

UNIVERSIDAD NACIONAL COSTA RICA
SEDE REGIONAL CHOROTEGA
CAMPUS LIBERIA

**“PROPUESTA DE PLAN DE MEJORA PARA EL GESTIONAMIENTO HÍDRICO DE
LA ASADA JUAN DÍAZ, UBICADA EN NICOYA, GUANACASTE.”**

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN
PARA OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA HIDROLÓGICA

SUSTENTANTES:

JOSÉ DANIEL RODRÍGUEZ ÁLVAREZ

5-0427-0646

PATRICIA YIRIETH TORRES GARCÍA

5-0429-0069

EQUIPO ASESOR:

ING. JOSÉ NAHEM NEMA SUERO

MSc. WILLIAM GÓMEZ SOLÍS

DR. ROLANDO MADRIZ VARGAS

LIBERIA, GUANACASTE.

FEBRERO, 2023

ACTA DEL TRIBUNAL EVALUADOR

Liberia, Guanacaste

Febrero, 2023

Integrantes Tribunal Evaluador

MSc. William Gómez Sólis

Tutor

MSc. Luisa Rojas Zamora

Lector

MSc. Ronald Sánchez Brenes

Lector

MSc. Medardo Móscoso Vidal

Representante de Decanatura

Marlene Durán López

Representante de Dirección Académica, Campus Liberia

Dedicatoria

Este trabajo lo dedico en primer lugar a Dios, por concederme la salud mental y física para salir adelante en todo momento, y permitirme concluir con una de las etapas más importantes de mi vida.

A mi familia por brindarme la oportunidad de estudiar a lo largo de los últimos años y por permitir convertirme en el profesional que soy.

Daniel Rodríguez Álvarez

Este proyecto final de graduación se lo dedico primeramente a mis padres y hermana que han hecho todo lo posible para que logre mis estudios universitarios y a Allen Montiel Morales, por darme todo el apoyo emocional y ser el mejor compañero de vida.

Patricia Yirieth Torres García

Agradecimientos

Primeramente, agradezco profundamente a Dios, por brindarme la salud, entendimiento y la fortaleza para concluir el proyecto de la manera más satisfactoria. Y a mi familia, por apoyarme en los momentos más adversos durante el desarrollo del proyecto.

A mis amigos, por brindarme esos espacios de risas y apoyo, para volver a recargar los ánimos.

A los profesionales Rolando Vargas, William Solís y Ronald Sánchez, por guiarme y corregirme en este proceso, para brindar el mejor rendimiento posible.

Daniel Rodríguez Álvarez

Agradezco primeramente a Dios, por hacer posible el desarrollo del proyecto.

A mi familia por apoyarme en los momentos más complicados de la universidad tanto económica y emocionalmente.

A la ASADA, Juan Diaz, por tener toda la disposición de brindarnos la información necesaria para concluir con el proyecto y siempre recibirnos en las visitas de campo que realizamos.

A mi compañero, Daniel Rodríguez Álvarez, por dar lo mejor para concluir el proyecto.

Patricia Yirieth Torres García

Resumen Ejecutivo

El acueducto comunal de Juan Díaz, Nicoya, Guanacaste, brinda el servicio de agua para el consumo humano y para el desarrollo de muchos agricultores y ganaderos de la zona. Con la finalidad de contar con un estudio actualizado que permitiera diagnosticar, en función de su administración hídrica, el estado actual del servicio proveído por la ASADA de Juan Díaz, se desarrolló el presente proyecto, que identificó las oportunidades de mejora para la optimización del servicio, previo a la integración de mayores abonados al sistema.

Capítulo 1. Introducción

El primer capítulo, presenta información inicial para el desarrollo del proyecto. De esta forma se muestran secciones como planteamiento del problema donde se expresa la necesidad de Juan Díaz para la realización del plan de fortalecimiento, asimismo se demuestra una justificación donde se argumenta la necesidad del proyecto, como también el objetivo general y los objetivos específicos para llevar a cabo el proyecto y finalmente los alcances y limitaciones.

Capítulo 2. Antecedentes

Este capítulo, genera una contextualización del área de estudio a partir de información previa. Este capítulo consta con una descripción de la zona donde se observan las características geográficas, las actividades socioeconómicas y antecedentes de la ASADA Juan Díaz. Además, se incluyen características morfométricas de la subcuenca Quiriman.

Capítulo 3. Marco Teórico

El tercer apartado del documento, incluyen definiciones de elementos conceptuales que permitan a los diferentes lectores crear una construcción significativa de dichos elementos para una buena comprensión del lector. Estos se seccionaron en las principales definiciones para el entendimiento del proyecto.

Capítulo 4. Estudios de Prefactibilidad

En esta sección se realizó un estudio de prefactibilidad, donde se analizó el estudio legal,

ambiental, social, financiero y técnico, esto por la índole del proyecto. Con base a estos resultados se determinó que el proyecto se considera viable para su desarrollo.

Capítulo 5. Metodología

Este apartado, aborda la metodología empleada en el presