análisis	Frecuencia
Control operativo	Mensual
Nivel Primero	Semestral
Nivel Segundo	Cada 3 años
Nivel Tercero	Cada 3 años

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 6.2.6 Servicio

Seguidamente se realiza la descripción de los principales hallazgos a tener en consideración en el plan operacional.

Se identifican diferentes usos del agua (Figura 28) que realizan los usuarios, principalmente en: consumo humano, cocinar, lavar ropa, servicios sanitarios, duchas y limpiar, también se utiliza en menor medida para el consumo de animales, riego y otros.

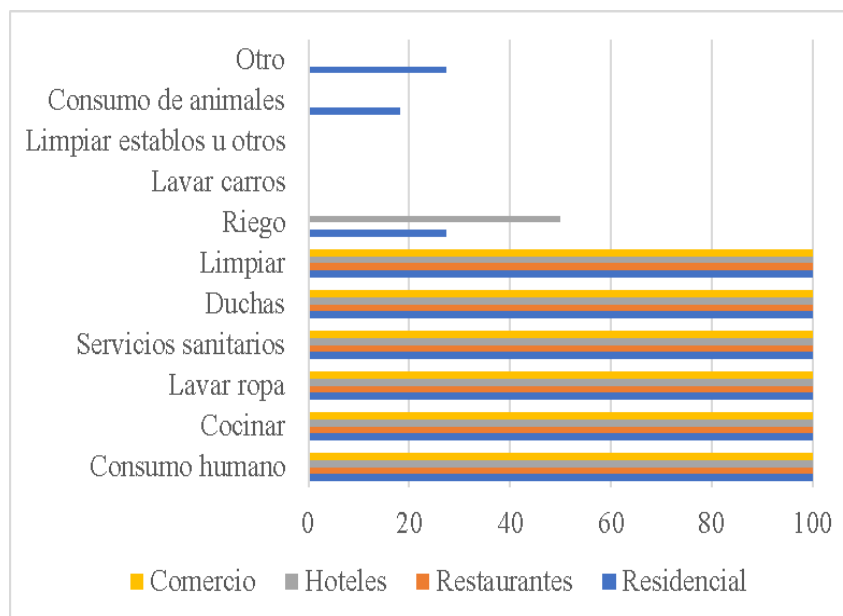
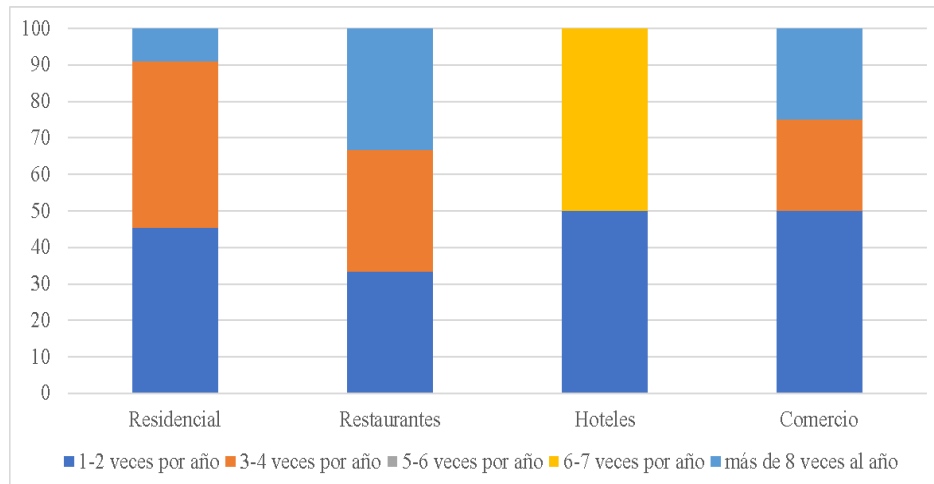


Figura 28 Usos del agua.

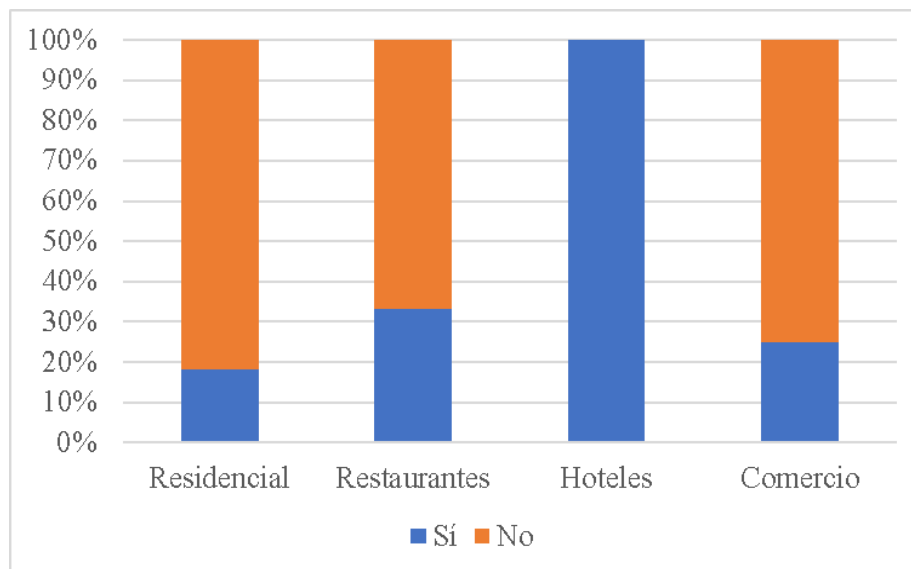
Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento de percepción, 2022.

En cuanto a la disponibilidad del servicio de agua potable, en la Figura 29 se describe la frecuencia en la que se presentan cortes o interrupciones de servicio de agua.



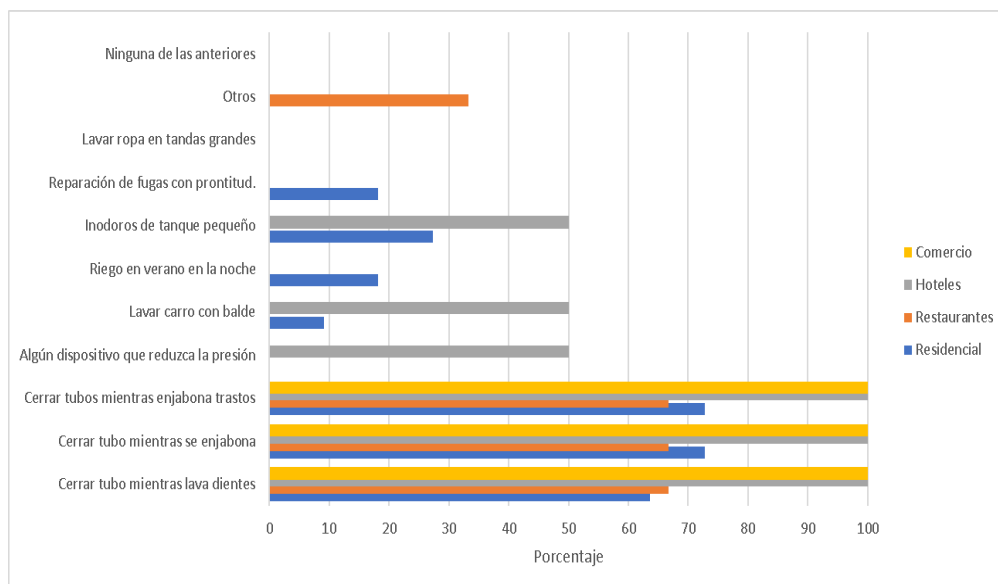
**Figura 29 Frecuencia de interrupciones del servicio en un año.**  
**Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento de percepción, 2022.**

Se logra identificar en los hogares el uso de materiales inadecuados en los grifos como trapos y otros, lo cual se puede observar en la figura 30, el empleo de telas puede tener repercusiones directas en la salud.



**Figura 30 Uso de materiales en grifos.**  
**Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento de percepción, 2022.**

En las principales medidas para ahorrar agua que utilizan se destaca: cerrar tubo mientras se lava los dientes, se enjabona y enjabona trastos, en la *Figura 31* se observan las medidas menos utilizadas.

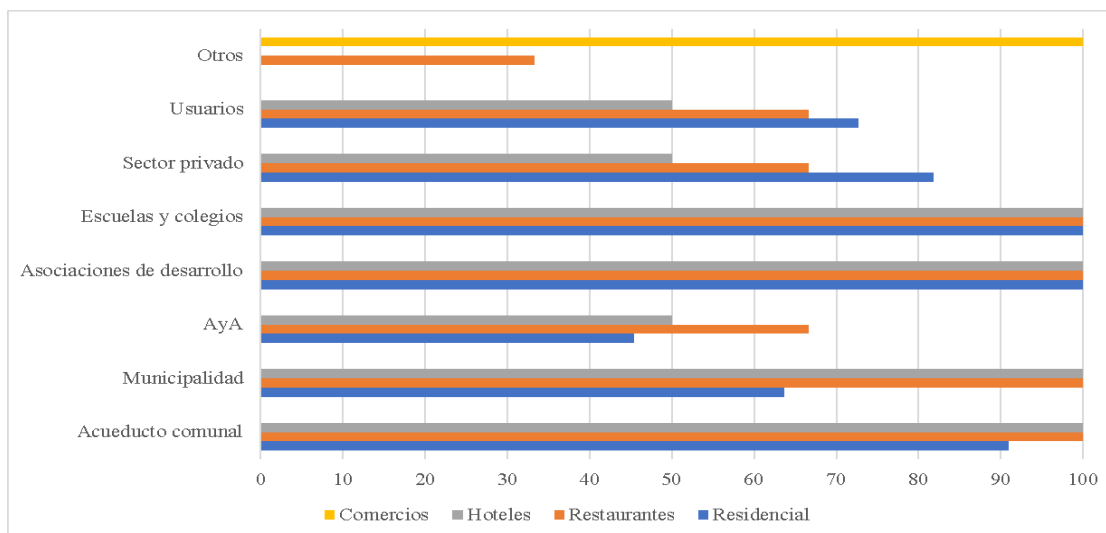


**Figura 31 Medidas para ahorrar agua**

**Fuente:** Elaboración propia con base en el instrumento de percepción, 2022.

Respecto al manejo de residuos sólidos se logró identificar las principales actividades: los recicla, se colocan para la recolección de basura, realizan compostaje y en menor cantidad los queman. En cuanto a las actividades que pueden afectar la calidad del agua se identificaron acciones como tala de árboles, actividad agrícola y ganadera y vertederos.

Sobre la percepción que tienen los usuarios en cuanto a las entidades que deben dedicarse a la protección del recurso hídrico, los resultados porcentuales se encuentran en la *Figura 32*.



**Figura 32 Percepción de entidades que deben realizar la protección del recurso hídrico.**

**Fuente:** Elaboración propia con base en el instrumento de percepción, 2022.

En el apartado de comentarios y sugerencias brindada por los usuarios de los distintos sectores se identificó lo siguiente: brindar mayor atención vía telefónica, respetar el horario de atención, involucrar a la comunidad en campañas de limpieza en playas después de las vacaciones específicamente en semana santa, julio y diciembre, mejorar el sistema de facturación y desglosar costos.

### 6.3 Resultados de la matriz de riesgos

El cálculo del riesgo se obtuvo a través de la matriz de riesgo, cabe resaltar que se analizó cada sistema por separado como se observa en la *Tabla 20* para evaluar individualmente los riesgos y su respectiva clasificación.

*Tabla 20 Identificación y cálculo del riesgo de los sistemas de la ASADA de Paraíso, Santa Cruz.*

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Evento peligroso, origen o causa de peligro</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Fundamento</b>
<b>Microcuenca</b>	Inadecuada disposición de residuos sólidos.	F, Q, B	2	3	6	Bajo	Acumulación de residuos sólidos en la desembocadura de los ríos en el mar, mayoritariamente en periodos vacacionales.
	Deforestación producto de la corta de Teca y Melina.	F, Q, B	1	2	2	Bajo	En la zona de influencia que abastece el acueducto existen plantaciones de Teca y Melina la cual es cortada cada 5-10 años aproximadamente.
	Uso de agroquímicos y plaguicidas.	Q	3	5	15	Alto	Se observó que existe la actividad productiva de agricultura en la zona.
<b>Agua subterránea</b>	Falta de identificación de las zonas de recarga de los acuíferos.	F, Q, B	5	3	15	Alto	El acueducto no cuenta con un estudio que permita identificar con certeza las zonas de recarga.



<b>Etapa del proceso</b>	<b>Evento peligroso, origen o causa de peligro</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Fundamento</b>
<b>Agua subterránea</b>	Falta de identificación de las zonas de recarga de los acuíferos.	F, Q, B	5	3	15	Alto	El acueducto no cuenta con un estudio que permita identificar con certeza las zonas de recarga.
	Intrusión salina.	F, Q	1	5	5	Bajo	Existen evidencias de pozos de la zona contaminados por intrusión salina.
	Inadecuada disposición de aguas residuales.	F, Q, B	5	5	5	Bajo	Basado en la encuesta aplicada se realiza una inadecuada disposición de aguas residuales en algunos hogares de la comunidad.
	Contaminación de los acuíferos por presencia de planta de tratamiento de aguas residuales.	F, Q, B	1	3	3	Bajo	Riesgo de contaminación por la presencia de una planta de tratamiento en la parte alta de la cuenca.
<b>Sector Junquillal</b>							

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Evento peligroso, origen o causa de peligro</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Fundamento</b>
<b>Pozo 1 y 4</b>	Cambios en el régimen hidrogeológico: disminución del caudal de las captaciones subterráneas	F	2	1	2	Bajo	Disminución de caudal en época seca.
	Infiltración de contaminantes líquidos derramados por accidentes de tráfico en la carretera.	F, Q	1	3	3	Bajo	Los pozos se encuentran a escasos metros del paso de la carretera.
	Daños en infraestructura producto de accidentes de tránsito.	F	1	2	2	Bajo	A pesar de que el pozo 1 cuenta con infraestructura de protección, existe el riesgo de generar daños en la infraestructura externa e interna por accidentes.
	Interrupciones en el servicio de electricidad.	F	3	4	12	Alto	Falta de reguladores de voltaje lo cual puede provocar daños en los paneles de los pozos.
	Cercanía	F	5	2	10	Alto	Los pozos se encuentran a menos de 5 metros.

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Evento peligroso, origen o causa de peligro</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Fundamento</b>
<b>Pozo 1 y 4</b>	Contaminación por aguas estancadas en zonas aledañas.	F, Q, B	1	3	3	Bajo	En época lluviosa se produce el estancamiento de agua fuera de la infraestructura del pozo 1.
	Acceso sin restricción a personas y animales por falta de infraestructura en concreto.	F, Q, B	1	4	4	Bajo	El pozo 4 no cuenta con infraestructura de protección
	Estancamiento del agua en los alrededores del pozo.	F, Q, B	2	3	6	Bajo	Los pozos se encuentran a una menor altura que la calle principal.
	Corto circuito ante inundaciones.	F	2	2	4	Bajo	Debido al desnivel y la ubicación del pozo, se inunda y se empoza el agua por lo que el sistema eléctrico está en riesgo.
	Inundación por acumulación de escorrentía producto de un desnivel.	F, Q, B	2	1	2	Bajo	Debido al desnivel y la ubicación del pozo, se inunda y se empoza el agua

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Evento peligroso, origen o causa de peligro</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Fundamento</b>
<b>Sistema desinfección-tanques</b>	Avería en el sistema de cloración.	B	2	4	8	Medio	El sistema puede fallar debido a un daño de algún componente del sistema.
	Caída de Árboles.	F	1	1	1	Bajo	Debido a la ubicación de los tanques, hay muchos árboles alrededor de esa zona.
	Deslizamientos	F, Q	1	3	3	Bajo	La ubicación de los tanques es como en una montaña
	Obstrucción de filtros	F, Q	2	3	6	Bajo	Debido a una eliminación insuficiente de las partículas suspendidas.
<b>Red de distribución</b>	Caída de tubería en pasos elevados.	F, Q, B	1	5	5	Bajo	Posibilidad de caída de tubos en pasos elevados ya sea por algún deslizamiento o inundación
	Disminución en la presión debido a la atención de averías.	F	4	1	4	Bajo	Se corta el servicio de abastecimiento debido al arreglo de averías.
	Conexiones no autorizadas	F	2	3	6	Bajo	Presencia de conexiones no autorizadas por la ASADA

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Evento peligroso, origen o causa de peligro</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Fundamento</b>
<b>Red de distribución</b>	Daños en la tubería y válvulas provocados por el tránsito de vehículos.	F	1	3	3	Bajo	Algunas válvulas y tuberías se encuentran mal ubicadas en las rutas de tránsito, algún medio de transporte puede dañarlas.
	Destrucción, arrastre o enterramiento de la tubería por inundaciones.	F, Q, B	2	3	6	Bajo	Hay zonas en las que se encuentra la tubería cerca de la montaña por lo que puede haber algún desprendimiento de tierra y dañar la tubería.
	Exposición de tubería producto de erosión del suelo	F, Q, B	2	3	6	Bajo	Debido a la escorrentía y viento, hay tubería superficial por lo cual queda expuesta debido a las causas mencionadas.
<b>Usuarios</b>	Desinformación sobre la calidad del agua del acueducto.	F, Q, B	2	2	4	Bajo	Poca comunicación de parte de la ASADA con respecto a los temas de interés del abonado, temas como calidad de agua y cortes del servicio.

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Evento peligroso, origen o causa de peligro</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Fundamento</b>
<b>Usuarios</b>	Poca implementación de prácticas para el ahorro del recurso hídrico	F, Q, B	4	1	4	Bajo	La población solo aplica medidas de ahorro básicas como cerrar llaves al lavarse los dientes, entre otros.
	Propagación de enfermedades por inadecuado uso de materiales en llaves de chorro o grifos.	B	2	5	10	Alto	Posible contaminación microbiológica y transmisión de enfermedades de transmisión hídrica.
<b>Sector Paraíso Centro</b>							
<b>Etapa del proceso</b>	<b>Evento peligroso, origen o causa de peligro</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Fundamento</b>
<b>Pozo 2</b>	Cambios en el régimen hidrogeológico: disminución del caudal de las captaciones subterráneas	F	2	1	2	Bajo	Disminución de caudal en época seca.

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Evento peligroso, origen o causa de peligro</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Fundamento</b>
<b>Pozo 2</b>	Daños en infraestructura producto de accidentes de tránsito.	F	1	2	2	Bajo	A pesar de que el pozo 2 cuenta con infraestructura de protección, existe el riesgo de generar daños en la infraestructura externa e interna por accidentes.
	Contaminación por presencia de letrinas o tanques sépticos a 30 m de distancia del pozo.	F, Q, B	5	4	20	Muy alto	Presencia de una casa a menos de 50 metros de distancia.
	Interrupciones en el servicio de electricidad.	F	3	4	12	Alto	Falta de reguladores de voltaje lo cual puede provocar daños en los paneles de los pozos.
	Inundación por acumulación de escorrentía producto de un desnivel.	F, Q, B	2	1	2	Bajo	Debido al desnivel y la ubicación del pozo, se inunda y se empoza el agua
<b>Sistema desinfección-tanques</b>	Caída de Árboles.	F	1	1	1	Bajo	Debido a la ubicación de los tanques, hay muchos árboles alrededor de esa zona.
	Deslizamientos	F, Q	1	3	3	Bajo	La ubicación de los tanques es como en una montaña

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Evento peligroso, origen o causa de peligro</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Fundamento</b>
<b>Sistema desinfección-tanques</b>	Avería en el sistema de cloración.	B	2	4	8	Medio	Interrupción del tratamiento, agua no se trata de forma correcta
	Obstrucción de filtros	F, Q	2	3	6	Bajo	Debido a una eliminación insuficiente de las partículas suspendidas.
<b>Red de Distribución</b>	Agujeros en la red de distribución debido a caducidad de vida útil	F, Q, B	4	5	20	Muy alto	Hay tuberías muy viejas por lo que en algunas zonas se encuentra deteriorada, este sector es el más antiguo de todos.
	Disminución en la presión debido a la atención de averías.	F	4	1	4	Bajo	Se corta el servicio de abastecimiento debido al arreglo de averías.
	Daños en la tubería y válvulas provocados por el tránsito de vehículos.	F	1	3	3	Bajo	Algunas válvulas y tuberías se encuentran mal ubicadas en las rutas de tránsito, algún medio de transporte puede dañarlas.
	Conexiones no autorizadas	F	2	3	6	Bajo	Presencia de conexiones no autorizadas por la ASADA



<b>Etapas del proceso</b>	<b>Evento peligroso, origen o causa de peligro</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Fundamento</b>
<b>Red de Distribución</b>	Exposición de tubería producto de erosión del suelo	F, Q, B	2	3	6	Bajo	Debido a la escorrentía y viento, hay tubería superficial por lo cual queda expuesta debido a las causas mencionadas.
	Pérdidas de recurso hídrico por agua no contabilizada	Q, B F	2	2	4	Bajo	No se cuenta con una metodología para calcular el agua no contabilizada
	Dstrucción, arrastre o enterramiento de la tubería por inundaciones.	F, Q, B	2	3	6	Bajo	Hay zonas en las que se encuentra la tubería cerca de la montaña por lo que puede haber algún desprendimiento de tierra y dañe la tubería.
<b>Usuarios</b>	Desinformación sobre la calidad del agua del acueducto.	F, Q, B	2	2	4	Bajo	Poca comunicación de parte de la ASADA con respecto a los temas de interés del abonado, temas como calidad de agua y cortes del servicio.
	Prácticas inadecuadas para el ahorro del recurso hídrico.	F, Q, B	4	1	4	Bajo	La población solo aplica medidas de ahorro básicas como cerrar llaves al lavarse los dientes, entre otros.

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Evento peligroso, origen o causa de peligro</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Fundamento</b>
<b>Usuarios</b>	Propagación de enfermedades por inadecuado uso de materiales en llaves de chorro o grifos.	B	2	5	10	Alto	Posible contaminación microbiológica y transmisión de enfermedades de transmisión hídrica.
<b>Sector Pargos Lagartillo</b>							
<b>Pozo 3</b>	Cambios en el régimen hidrogeológico: disminución del caudal de las captaciones subterráneas	F	2	1	2	Bajo	Disminución de caudal en época seca.
	Contaminación por presencia de letrinas o tanques sépticos a 30 m de distancia del pozo.	F, Q, B	5	4	20	Muy alto	Posibilidad de contaminación fecal en el agua subterránea

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Evento peligroso, origen o causa de peligro</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Fundamento</b>
<b>Pozo 3</b>	Interrupciones en el servicio de electricidad.	F	3	4	12	Alto	Falta de reguladores de voltaje lo cual puede provocar daños en los paneles de los pozos.
<b>Sistema desinfección-tanques</b>	Avería en el sistema de cloración.	B	2	4	8	Medio	El sistema puede fallar debido a un daño de algún componente del sistema.
	Permeabilidad o fisuras en el tanque	F, Q, B	5	5	25	Muy alto	El tanque de cloración y almacenamiento a pesar de ser una estructura nueva cuenta con fisuras en su exterior.
	Fallas eléctricas en el sistema de cloración	Q, B	1	5	5	Bajo	Interrupción del tratamiento, agua no se trata de forma correcta
	Formación de algas y hongos en paredes	Q, B	5	5	25	Muy alto	El tanque tiene fisuras por lo que alrededor de estas se forma una capa de moho que permite proliferación de bacterias.
	Interrupciones en el servicio de electricidad.	F	3	4	12	Alto	Ausencia de un sistema de energía eléctrica de respaldo
	Obstrucción de filtros	F, Q	2	3	6	Bajo	Debido a una eliminación insuficiente de las partículas suspendidas.

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Evento peligroso, origen o causa de peligro</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Fundamento</b>
<b>Red de Distribución</b>	Disminución en la presión debido a la atención de averías.	F	4	1	4	Bajo	Se corta el servicio de abastecimiento debido al arreglo de averías.
	Daños en la tubería y válvulas provocados por el tránsito de vehículos.	F	1	3	3	Bajo	Algunas válvulas y tuberías se encuentran mal ubicadas en las rutas de tránsito, algún medio de transporte puede dañarlas.
	Conexiones no autorizadas	F	2	3	6	Bajo	Presencia de conexiones no autorizadas por la ASADA
	Rotura y arrastre de tubería en margen de río.	F	1	5	5	Bajo	Hay tuberías que se encuentran al margen del río por lo que en una crecida puede ser dañada.
	Rotura y arrastre de tubería en paso elevado.	F	1	5	5	Bajo	Posibilidad de caída de tubos en pasos elevados ya sea por algún deslizamiento o inundación
<b>Usuarios</b>	Desinformación sobre la calidad del agua del acueducto.	B	2	2	4	Bajo	Poca comunicación de parte de la ASADA con respecto a los temas de interés del abonado, temas como calidad de agua y cortes del servicio.

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Evento peligroso, origen o causa de peligro</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Fundamento</b>
<b>Usuarios</b>	Poca implementación de prácticas para el ahorro del recurso hídrico	F, Q, B	4	1	4	Bajo	La población solo aplica medidas de ahorro básicas como cerrar llaves al lavarse los dientes, entre otros.
	Propagación de enfermedades por inadecuado uso de materiales en llaves de chorro o grifos.	B	2	5	10	Alto	Posible contaminación microbiológica y transmisión de enfermedades de transmisión hídrica.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Los riesgos se establecieron de acuerdo con cada componente del sistema de abastecimiento en pozos, sistema de desinfección- tanque, red de distribución y usuarios. Cada sistema es diferente, por esa razón se realizó la identificación y el cálculo por separado debido a sus características.

El análisis de riesgos se inicia desde la microcuenca del río Nandamojo que es el río que recorre la zona de estudio, se establecieron los riesgos de la microcuenca a nivel superficial y subterráneo ya que la fuente de extracción de agua es a través de pozos. A nivel superficial se identificó un mal manejo de disposición de residuos sólidos, deforestación específicamente de teca y melina y la afectación de la actividad agrícola en la zona. En las aguas subterráneas se identificó que no se conocen las zonas de recarga acuífera, así como el riesgo por intrusión salina, inadecuada disposición de manejo de aguas residuales y la presencia de una planta de aguas residuales que descargan las aguas en el río.

El sector de Junquillal posee el pozo #1 que se utiliza permanentemente y el pozo #4 que se utiliza en caso de que el pozo #1 baje de nivel. Ambos pozos se encuentran en la calle principal que llega a la comunidad de Paraíso y a cierto desnivel, los principales riesgos identificados es que el pozo #4 carece de infraestructura de protección, se encuentran a menos de 5 metros de distancia y no poseen reguladores de voltaje. En la tabla 21 se observa el resumen de los riesgos identificados y calculados para este sector.

En las Tablas 21, 22, 23 se resumen los de riesgos encontrados en cada sistema, la suma correspondiente de los riesgos totales. Esto con el fin de realizar comparaciones entre los resultados obtenido en cada uno de los sistemas.

*Tabla 21 Resumen de riesgos del Sector Junquillal*

<b>Sector Junquillal</b>				
	<b>Pozo 1 y 4</b>	<b>Sistema desinfección- tanques</b>	<b>Red de Distribución</b>	<b>Usuarios</b>
<b>Riesgo Bajo</b>	8	3	6	2
<b>Riesgo Medio</b>	0	1	0	0
<b>Riesgo Alto</b>	2	0	0	1

	Pozo 1 y 4	Sistema desinfección-tanques	Red de Distribución	Usuarios
<b>Riesgo Muy Alto</b>	0	0	1	0
<b>Total</b>	10	4	7	3

Fuente: Elaboración propia, 2022.

El sector de Paraíso centro posee el pozo #2 y sus dos principales riesgos son la contaminación por presencia de letrinas o tanques sépticos a 30 m de distancia del pozo y la falta de reguladores de voltaje. Cabe destacar que este es el sistema más antiguo por lo que las tuberías de la red de distribución no se encuentran en las mejores condiciones. En la Tabla 22 se resumen los riesgos identificados y calculados para este sector.

*Tabla 22 Resumen de riesgos Sector Paraíso Centro*

	Pozo 2	Sistema desinfección-tanques	Red de Distribución	Usuarios
<b>Riesgo Bajo</b>	3	3	6	2
<b>Riesgo Medio</b>	0	1	0	0
<b>Riesgo Alto</b>	1	0	0	1
<b>Riesgo Muy Alto</b>	1	0	1	0
<b>Total</b>	5	4	7	3

Fuente: Elaboración propia, 2022.

El sector de Pargos Lagartillo posee el pozo #3 que se encuentra en una propiedad de la ASADA y el principal riesgo es la posibilidad de contaminación fecal en el agua subterránea debido a que hay presencia de casas a menos de 30 metros de distancia. Este es el sistema más nuevo sin embargo el sistema de desinfección - tanque presenta una fisuras las cuales han estado desde que el sistema se construyó. En la tabla 23 se resumen los riesgos identificados y calculados para este sector.

*Tabla 23 Resumen de riesgos Sector Pargos Lagartillo*

	Pozo 2	Sistema desinfección-tanques	Red de Distribución	Usuarios
<b>Riesgo Bajo</b>	1	2	5	2

	Pozo 2	Sistema desinfección-tanques	Red de Distribución	Usuarios
<b>Riesgo Medio</b>	0	1	0	0
<b>Riesgo Alto</b>	1	1	0	1
<b>Riesgo Muy Alto</b>	1	2	0	0
<b>Total</b>	3	6	5	3

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Los tres sectores tienen en común los riesgos en la unidad de usuarios debido a las preguntas del cuestionario intencionado que se realizó para evaluar la gestión de la ASADA, participación y salud comunitaria. En primera instancia no toda la población tiene conocimiento sobre la situación del acueducto a nivel estructural, administrativo y calidad del agua, así como poca implementación de prácticas para ahorrar agua y la más impactante de todas es que hay abonados que colocan algún tipo de trapo o almohadilla en los grifos lo cual propicia la contaminación microbiológica y transmisión de enfermedades de transmisión hídrica.

#### **6.4 Propuesta Plan de Seguridad del Agua**

En la fase anterior se identificaron y se calcularon los riesgos por cada sistema esto con el fin de identificar los puntos críticos y de control. Los puntos críticos son todos aquellos que son identificados como un peligro muy alto y los puntos de control los bajos y medios. En la *Tabla 24* se hizo un resumen de todos los riesgos y se clasificaron según el tipo de punto, ya sea crítico o de control.



Tabla 24 Resumen de riesgos

Etapa del proceso	Evento peligroso, origen o causa de peligro	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación del riesgo	Clasificación del punto
<b>Pozos</b>	Interrupciones en el servicio de electricidad.	F	3	4	12	Alto	Punto Crítico
	Los pozos se encuentran relativamente cerca	F	5	2	10	Alto	Punto Crítico
	Cambios en el régimen hidrogeológico: disminución del caudal de las captaciones subterráneas	F	2	1	2	Bajo	Punto de Control
	Infiltración de contaminantes líquidos derramados por accidentes de tráfico en la carretera.	F, Q	1	3	3	Bajo	Punto de Control
	Daños en infraestructura producto de accidentes de tránsito.	F	1	2	2	Bajo	Punto de Control
	Contaminación por aguas estancadas en zonas aledañas.	F, Q, B	1	3	3	Bajo	Punto de Control
	Acceso sin restricción a personas y animales por falta de malla de protección.	F, Q, B	1	4	4	Bajo	Punto de Control
	Estancamiento del agua en los alrededores del pozo.	F, Q, B	2	3	6	Bajo	Punto de Control

Etapa del proceso	Evento peligroso, origen o causa de peligro	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación del riesgo	Clasificación del punto
<b>Pozos</b>	Corto circuito ante inundaciones.	F	2	2	4	Bajo	Punto de Control
	Inundación por acumulación de escorrentía producto de un desnivel.	F, Q, B	2	1	2	Bajo	Punto de Control
<b>Sistema desinfección-tanques</b>	Permeabilidad o fisuras en el tanque	F, Q, B	5	5	25	Muy alto	Punto Crítico
	Formación de algas y hongos en paredes	Q, B	5	5	25	Muy alto	Punto Crítico
	Avería en el sistema de cloración.	B	2	4	8	Medio	Punto de Control
	Caída de Árboles.	F	1	1	1	Bajo	Punto de Control
	Deslizamientos	F, Q	1	3	3	Bajo	Punto de Control
	Obstrucción de filtros	F, Q	2	3	6	Bajo	Punto de Control
<b>Red de Distribución</b>	Agujeros en la red de distribución debido a caducidad de vida útil	F, Q, B	4	5	20	Muy alto	Punto Crítico
	Caída de tubería en pasos elevados.	F, Q, B	1	5	5	Bajo	Punto de Control

<b>Etapas del proceso</b>	<b>Evento peligroso, origen o causa de peligro</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Clasificación del punto</b>
<b>Red de Distribución</b>	Disminución en la presión debido a la atención de averías.	F	4	1	4	Bajo	Punto de Control
	Conexiones no autorizadas	F	2	3	6	Bajo	Punto de Control
	Daños en la tubería y válvulas provocados por el tránsito de vehículos.	F	1	3	3	Bajo	Punto de Control
	Destrucción, arrastre o enterramiento de la tubería por inundaciones.	F, Q, B	2	3	6	Bajo	Punto de Control
	Exposición de tubería producto de erosión del suelo	F, Q, B	2	3	6	Bajo	Punto de Control
	Rotura y arrastre de tubería en margen de río.	F	1	5	5	Bajo	Punto de Control
	Rotura y arrastre de tubería en paso elevado.	F	1	5	5	Bajo	Punto de Control
<b>Usuarios</b>	Propagación de enfermedades por inadecuado uso de materiales en llaves de chorro o grifos.	B	2	5	10	Alto	Punto Crítico
	Poca implementación de prácticas para el ahorro del recurso hídrico	F, Q, B	4	1	4	Bajo	Punto de Control

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Evento peligroso, origen o causa de peligro</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Clasificación del punto</b>
	Desinformación sobre la calidad del agua del acueducto.	B	2	2	4	Bajo	Punto de Control

Fuente: Elaboración propia, 2022.

El plan operacional se elaboró basado en cinco ejes de acción que fueron establecidos mediante los riesgos identificados y clasificados, puntos críticos y puntos de control. Para cada eje se establecieron medidas correctivas para la condición actual, a quién le corresponde realizar la medida correctiva, un tiempo estimado de ejecución y un mecanismo de verificación para verificar que la medida correctiva se aplicó.



**Figura 33 Ejes de acción del Plan Operacional**  
**Fuente: Elaboración propia, 2021.**

Una vez establecidos los ejes de acción, a continuación, se plantea el Plan Operacional del proyecto para la ASADA de Paraíso (tabla 25).

Tabla 25 Plan Operacional para la ASADA de Paraíso en Santa Cruz de Guanacaste.

Ejes de acción	Condición Actual	Medidas Correctivas	¿A quién le corresponde realizar la acción?	Tiempo de Ejecución	Mecanismo de Verificación
<b>Infraestructura</b>	El sistema de Paraíso es el más antiguo, por lo que se debe cambiar la tubería más dañada.	Cambiar la red de tuberías por etapas para que sea un proyecto gradual y sea viable económicamente.	Área Administrativa	Dos años	Inspecciones
	El pozo #4 necesita infraestructura de protección	Construir la infraestructura de protección para el pozo #4.	Área Administrativa, Fontaneros	3 Meses	Fotografías e inspecciones
	El tanque de Pargos Lagartillo tiene fisuras en el exterior.	Corregir las fisuras del tanque para eliminar la capa de moho que permite proliferación de bacterias.	Fontaneros	6 meses	Inspección
	Hay válvulas mal ubicadas en los tres sistemas de abastecimiento.	Identificar cada una de las válvulas y analizar la posibilidad de reubicarlas en un lugar dónde no puedan ser dañadas por algún vehículo.	Fontaneros	6 meses	Inspección
	Hay tuberías que se encuentran en el margen del río, pasos elevados y margen de puentes.	Cambio de tubería y reforzamiento de la tubería.	Fontaneros	6 meses	Inspecciones periódicas
	Los sistemas de bombeo no poseen reguladores de voltaje ni generadores eléctricos en caso de alguna interrupción eléctrica a largo plazo.	Colocar reguladores de voltaje para evitar que las bombas se dañen y hacer una cotización de plantas generadoras de electricidad.	Área Administrativa	3 meses	Inspección y control en una bitácora

<b>Ejes de acción</b>	<b>Condición Actual</b>	<b>Medidas Correctivas</b>	<b>¿A quién le corresponde realizar la acción?</b>	<b>Tiempo de Ejecución</b>	<b>Mecanismo de Verificación</b>
<b>Infraestructura</b>	Contaminación por aguas estancadas aledañas en época lluviosa en los pozos #1-2-4	Construir un piso de concreto que rodee el pozo y facilite las labores de mantenimiento de este.	Fontaneros - Área Administrativa	3 meses	Inspecciones
	Los sistemas de desinfección-tanque no han recibido mantenimiento.	Implementar el mantenimiento en los tanques, volver a pintarlos.	Fontaneros - Área Administrativa	1 meses	Inspecciones
<b>Salud Comunitaria</b>	Ciertas personas de la comunidad colocan bolsas, trapos y almohadillas en los grifos para que no salpique agua. Así como el poco conocimiento sobre la gestión de la ASADA.	Agregar boletines informativos en las facturas del pago de agua mensual para asegurar que la información llegue a los abonados.	Área Administrativa	1 mes	Boletín Mensual
<b>Afectación de desastres naturales</b>	Hay partes de los diferentes sistemas que están en riesgo ya sea por árboles caídos, inundaciones, deslizamientos, erosión y crecidas de los ríos.	Las zonas vulnerables ya identificadas, crear un plan de contingencia, para que apenas se presente uno de los desastres ir a inspeccionar las zonas en caso de que haya una afectación y arreglarlo inmediatamente.	Área Administrativa - Fontaneros	1 año	Reporte técnico.
<b>Trabajo Operativo y Administrativo</b>	No hay aplicación de medidas para reducir el agua no contabilizada.	Instruirse y aplicar el plan de acción del AyA (proyecto RANCE-EE). Para disminuir el porcentaje de agua no contabilizada en los sistemas de abastecimiento.	Área Administrativa, Fontaneros, Funcionarios	5 Meses	Mecanismo de acción: reuniones, plan de acción

<b>Ejes de acción</b>	<b>Condición Actual</b>	<b>Medidas Correctivas</b>	<b>¿A quién le corresponde realizar la acción?</b>	<b>Tiempo de Ejecución</b>	<b>Mecanismo de Verificación</b>
<b>Trabajo Operativo y Administrativo</b>	Se desconocen las zonas de recarga acuíferas.	Se recomienda realizar un estudio de recarga acuífera y protección de nacientes.	Contratación externa por parte del Área Administrativa	6 Meses	Informe
	Todos los medidores son manuales por lo que a final de todos los meses los fontaneros deben ir a todos los medidores a llevar el control del consumo del mes.	Implementar el uso de medidores digitales como un proyecto a mediano-largo plazo.	Área Administrativa, Fontaneros	Dos años	Bitácoras
<b>Área Administrativa</b>	Los recibos de cobro por el servicio de agua son en español.	Implementar los recibos de cobro, así como los boletines informativos en inglés y español.	Área Administrativa	Un mes	Recibos y boletines

Fuente: Elaboración propia, 2022.



## **6.5 Discusión de principales hallazgos**

### **Legislación**

La Directriz N° 032-S expone que las ASADAS deben de aplicar los PSA a partir del 1° de enero del 2019 al 1° de enero del 2022 como fecha límite. Sin embargo, existen inconsistencias con respecto a la legislación, cuando se inició a coordinar con un funcionario del AyA para la validación del Plan de Seguridad del Agua este nos informó que no tenía ni idea de esta directriz, por lo que esto nos alerta con respecto a la información que tienen las ASADAS respecto al entregable e implementación del Plan de Seguridad del Agua, es importante destacar que la herramienta Gestión Integrada de Riesgos en ASADAS (GIRA) lo ven como una manera de gestionar riesgos en las ASADAS.

### **Zonas de recarga acuífera**

Se desconocen las zonas de recarga acuífera, es importante identificar esta zona ya que permite tomar medidas para la estimulación de las recargas y conservación de los mantos acuíferos. Teniendo en cuenta que la ASADA extrae el agua mediante pozos, una manera de cuidar el patrimonio y evitar que algún pozo se seque u contamine es reconociendo dicha zona.

### **Plan de Seguridad del Agua y Gestión Integrada de Riesgos en ASADAS (GIRA)**

La herramienta Gestión Integrada de Riesgos en ASADAS es un método de evaluación de riesgos en acueductos, la cual posee una herramienta en Microsoft Excel creada por medio de una colaboración entre el Instituto Costarricense de Agua y Alcantarillado (AyA) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Plan de Seguridad del Agua es una metodología establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Ambas herramientas funcionan para establecer y clasificar los riesgos de las ASADAS, la diferencia radica en que GIRA se establece de acuerdo con lo que menciona la normativa técnica del AyA y considera riesgos con respecto a desastres naturales. En cambio, el Plan de Seguridad tiene más apertura con respecto a la identificación y clasificación de riesgos, considera la experiencia de las personas que participan en el desarrollo del plan por lo que con un equipo de trabajo multidisciplinario permite que sea una metodología más integral.

## **Formato del Plan de Seguridad del Agua**

La metodología que se establece para realizar el Plan de Seguridad del Agua es la de la Organización Mundial de la Salud, sin embargo, no existe un formato establecido a nivel nacional sobre qué es lo que debe comprender el plan. Considerando que existe una normativa para los acueductos a nivel nacional sobre la obligatoriedad de los PSA, es necesario establecer un formato o norma técnica para su creación, en donde se especifique los componentes que debe incluir el entregable final de un acueducto para cumplir con la normativa vigente y tener un análisis integral.

## **Vulnerabilidad ante intrusión salina**

Según la información suministrada por el acueducto, la única fuente de abastecimiento segura que existe en el área proviene de los acuíferos por medio de pozos perforados, por lo tanto, ante algún evento de intrusión salina las comunidades que se abastecen se encuentran en riesgo de acceso al agua potable, en consecuencia, se recomienda buscar fuentes alternas para abastecer a la comunidad.

## **6.6 Discusión de resultados con respecto a los objetivos planteados**

A continuación, se realiza un análisis de los objetivos específicos en relación con los resultados obtenidos y su correspondiente valoración.

El primer objetivo específico planteado era elaborar un análisis del sistema de abastecimiento del acueducto para determinar la condición actual. En la segunda fase del proyecto se realizó el diagnóstico sobre los tres sectores que abastece la ASADA, por lo que este objetivo se cumplió. El diagnóstico se dividió en la descripción de la infraestructura, calidad del agua y servicio, los resultados fueron el reflejo de las inspecciones realizadas (septiembre a octubre) de todo el sistema en absoluto, desde los pozos, sistema de desinfección - tanques, red de distribución y usuarios.

El segundo objetivo específico planteado ha sido la identificación de los peligros en el acueducto por medio de la determinación de riesgos, para establecer los puntos críticos de control y medidas de control. Este objetivo se llevó a cabo mediante las inspecciones, se identificaron y clasificaron los riesgos mediante la matriz de riesgo establecida por la Organización Mundial de la Salud. Se evaluó cada sector por separado debido que cada uno cuenta con características propias de cada sistema.

El tercer objetivo específico planteado consiste en elaborar un plan operacional como recomendación a implementar por la administración de Asociación Administradora del Acueducto y Alcantarillado de Paraíso. En el plan operacional es adyacente a los resultados obtenidos en la segunda y tercera fase de este proyecto. El plan operacional propuesto se realizó mediante ejes de acción que se deben implementar por el área administrativa de la ASADA y funcionarios, por lo que este objetivo específico se efectuó.

Al desarrollarse los tres objetivos específicos de este proyecto, se consigue el objetivo general que es el diagnóstico del acueducto para la Propuesta de Plan de Seguridad del Agua (PSA) de la Asociación Administradora del Acueducto y Alcantarillado (ASADA) de Paraíso, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica.

### **6.7 Discusión de resultados con respecto al diseño metodológico.**

La metodología que se utilizó en el proyecto fue la establecida por la Organización Mundial de la Salud, sin embargo, esta tiene la apertura para adaptarse de acuerdo con las características del sistema en dónde se va a aplicar el PSA.

Es importante destacar que el diseño metodológico podría mejorar si se define por medio de una normativa técnica el formato universal para un PSA, se debe mencionar que existen variaciones en el diseño metodológico en cuanto a propuestas académicas y opciones en el mercado laboral, para fines de este proyecto los resultados obtenidos son los deseados de acuerdo al diseño metodológico aplicado, sin embargo este podría mejorar si se aplica los requerimientos que se han solicitado recientemente algunos oferentes por medio de licitaciones de acueductos municipales.

Entre las principales actividades que se podrían implementar para mejorar el diseño metodológico y adaptarlo a los requerimientos en el mercado son:

- a) Modelación oferta-demanda para el año 2050.
- b) Análisis de la demanda de agua con base en la facturación real del sistema y sus rutas de lectura.
- c) Determinar la capacidad de las fuentes actuales, así como la relación entre la producción y el consumo.

- d) Análisis de zonas de presión de acuerdo con la capacidad de las fuentes y la distribución de la población presente.

## **Capítulo 7. Conclusiones y recomendaciones**

Seguidamente se describen las principales conclusiones y recomendaciones del proyecto.

### **7.1 Conclusiones**

El Plan de Seguridad del agua es una herramienta necesaria para implementar en las ASADAS para identificar riesgos y medidas correctivas en todo el sistema de abastecimiento para garantizar una gestión del recurso hídrico en cuanto a calidad. El equipo PSA es la base del proyecto, establecer un equipo multidisciplinario asegura que todos aporten de acuerdo con su conocimiento y se pueda obtener un PSA completo e integral.

Respecto al diagnóstico de las fuentes de abastecimiento, se logra identificar que todas se encuentran expuestas a la contaminación producto de diferentes factores, entre los que se considera la presencia de letrinas o tanques sépticos a un nivel más alto que el pozo y excretas de animales, viviendas y actividad agrícola, es importante destacar que el pozo 4 no se encuentra inscrito ante Dirección de Aguas. En relación con los tanques de almacenamiento, se define para todas condiciones de paredes agrietadas que carecen de estructura externa de mantenimiento, además el Tanque 1 y 2 carecen de una malla perimetral, y el Tanque 3 posee problemas de filtración. Finalmente, en relación a la red de distribución, se logra identificar en todos los sectores interrupciones constantes en el servicio de distribución de agua producto de la atención de fugas, existe tubería subterránea en el paso del puente en Calle Perro Loco, hay válvulas de aire mal colocadas en las vías de tránsito de autos, las conexiones finales en la Calle Perro Loco se encuentran expuestas y la tubería posee más de 25 años en el sector de Paraíso.

La distribución total de los peligros identificados para cada sector se realizó con base a cada componente del acueducto, en primer lugar los resultados para el sector Junquillal son diez en el Pozo 1 y 4, cuatro en el sistema desinfección-tanques, siete en la red de distribución y tres en los usuarios, en segundo lugar el sector Paraíso posee un total de cinco peligros en el Pozo 2, cuatro en el sistema de desinfección-tanques, siete en la red de distribución y tres en los usuarios, finalmente en el sector Pargos-Lagartillo existen tres peligros asociados al pozo 2, seis al sistema de desinfección-tanques, cinco en la red de distribución y tres en los usuarios.

Respecto a la participación de la ASADA en la elaboración del Plan de Seguridad del Agua, se destaca mayoritariamente en la etapa de diagnóstico durante las visitas de campo, tanto en

acompañamiento como en disposición a reconocer y comunicar las posibles áreas de mejora que ellos identifican como funcionarios.

Se logra identificar que los funcionarios poseen un nivel muy alto de responsabilidad con la comunidad para brindar el abastecimiento de manera continua y de calidad, lo cual fue validado durante las giras de campo en donde sí se presentaba alguna avería siempre era necesario ir a realizar la reparación para seguir con las labores del PSA.

Es evidente que la elaboración del Plan de Seguridad del agua fue posible debido a la disponibilidad de la ASADA de brindar información, acompañamiento y apertura a conocer las labores diarias de lo que conlleva la gestión de un acueducto comunal, por lo tanto sin estos insumos el proyecto se podría concluir.

La principal debilidad identificada en la ASADA es la falta de capacitación técnica en cuanto a sistemas de información geográfica y dibujo asistido por computadora.

## **7.2 Recomendaciones**

1. Luego del diagnóstico del acueducto y propuesta del Plan de Seguridad del Agua, se proponen las siguientes recomendaciones:
2. Seguir las medidas correctivas propuestas en el plan operacional, para mejorar la gestión de la ASADA.
3. Cuidar sus fuentes de abastecimiento, iniciando por encontrar las zonas potenciales de recarga acuífera.
4. Realizar el registro completo de cada una de las acciones implementadas establecidas en el plan operacional, mediante bitácoras.
5. Establecer una estrategia para reducir el porcentaje del agua no contabilizada (ANC) mediante el plan de acción del AyA.
6. Designar a un responsable de crear los boletines y la traducción que se va a implementar en los recibos de cobro.
7. Crear una lista de acuerdo con las zonas reincidentes que son afectadas con desastres naturales en la zona.
8. Someter el plan operacional a revaloración como equipo dentro de 1 año.
9. Sensibilizar con otras ASADAS sobre la importancia y necesidad de implementación de los planes de seguridad del Agua, más allá de la obligatoriedad legal.
10. Garantizar que aunque haya cambio de junta directiva, se mantenga el seguimiento y cumplimiento de dicho plan. Definir una ruta para el que se mantenga el seguimiento.

## Referencias

Organización Mundial de la Salud, 2009. Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua: Metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo, Ginebra: Organización Mundial de la Salud.

Agua para uso y consumo humano y saneamiento en Costa Rica al 2019: Brechas y Desafíos al 2023 Informe cobertura agua potable y saneamiento 2020 [en línea], (2020). San José.

Laboratorio Nacional de Aguas. Disponible en: <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Informe%20cobertura%20agua%20potable%20y%20saneamiento%202020-%20Laboratorio%20Nacional%20de%20Aguas.pdf>

García, R., Blanco, R., Anta, J., Naves, A. y Molinero, J., (2018). Plan de seguridad del agua en los Campos de Refugiados Saharauis en Tindouf (Argelia). Ingeniería del agua [en línea]. 22(1), 37. [Consultado el 30 de mayo de 2021]. Disponible en: doi: 10.4995/ia.2018.7998

Organización Mundial de la Salud, (2011). Guías para la calidad del agua de consumo humano: Cuarta edición que incorpora la primera adenda [en línea]. OMS: Organización Mundial de la Salud. [Consultado el 27 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>

Organización Mundial de la Salud, (2019). Agua [en línea]. OMS: Organización Mundial de la Salud. [Consultado el 30 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/newsroom/fact-sheets/detail/drinking-water>

Organización Panamericana de la Salud, (2012). Planes de seguridad de agua en el sector rural de Caldas [en línea]. Bogotá: Centro de conocimiento OPS/OMS en Colombia. Disponible en: [https://www.paho.org/col/dmdocuments/planes\\_seguridad\\_agua\\_caldas.pdf](https://www.paho.org/col/dmdocuments/planes_seguridad_agua_caldas.pdf)

Poder Ejecutivo, (2018). Implementación de los planes de seguridad del agua y la participación del Ministerio de Salud Directriz n.º 032 [en línea], 18 de diciembre de 2018. La Gaceta. Disponible en: [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=87850&nValor3=114555&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=87850&nValor3=114555&strTipM=TC)

Seghezzo, L., Gatto D'Andrea, M. L., Iribarnegaray, M. A., Liberal, V. I., Fleitas, A. y Bonifacio, J. L., (2013). Improved risk assessment and risk reduction strategies in the Water Safety Plan (WSP) of Salta, Argentina. Water Supply [en línea]. 13(4), 1080–1089. [Consultado el 30 de mayo de 2021]. Disponible en: doi: 10.2166/ws.2013.087

Organización Mundial de la Salud (2020). OMS: Organización Mundial de la Salud [en línea] disponible en <https://www.un.org/youthenvoy/es/2013/09/oms-organizacion-mundial-de-lasalud/#:~:text=Es%20la%20organizaci%C3%B3n%20responsable%20de,vigilar%20las%20tendencias%20sanitarias%20mundiales.>



Instituto Meteorológico Nacional Comité Regional de Recursos Hidráulicos., (2008). Clima, variabilidad y cambio climático en Costa Rica [en línea]. IMN Programa de Cambio Climático. [Consultado el 30 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/publicaciones/CambioClimatico/climaVariabilidadCambioClimaticoCR.pdf>

Ortiz-Malavasi, E., (2015). Atlas Digital de Costa Rica está a disposición del público [en línea]. Portal de Revistas Académicas del TEC. [Consultado el 30 de mayo de 2021]. Disponible en: [https://revistas.tec.ac.cr/index.php/investiga\\_tec/article/view/2330](https://revistas.tec.ac.cr/index.php/investiga_tec/article/view/2330)

González Villareal, C. y Vilaboa, R., (2010). Tendencias del desarrollo en el cantón de Santa Cruz Guanacaste. Periodo 1979-2009 [en línea]. Universidad Estatal a Distancia. Disponible en: <https://www.uned.ac.cr/extension/images/ifcmdl/213/CONTENIDO.pdf>

Villalobos, R., (2000). REGIONES Y SUBREGIONES CLIMATICAS DE COSTA RICA [en línea]. studylib.es. [Consultado el 30 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://studylib.es/doc/4852219/regiones-y-subregiones-climaticas-de-costa-rica>

OMS-OPS, Octubre, 2012. Manual Simplificado para el Desarrollo de Planes de Seguridad del Agua: Versión para el prestador de servicio de agua potable y saneamiento., Tegucigalpa, Honduras: s.n.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptiste Lucio, M. d. P., (2014). Metodología de la investigación [en línea]. 6a ed. Ciudad de México: McGraw Hill Education. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wpcontent/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Poder Ejecutivo, (2015). Reglamento para la calidad del Agua Potable Decreto ejecutivo n.º 38924 [en línea], 1 de septiembre de 2015. Disponible en: [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=80047](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=80047)

Bartram, J. y otros, 2009. Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua: Metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo, Ginebra: Organización Mundial de la Salud.

Cruz, H. y otros, 2018. ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL EN PLANTAS CONVENCIONALES DE TRATAMIENTO DE AGUA, Colombia: Interciencia.

Rojas, A., 2020. Mejora de sistema de abastecimiento de la comunidad rural de Sierpe en el marco de los Planes de Seguridad del Agua (OMS), Costa Rica : Universidad Politécnica de Madrid .

AyA, 2014. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. [En línea] Available at: <https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Listado%20de%20ASADAS.pdf> [Último acceso: 10 Junio 2021].

SCIJ , 2018. Sistema de Información Jurídica. [En línea] Available at: [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=87850&nValor3=114555&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=87850&nValor3=114555&strTipM=TC) [Último acceso: 5 Junio 2021].

## Anexos

### Anexo 1 Guía de inspección SERSA.

GUÍA DE INSPECCION PARA CALIDAD DEL AGUA POTABLE-SERSA (Fundamento Legal: Anexo 5 Reglamento para la calidad del Agua Potable, Decreto N 38924-S)

Número de expediente: \_\_\_\_\_ Consecutivo de Inspección: \_\_\_\_\_

N°	Ítem
1	Fecha de inspección: _____ Hora : _____
2	Motivo de inspección: Vigilancia ( ) Seguimiento ( ) Denuncia ( ) Brote epidémico ( ) Otro ( ):
3	Verificación del número de registro:
4	Fecha de registro en Dirección de Área Rectora de Salud
5	Nombre del sistema de abastecimiento
6	Funcionario del ente operador de acueducto: _____ Cédula de identidad: _____ Teléfono: _____
7	Responsable legal del acueducto: _____ Cédula jurídica: _____ Teléfono de contacto: _____
8	Región: _____ Dirección de Área Rectora de Salud: _____ Provincia: _____ Cantón: _____ Distrito: _____ Localidad: _____ Coordenadas geográficas: Longitud: _____ Latitud: _____
9	Ente administrador: A y A ( ) Municipal ( ) ASADA ( ) Privado ( ) Otros:
10	Programa de Control de Calidad del Agua es conforme al Reglamento Calidad del Agua Potable: Sí ( ) No ( )
11	Número de abonados:
12	Población total abastecida por el sistema: _____ habitantes.
13	Nombre de comunidades abastecidas por el sistema:
14	Número de fuentes de abastecimiento:
15	N° nacientes: _____ 1.- Nombre: _____ Longitud: _____ Latitud: _____
16	N° captaciones superficiales: 1.- Nombre _____ Longitud: _____ Latitud: _____ _____

17	N° pozos _____ 1.- Nombre: _____ Longitud: _____ Latitud: _____
18	N° Tanques de almacenamiento y distribución: _____ 1.- Nombre _____ Longitud: _____ Latitud: _____
19	Mecanismo de abastecimiento: Gravedad ( ) Bombeo ( ) Otro: _____
20	Sistema de desinfección: Describa (cloro-gas, pastillas u otro): _____ Sin desinfección ( )
21	Elementos de tratamiento: ( ) No Sí ( ) Marque los existentes: a) Desarenador ( ) b) Floculación ( ) c) Sedimentación ( ) d) Filtración ( ) e) Desinfección ( )
22	Fecha de construcción del acueducto: _____
23	Tipo de captación (según el tipo de captación debe aplicar la ficha correspondiente y una ficha por cada captación): ( ) Captación de agua superficial mediante represas o diques (Aplicar ficha 1) ( ) Captación de manantiales o nacientes (Aplicar ficha 2) ( ) Captación de aguas subterráneas mediante pozos (Aplicar ficha 3)
24	Naciente o captación de agua registrada en MINAE: Sí ( ) No ( )
25	¿Programa de control de calidad del agua vigente? Sí ( ) No ( )
26	¿Permiso Sanitario de Funcionamiento vigente? Sí ( ) Fecha de vencimiento: _____ No ( ) Proceder a emitir orden sanitaria para el otorgamiento o renovación del permiso de funcionamiento.
27	¿Se lleva registro de resultados de análisis de calidad del agua? Sí ( ) (revisar evidencia del cumplimiento), No ( )
NOTAS:  Luego de revisar el cumplimiento de requisitos, se procede a llenar la ficha de campo que corresponda según la fuente para detectar los factores de riesgo (Reglamento para la calidad del Agua Potable, Decreto N 38924-S).	
OBSERVACIONES:	
<p><b>ACCION A SEGUIR:</b></p> <p>Cierre de Caso <input type="checkbox"/> Reprogramación <input type="checkbox"/> Orden Sanitaria <input type="checkbox"/> Clausura <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> Otros: _____</p>	

Ficha de campo 3: Pozo

I-) INFORMACION GENERAL

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_ Nombre acueducto: \_\_\_\_\_

Nombre del Pozo: \_\_\_\_\_ Número de registro en MINAE: \_\_\_\_\_

Funcionario del acueducto: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

Nombre del funcionario del Ministerio de Salud.: \_\_\_\_\_

Tipo Pozo: Excavado ( ) Perforado ( ) Profundidad: \_\_\_\_\_mts.

Tipo de Extracción: Manual ( ) Bomba Manual ( ) Bomba Eléctrica ( )

## II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGO DEL POZO	SÍ	NO
1. ¿Carece el pozo de un canal de desagüe?		
2. ¿Carece el pozo de una malla de protección?		
3. ¿Carece el pozo de un piso de concreto que lo rodee?		
4. ¿Existen letrinas o tanque séptico a menos de 30 m. de distancia del pozo?		
5. ¿Está la letrina o tanque séptico más cercanos en un nivel más alto que el pozo?		
6. ¿Existen otras fuentes de contaminación alrededor o arriba del pozo (excretas de animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)?		
7. ¿Hay estancamientos de aguas sobre la losa o en los alrededores del pozo?		
8. ¿Está el pozo excavado expuesto a la contaminación ambiental?		
9. ¿Están los alrededores del pozo enmontados?		
10. Si existe bomba, ¿está floja en la unión a su base?		
TOTAL, DE FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (Total de "Sí")		

### CLASIFICACIÓN DEL RIESGO DE LA FUENTE (POZO).

Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso de las fuentes de abastecimiento las acciones deben coordinarse con el Nivel Regional y Nivel Central además del AyA, en caso necesario.

Por cada respuesta "SI" en cualquiera de las fichas, determine la clasificación del riesgo y proceda con las acciones según se indique. Número de respuestas "Sí"	Clasificación de riesgo	Código de colores	Acciones para disminuir los factores de riesgo
0	Nulo	AZUL	---

1-2	Bajo	CELESTE	Solicitar plan de acción correctiva por medio de orden sanitaria al operador para corregir situación en un plazo de 1 mes.
3-4	Intermedio	VERDE	Solicitar plan de acción correctiva por medio de orden sanitaria al operador para corregir situación en un plazo de 1 mes.
5-7	Alto	AMARILLO	Elaborar plan de emergencia y sensibilizar a la comunidad sobre los riesgos. Girar orden sanitaria con un Plazo de 1 mes para obtener evidencia de mejoras.
8-10	Muy alto	ROJO	Girar orden sanitaria y convocatoria urgente a los actores sociales claves para ejecutar en el menor plazo, las acciones correctivas necesarias. Plazo de 1 mes para verificar cumplimiento de la orden sanitaria.

#### Ficha de campo 4: tanques de almacenamiento

##### I-) INFORMACION GENERAL

Dirección Regional de Rectoría de la Salud:

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_ Nombre acueducto: \_\_\_\_\_

Nombre del Tanque: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Funcionario del acueducto: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

Nombre del funcionario del Ministerio de Salud.: \_\_\_\_\_

Tipo Tanques: Elevado ( ) A nivel ( ) Enterrado ( ) Semienterrado ( )

Material del Tanque: Concreto ( ) Plástico ( ) Metálico ( )

Frecuencia de Limpieza: Anual ( ) Semestral ( ) Trimestral ( ) Mensual ( ) No se sabe ( )

Nunca ( ) Otra ( ) \_\_\_\_\_

## II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO	SÍ	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)?		
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias?		
3. ¿Carece la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)		
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración?		
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?		
8. ¿Carece la tapa de un sistema de cierre seguro (candado, cadena, tornillo)?		
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)		
<b>TOTAL, DE FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (Total de "Sí")</b>		

### CLASIFICACIÓN DEL RIESGO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Regional y Nivel Central además del AyA, en caso necesario.

Los SI son factores de riesgo. Número de respuestas "Sí"	Clasificación de riesgo	Código de colores	Acciones para disminuir los factores de riesgo
0	Nulo	AZUL	---
1-2	Bajo	CELESTE	Notificar al representante legal del ente operador del acueducto, para que realice las mejoras correspondientes, en un plazo de 1 mes.
3-4	Intermedio	VERDE	Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA, en caso necesario.

5-7	Alto	AMARILLO	Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso del tanque de almacenamiento, las acciones deben coordinarse con el Nivel Central y Regional, además del AyA, en caso necesario.
8-10	Muy alto	ROJO	Girar orden sanitaria y convocatoria urgente a los actores sociales claves para ejecutar en el menor plazo, las acciones correctivas necesarias. Plazo de 1 mes para verificar cumplimiento de la orden.

**Ficha de campo 5: línea de conducción y sistema de distribución**

**I-) INFORMACIÓN GENERAL**

Dirección Área Rectora de Salud: \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_ Nombre acueducto: \_\_\_\_\_  
 Funcionario del acueducto: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_  
 Número de reparaciones por fugas durante cada mes: \_\_\_\_\_  
 Nombre del funcionario del Ministerio de Salud.: \_\_\_\_\_  
 Material de líneas de conducción: PVC ( ) Hierro galvanizado( ) Otros: \_\_\_\_\_  
 Material de la tubería de distribución: PVC ( ) Hierro Galvanizado( ) Mixto( ) Otro( ) \_\_\_\_\_

**II-) DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA**

<b>IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
1. ¿Existe alguna fuga en la línea de conducción?		
2. ¿Carecen los tanques quiebra gradientes de tapas sanitarias?		
3. En los tanques quiebra gradientes ¿se observan rajaduras, grietas, fugas o raíces?		
4. ¿Se observan fugas visibles en alguna parte de la red de distribución?		
5. ¿Existen variaciones significativas de presión en la red de distribución?		
6. ¿Carece de cloro residual alguna zona en la red principal de distribución?		
7. Existen interrupciones constantes en el servicio de distribución de agua?		
8. ¿Carecen de sistema para purgar la tubería de distribución?		
9. ¿Carecen de un fontanero o encargado del mantenimiento de la red?		
10. ¿Carecen de un esquema del sistema de distribución (planos o croquis)?		
<b>TOTAL, DE FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (Total de "Sí")</b>		



## CLASIFICACIÓN DEL RIESGO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

Cada factor de riesgo implica acciones que deben tomarse para eliminar cada uno de los que se presente. En el caso de la línea de conducción y red de distribución, las acciones deben coordinarse con el Nivel Regional y Nivel Central además del AyA, en caso necesario.

Los SI son factores de riesgo. Número de respuestas "SI"	Clasificación de riesgo	Código de colores	Acciones para disminuir los factores de riesgo
0	Nulo	AZUL	---
1-2	Bajo	CELESTE	Solicitar plan de acción al operador para corregir situación con urgencia. Plazo 5 días hábiles.
3-4	Intermedio	VERDE	Emitir orden sanitaria al operador para corregir los factores de riesgo detectados en un plazo de 5 días hábiles.
5-7	Alto	AMARILLO	Elaborar plan de emergencia y sensibilizar a la comunidad sobre los riesgos. Girar orden sanitaria con un Plazo de 5 días hábiles para obtener evidencia de mejoras.
8-10	Muy alto	ROJO	Girar orden sanitaria y convocatoria urgente a los actores sociales claves para ejecutar en el menor plazo, las acciones correctivas necesarias. Plazo de 1 mes para verificar cumplimiento de la orden sanitaria.

*Anexo 2 Parámetros de calidad de agua Control Operativo (CO).*

<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor de Alerta (VA)</b>	<b>Valor Permisible (VMA)</b>	<b>Máximo</b>
Turbiedad	UNT	1,0	5,0	
Olor	-	Aceptable	Aceptable	
Cloro residual libre (a)	mg/L	0,3	0,6 (b)(c)	

*Nota:* (a) Para el parámetro cloro residual libre, se establece rangos permisibles y no VA ni VMA. (b) Se permitirá valor máximo de cloro residual libre de 0,8 mg / L en no más del 20 % de las muestras medidas. (c) En situaciones de emergencia calificadas como tal por el Ministerio de Salud se permitirá una concentración de cloro residual libre de 0,8 mg/L en los puntos de muestreo medidos en la red de distribución. Fuente: DECRETO N° 41499-S, 2018.

Anexo 3 Parámetros de calidad de agua tipo Nivel Primero (NI).

Parámetro	Unidades	Valor de alerta (VA)	Valor máximo permisible (VMA)
Color aparente	U-Pt-Co	<5	15.0
Conductividad	μS/cm	400	-
Coliformes fecales	NMP/100 ml o UFC/100 ml	No detectable (c)	No detectable (c)
<i>Escherichia Coli</i>	NMP/100 ml o UFC/100 ml	No detectable (c)	No detectable (c)
Cloro residual libre (a)	mg/l	0,3	0,6 (d, e)
Cloro residual combinado (a) (b)	mg/l	1	1,8
Turbiedad	UNT	1	5
Olor	-	Aceptable	Aceptable
Temperatura (a)	°C	18	30
pH (a)	Valor pH	6,0	8,0

*Nota:* (a) Para los parámetros de pH, temperatura, cloro residual libre y cloro residual combinado, se establece rangos permisibles y no VA ni VMA. (b) Sólo en el caso que el residual del cloro se encuentre en forma combinada o se esté dosificando cloro en la forma de cloramina (cloro-amoniaco). (c) No detectable (N.D.): de acuerdo con el límite de detección del Método. (d) Se permitirá valor máximo de cloro residual libre de 0,8 mg / L en no más del 20 % de las muestras medidas. (e) En situaciones de emergencia calificadas como tal por el Ministerio de Salud se permitirá una concentración de cloro residual libre de 0,8 mg/L en los puntos de muestreo medidos en la red de distribución”. Fuente: DECRETO N° 41499-S, 2018.

*Anexo 4 Parámetros de calidad de agua tipo Nivel Segundo (N2).*

<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor de alerta (VA)</b>	<b>Valor Máximo Permisible (VMA)</b>
Aluminio	mg/L	-	0.2
Calcio	mg/L	-	100
Cloruro	mg/L	25	250
Cobre	mg/L	1	2
Dureza total	mg/L	300	400
Fluoruro	mg/L	-	0.7-0.15
Hierro	mg/L	-	0.3
Magnesio	mg/L	30	50
Manganeso	mg/L	0.1	0.5
Potasio	mg/L	-	10
Sodio	mg/L	25	200
Sulfatos	mg/L	25	250
Zinc	mg/L	-	3

Fuente: DECRETO N° 41499-S, 2018.

*Anexo 5 Parámetros de calidad de agua tipo Nivel Tercero (N3).*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor de alerta (VA) mg/l</b>	<b>Valor Máximo permisible (VMA) mg/l</b>
Amonio	0,05	0,5
Antimonio	-	0,005
Arsénico	-	0,01
Cadmio	-	0,003
Cromo	-	0,05
Mercurio	-	0,001
Níquel	-	0,02
Nitrato	25	50
Nitrito	-	0,1
Plomo	-	0,01
Selenio	-	0,01

Fuente: Decreto No 41499-S, 2018.

*Anexo 6 Frecuencia mínima de muestreos y número de muestras a recolectar en las fuentes de abastecimiento y red de distribución para el Control Operativo (CO).*

<b>Población abastecida (habitantes)</b>	<b>Fuente de abastecimiento</b>		<b>Red de distribución</b>	
	<b>Frecuencia</b>	<b>N° muestras</b>	<b>Frecuencias</b>	<b>N° muestras</b>
<2.000	Mensual	1(*)	Mensual	1
2001 a 20.000	Quincenal	1(*)	Quincenal	1
20.001 a 200.000	Semanal	1(*)	Semanal	1
>200.000	Diario	1(*)	Diario	1

*Notas: (\*)*: en cada fuente o en la mezcla de todas las fuentes que ingresan a la red de distribución. Fuente: Decreto No 38924-S, 2015.

*Anexo 7 Frecuencia mínima de muestreos y número de muestras a recolectar en las fuentes de abastecimiento, tanque de almacenamiento y red de distribución para el Nivel Primero (N1).*

Población abastecida (habitantes)	Fuente de Abastecimiento (a)(b)		Tanque de Almacenamiento (a)		Red de distribución		Total, de muestras mínimas por año
	Frecuencia	Nº	Frecuencia	Nº	Frecuencias	Nº	
<5.000	Semestral	1(*)	Semestral	1 (#)	Semestral	3	10
5000 a 100.000	Semestral	1(*)	Semestral	1 (#)	Trimestral	3	18
100.001 a 500.000	Mensual	1(*)	Mensual	1 (#)	Mensual	5	120 más 12 por cada 100.000 habitantes (d)
>500.000	Mensual	1(*)	Mensual	1 (#)	Diaria	5	180 más 12 por cada 100.000 habitantes

*Notas:* (\*): una en cada fuente. (#): una en cada tanque. (a). Aplica para los parámetros microbiológicos del N1. (b). Aplica para los parámetros físicoquímicos del N1. En el caso de la red de distribución se realiza una (1) única muestra. (c) En los acueductos que abastecen poblaciones superiores a 100.000 personas, con historial de calidad, por al menos 2 años, y resultados de: i. Coliformes fecales y E. Coli negativos en más del 95% de las muestras anuales. ii. Cloro residual entre 0,3 mg/L a 0,6 mg/L (en el 90% de las muestras anuales). iii. Turbiedad menor o igual a 1 U.N.T. (en el 90% de las muestras anuales). Los entes operadores pueden reducir hasta en un 50% el número de muestras y readecuar la frecuencia de muestreo en concordancia con la mencionada reducción. Para optar por esta reducción, en un acueducto, el ente operador debe probar con datos estadísticos el historial de resultados de la calidad del agua (previa autorización del M.S.). Fuente: Decreto No 38924-S, 2015.

*Anexo 8 Frecuencia mínima de muestreos y número de muestras a recolectar para análisis fisicoquímicos en las fuentes de abastecimiento y red de distribución para los Niveles Segundo (N2) y Tercero (N3).*

<b>Población abastecida (habitantes)</b>	<b>Fuente de abastecimiento</b>		<b>Red de distribución</b>	
	<b>Frecuencia</b>	<b>N° muestras</b>	<b>Frecuencias</b>	<b>N° muestras</b>
<5.000	Cada 3 años	1(*)	Cada 3 años	1
5000 a 100.000	Cada 2 años	1(*)	Cada 2 años	1
100.001 a 500.000	Anual	1(*)	Anual	1
>500.001	Trimestral	1(*)	Trimestral	6

Fuente: Decreto No 38924-S, 2015.



### Plan de seguridad del agua

La información brindada es confidencial se encuentra respaldada bajo el Artículo 4 de la Ley N° 7839 de 1998 del Sistema de Estadística Nacional. Requerimos su colaboración con el objetivo de poder conocer su opinión sobre la administración de la Asada, de antemano se agradece su colaboración. Se pone a disposición los siguientes números telefónicos para atender consultas vía WhatsApp sobre este formulario: 87262202 y 84308922.

- Indique el nombre, apellido, número de teléfono y correo electrónico al que pueda ser contactado.
- Indique el barrio y sector al que pertenece.
- Indique el nombre del abonado o NIS

<p>1. ¿Cuántas personas viven en su hogar?</p>	<p>2. El agua que recibe esta entubada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí</li> <li>• No</li> </ul>	<p>3. El agua de consumo proviene de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pozo propio</li> <li>• Asada (acueducto comunal)</li> <li>• Otro</li> </ul>
<p>4. Conoce el consumo de agua de su hogar (Cuánto gastan)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí, ¿Cuánto?</li> <li>• No</li> </ul>	<p>5. ¿Cuántos pilas, lavamanos, servicios sanitarios, duchas hay en su casa?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pilas</li> <li>• Lavamanos</li> <li>• Duchas</li> <li>• Servicios sanitarios</li> <li>• otros (tubos en jardín o cocheras)</li> </ul>	<p>6. Tienen agua las 24 horas del día</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí</li> <li>• No, ¿Cuántas horas?</li> </ul>

<p>7. El agua que recibe del acueducto se utiliza para (puede marcar varios)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo humano</li> <li>• Cocinar</li> <li>• Lavar ropa</li> <li>• Servicios sanitarios</li> <li>• Duchas</li> <li>• Limpiar</li> <li>• Riego</li> <li>• Lavar carros</li> <li>• Limpiar establos u otros</li> <li>• Consumo animales</li> <li>• Otro (Especifique)</li> </ul>	<p>8. La cantidad de agua que recibe su hogar es:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mucha</li> <li>• Adecuada</li> <li>• Poca</li> </ul>	<p>9. Ha sufrido cortes o interrupciones en el servicio de agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1-2 veces por año</li> <li>• 3-4 veces por año</li> <li>• 5-6 veces por año</li> <li>• 6-7 veces por año</li> <li>• (más de 8 veces al año)</li> </ul>
<p>11. La calidad del agua que usted recibe es:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Excelente</li> <li>• Muy Buena</li> <li>• Buena</li> <li>• Regular</li> <li>• Mala</li> <li>• Muy Mala</li> </ul>	<p>12. Alguna vez ha recibido agua con alguna de las siguientes características (especifique, puede marcar varios):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• color</li> <li>• olor</li> <li>• sabor</li> <li>• turbidez</li> <li>• otro</li> </ul>	<p>13. Si ha recibido agua con alguna de las características anteriores que tan frecuente es:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nunca</li> <li>• 1-2 veces por año</li> <li>• 3-4 veces por año</li> <li>• 5-6 veces por año</li> <li>• 6-7 veces por año</li> <li>• más de 8 veces al año</li> </ul>
<p>14. ¿Utilizan algún sistema independiente al del acueducto para tratar el agua? (filtros, mallas, auto depuradores, clorador, entre otros.)</p>	<p>15. Poseen algún sistema de almacenamiento de agua (tanque, estañones, botellas, entre otros.)</p>	<p>16. Si hay un sistema de almacenamiento de agua le dan algún tipo de mantenimiento de limpieza cada cuánto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí, ¿Cada cuánto?</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí, ¿Cuál?</li> <li>• NO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Sí, Capacidad?</li> <li>• NO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NO</li> </ul>
<p>17. Si hay tanque está en circulación el agua.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí</li> <li>• No</li> </ul>	<p>18. En su hogar utilizan algún material en los tubos para que no pringue el agua (bolsas, trapos, entre otros.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí, ¿Cuál?</li> <li>• No</li> </ul>	<p>19. Realizan mantenimiento en las tuberías de su hogar, reparación de fugas, cambio de tuberías, entre otros.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí, ¿Cada cuánto?</li> <li>• No</li> </ul>
<p>20. De que material es la tubería de su hogar (puede marcar varios):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PVC</li> <li>• hierro</li> <li>• otro</li> <li>• No se</li> </ul>	<p>21. Utilizan algún recurso alternativo al suministro de agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí</li> </ul> <p>Pozo</p> <p>Agua de lluvia</p> <p>Rio o quebrada</p> <p>Otro</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No</li> </ul>	<p>22. Respecto al agua de lluvia tiene su hogar canoas y bajantes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí</li> <li>• No</li> </ul>
<p>23. El agua de lluvia se dirige a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Patio</li> <li>• Jardín</li> <li>• Caño</li> <li>• Se recolecta</li> <li>• Aguas residuales</li> <li>• Otro</li> </ul>	<p>24. Si recolecta el agua de lluvia, en qué la utiliza:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No se recolecta</li> <li>• Riego</li> <li>• Lavar carros</li> <li>• Lavar ropa</li> <li>• Servicios</li> <li>• Otro</li> </ul>	

<p>25. En su hogar realizan alguna medida para ahorrar agua</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí ¿Cuál? <span style="float: right;">NO</span></li> </ul> <p>Cerrar tubo mientras lava dientes</p> <p>Cerrar tubo mientras se enjabona</p> <p>Cerrar tubos mientras enjabona trastos</p> <p>Algún dispositivo que reduzca la presión</p> <p>Lavar carro con balde</p> <p>Riego en verano en la noche</p> <p>Inodoros de tanque pequeño</p> <p>Reparación de fugas con prontitud.</p> <p>Lavar ropa en tandas grandes</p> <p>Otros</p>		
<p>26. Conoce hacia donde se dirigen las aguas residuales de su hogar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí</li> <li>• No</li> </ul> <p>Alcantarillado sanitario</p> <p>Tanque séptico con drenaje</p> <p>Rio o quebrada</p> <p>Zanja o canal</p> <p>Otro</p>	<p>27. Si hay tanque séptico se le da mantenimiento. ¿Cada cuánto?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí, Cada cuánto</li> <li>• No</li> </ul>	<p>28. Recolectan los residuos sólidos antes de lavar los trastos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí</li> <li>• No</li> </ul>
<p>29. Tienen trampas de grasa (ceniceros) en algún tubo de la casa.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí ¿Se da mantenimiento?</li> <li>• No</li> </ul>	<p>30. En algún tubo de la casa se presenta problemas de malos olores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí Cuál</li> <li>• No</li> </ul>	<p>31. Utilizan basureros en los servicios sanitarios</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí ¿Tienen tapa?</li> <li>• No</li> </ul>

<p>32. Aplican en su hogar medidas de higiene básicas (todas las personas del hogar): (Puede marcar varias y especifique)</p> <p>Lavarse las manos después de ir al servicio sanitario      <input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Mayoría <input type="checkbox"/> Poco <input type="checkbox"/> Nunca</p> <p>Se lava las manos antes de ingerir alimentos      <input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Mayoría <input type="checkbox"/> Poco <input type="checkbox"/> Nunca</p> <p>Lavarse las manos para preparar alimentos      <input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Mayoría <input type="checkbox"/> Poco <input type="checkbox"/> Nunca</p> <p>Lavarse las manos después de tocar mascotas o animales <input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Mayoría <input type="checkbox"/> Poco <input type="checkbox"/> Nunca</p> <p>Recolectar los desechos y mantenerlos tapados      <input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Mayoría <input type="checkbox"/> Poco <input type="checkbox"/> Nunca</p> <p>Mantener alimentos siempre cubiertos      <input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Mayoría <input type="checkbox"/> Poco <input type="checkbox"/> Nunca</p> <p>Hay presencia de vectores transmisores de enfermedades      <input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Mayoría <input type="checkbox"/> Poco (roedores, moscas, cucarachas, entre otros.) <input type="checkbox"/> Nunca</p>		
<p>33. Alguna persona de su hogar se ha enfermado en el último año por alguna de las siguientes enfermedades: (Respuesta Sí o No)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dengue</li> <li>• Dengue hemorrágico</li> <li>• Diarrea</li> <li>• Rotavirus</li> <li>• Enterovirus</li> <li>• Hepatitis A</li> <li>• Malaria</li> <li>• Meningitis</li> <li>• Leptospirosis</li> <li>• Leishmaniasis</li> <li>• Amebiasis</li> </ul>	<p>34. Qué hacen con los residuos sólidos de su casa : (Puede marcar varios)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los separa (Recicla)</li> <li>• Coloca para recolección de basura</li> <li>• Realiza compostaje</li> <li>• Los quema</li> <li>• Los tira a quebrada o río</li> <li>• Los tira a un lote</li> <li>• Los entierra</li> <li>• Otro</li> </ul>	<p>35. Sabía que la municipalidad recibe los residuos separados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí</li> <li>• No</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fiebre tifoidea</li> </ul>		
<p>36. En la comunidad ha ocurrido en el último año alguna actividad que pueda afectar la calidad del agua, por ejemplo (puede marcar varios):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ninguna</li> <li>• Contaminación</li> <li>• Tala de árboles</li> <li>• Actividad industrial</li> <li>• Actividad agrícola</li> <li>• Actividad ganadera</li> <li>• Vertederos</li> <li>• Vandalismo</li> <li>• Otros</li> </ul>	<p>37. Ha ocurrido en el último año algún fenómeno natural que pueda afectar la calidad o disponibilidad del agua, por ejemplo (puede marcar varios):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sismo o terremoto</li> <li>• Deslizamientos</li> <li>• Inundaciones</li> <li>• Crecida de ríos</li> <li>• Otros</li> </ul>	<p>38. Conoce de alguna acción o campaña de instituciones públicas o privadas en relación con la protección del agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí, ¿Cuál?</li> <li>• No</li> </ul>
<p>39. En la comunidad que organizaciones cree usted que deben comprometerse en la protección del agua (puede marcar varios):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acueducto comunal</li> <li>• Municipalidad</li> <li>• AyA</li> <li>• Asociaciones de desarrollo</li> <li>• Escuelas y colegios</li> <li>• Sector privado</li> <li>• Usuarios</li> </ul>	<p>40. Participaría en alguna actividad que se organice en la comunidad sobre protección del agua, salud y ambiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí</li> <li>• No</li> </ul>	<p>41. ¿Cómo calificaría la gestión del acueducto?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Excelente</li> <li>• Muy Buena</li> <li>• Buena</li> <li>• Regular</li> <li>• Mala</li> <li>• Muy Mala</li> </ul>

• Otros		
36. Comentarios, observaciones o recomendaciones que desea brindar a la ASADA  Libre		

*Anexo 10 Evidencias de las giras de campo 1.*



*Anexo 11 Evidencias de las giras de campo 2.*





## Anexo 11. Evidencias de Análisis de calidad de agua



**Reporte de Resultados**



Laboratorio de Ensayo  
Alcance de Acreditación N.º LE-150  
Autorizado según el 2011-01-25  
Alcance disponible en [www.eca.cr](http://www.eca.cr)

Bioanalítica Pacífico SRL  
Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica  
Tel. (506) 8492-3432  
[www.labcostarica.com](http://www.labcostarica.com)  
[info@bioanalitica.net](mailto:info@bioanalitica.net)

Cliente:	Asada Paraiso y Junquillal	Código de muestra:	1976-2021
Contacto:	Arcadio Carrera	Método de Muestreo:	'PA-01'
Dirección:	Provincia: Guanacaste Cantón: Santa Cruz Distrito: 27 Abril	Plan de Muestreo:	1975-1985-2021
E-mail:	asadapayun@hotmail.com	Muestreado por:	AHP
Actividad:	3600 - Captación, tratamiento y distribución de agua	Fecha de muestreo:	6/5/2021
Tel/Fax:	36588327	Fecha de ingreso:	6/5/2021
		Fecha de reporte:	19/5/2021

Descripción:	Red final Sector Lagartillo	Coordenadas:	lat=10.218686, long=-85.831145				
<b>Análisis</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valores admisibles Decreto 38924-S</b>	<b>LC</b>	<b>Inc. (U)</b>	<b>Fecha de análisis</b>	<b>Método de Ensayo</b>
<b>Parámetros de Calidad del Agua Nivel Primero (N1)</b>							
pH	7,30	-	De 6 a 8	4,01	0,14	06/05/2021	'PA-4500H'
Temperatura	30,30	°C	De 18 a 30	0,00	0,70	06/05/2021	'PA-3550'
Cloro residual libre	1,27	mg/L	De 0,3 a 1,0	0,16	0,12	06/05/2021	'PA-4500CI'
Color aparente	ND	U-Pt-Co	≤15, VA: 5	5,00	2,50	13/05/2021	'PA-2120**
Conductividad	440,00	µS/cm	VA: 400	3,70	1,01	13/05/2021	'PA-2510'
Turbidez	0,17	UNT	≤5, VA: 1	0,00	0,07	13/05/2021	'PA-2130**
Olor	Aceptable	-	Aceptable	NA	NA	13/05/2021	'PA-2150**

**Observaciones:**  
 ND: No detectable / NA: No aplica / VA: Valor alerta / LC: Límite de cuantificación / Inc: Incertidumbre / \*Análisis Acreditado / \*\* Análisis no acreditado / \*\*\*Análisis Subcontratado / \*\*\*\* Resultado brindado por el cliente  
 1-Parámetros analizados in situ / 2-Parámetros analizados en laboratorio de Bioanalítica en Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica.  
 Los análisis ejecutados por Bioanalítica se realizaron a (22.5 ± 2.0) °C y ((30 a 70) ± 4.5) % HR  
 Las condiciones ambientales durante el muestreo fueron: Soleado Matrix: Agua  
 Los resultados mostrados en este informe corresponden únicamente a la muestra tomada en la fecha de muestreo indicada.  
 Bioanalítica no se hace responsable por la información y/o resultados brindados por el cliente al laboratorio.  
 La incertidumbre reportada corresponde a un nivel de confianza del 95 % (K=2)  
 Los análisis de turbidez, color y olor se realizaron más de 48 horas después del muestreo.  
 Bioanalítica opera bajo el permiso sanitario de funcionamiento DARS-SC-2018-0433, vigente hasta el 21/11/2023.  
 Bioanalítica cuenta con un laboratorio acreditado ante el Ente Costarricense de Acreditación bajo la norma INTE/ISO/IEC 17025:2017, ver alcance de acreditación en [www.eca.cr](http://www.eca.cr) expediente LE-150

**Declaración de cumplimiento:**  
 No aplica. No se reporta declaración de cumplimiento.

**Opiniones e interpretaciones:**  
 No aplica.



Lic. Harry Hernández Mena  
Regente CQCR #2753

El Colegio de Químicos de Costa Rica  
hace constar que  
**Harry Hernández Mena**  
Es miembro activo de este colegio bajo el N°2753





## Reporte de Resultados

<b>Cliente:</b>	Asada Paraiso y Junquillal	<b>Código de muestra:</b>	1976-2021
<b>Contacto:</b>	Arcadio Carrera	<b>Método de Muestreo:</b>	'PA-01'
<b>Dirección:</b>	Provincia: Guanacaste Cantón: Santa Cruz Distrito: 27 Abril	<b>Plan de Muestreo:</b>	1975-1986-2021
<b>E-mail:</b>	asmalapayjun@hotmail.com	<b>Muestreado por:</b>	AHP
<b>Actividad:</b>	Asada	<b>Fecha de muestreo:</b>	6/5/2021
<b>Tel/Fax:</b>	26588327	<b>Fecha de ingreso:</b>	6/5/2021
		<b>Fecha de reporte:</b>	19/5/2021

Descripción:	Red final Sector Logartillo		Coordenadas:		lat=10.218886, long=-85.831145		
Análisis	Resultado	Unidades	Máximo admisible Decreto 38924-S	LC	Inc. (U)	Fecha de análisis	Método de Ensayo
<b>Parámetros microbiológicos del agua potable</b>							
Coliformos Fecales	ND	UFC/100 ml	ND	1	NA	18/05/2021	'PA-9222D**
Escherichia Coli	ND	UFC/100 ml	ND	1	NA	18/05/2021	'PA-9222J**

**Observaciones:**

ND: No detectable / NA: No aplica / LC: Límite de cuantificación / Inc: Incertidumbre / \*Análisis Acreditado / \*\* Análisis no acreditado / \*\*\*Análisis Subcontratado / \*\*\*\* Resultado brindado por el cliente

\*Parámetros analizados in situ / \*Parámetros analizados en laboratorio de Bioanalítica en Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica.

Los análisis ejecutados por Bioanalítica se realizaron a (22.5 ± 2.6) °C y (30 ± 70) ± 4.5) % HR

Las condiciones ambientales durante el muestreo fueron: Solando

Matrix: Agua

Los resultados mostrados en este informe corresponden únicamente a la muestra tomada en la fecha de muestreo indicada.

Bioanalítica no se hace responsable por la información y/o resultados brindados por el cliente al laboratorio.

La incertidumbre reportada corresponde a un nivel de confianza del 85 % (K=2)

Las actividades se ejecutaron de acuerdo a los procedimientos respectivos, sin desvíos, modificaciones ni adiciones a los métodos o al Sistema de Gestión de Calidad.

Bioanalítica opera bajo el permiso sanitario de funcionamiento DARS-SC-2018-0433, vigente hasta el 21/11/2023.

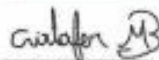
Bioanalítica cuenta con un laboratorio acreditado ante el Ente Costarricense de Acreditación bajo la norma INTE/ISO/IEC 17025:2017, ver alcance de acreditación en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr) expediente LR-150

**Declaración de cumplimiento:**

No aplica. No se reporta declaración de cumplimiento.

**Opiniones e interpretaciones:**

No aplica.



Dr. Cristopher Molina Brays  
 MQC #2235

## Reporte de Resultados

**Cliente:** ASADA Paraíso y Junquillal  
**Contacto:** Arcadio Carrera  
**Dirección:** Provincia: Guanacaste Cantón: Santa Cruz Distrito:  
**E-mail:** asadapayjun@hotmail.com  
**Actividad:** 3600- Captación, tratamiento y distribución de agua  
**Tel/Fax:** 2658 8327

**Código de muestra:** 1289-2021  
**Método de Muestreo:** 'PA-01\*  
**Plan de Muestreo:** 1289-2021  
**Muestreado por:** AHP  
**Fecha de muestreo:** 31/03/2021  
**Fecha de ingreso:** 31/03/2021  
**Fecha de reporte:** 8/04/2021

Descripción:	Red - Alberto Bravo		Coordenadas:	lat=10.235190, long=-85.832523			
Análisis	Resultado	Unidades	Valores admisibles Decreto 88924-S	LC	Inc. (U)	Fecha de análisis	Método de Ensayo
Dureza cálcica	114,00	mg/L	-	10,00	1,00	31/03/2021	'PA-2340**
Dureza magnésica	32,00	mg/L	-	10,00	1,00	31/03/2021	'PA-2340**
Dureza total	176,00	mgCaCO3/L	≤ 400 VA: 300	10,00	1,00	31/03/2021	'PA-2340**

### Observaciones:

ND: No detectable / NA: No aplica / VA: Valor alerta / LC: Límite de cuantificación / Inc: Incertidumbre / \*Análisis Acreditado / \*\* Análisis no acreditado / \*\*\*Análisis Subcontratado / \*\*\*\* Resultado brindado por el cliente

<sup>1</sup>Parámetros analizados in situ / <sup>2</sup>Parámetros analizados en laboratorio de Bioanalítica en Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica.

Los análisis ejecutados por Bioanalítica se realizaron a (22.5 ± 2.5) °C y ((30 a 70) ± 4.5) % HR

Las condiciones ambientales durante el muestreo fueron: Soleado Matriz: Agua

Los resultados mostrados en este informe corresponden únicamente a la muestra tomada en la fecha de muestreo indicada.

Bioanalítica no se hace responsable por la información y/o resultados brindados por el cliente al laboratorio.

La incertidumbre reportada corresponde a un nivel de confianza del 95 % (K=2)

Las actividades se ejecutaron de acuerdo a los procedimientos respectivos, sin desvíos, modificaciones ni adiciones a los métodos o al Sistema de Gestión de Calidad.

Bioanalítica opera bajo el permiso sanitario de funcionamiento DARS-SC-2018-0433, vigente hasta el 21/11/2023.

Bioanalítica cuenta con un laboratorio acreditado ante el Ente Costarricense de Acreditación bajo la norma INTE/ISO/IEC 17025:2017. **ver alcance de acreditación en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr) expediente LE-150**

### Declaración de cumplimiento:

No aplica. No se reporta declaración de cumplimiento.

### Opiniones e interpretaciones:

No aplica.



Lic. Harry Hernández Mena  
Regente CQCR #2753

HARRY  
HERNANDEZ  
MENA (FIRMA)

Firmado digitalmente  
por HARRY HERNANDEZ  
MENA (FIRMA)  
Fecha: 2021.04.13  
11:02:01 -05'07'

Activar Windc  
In a Configuración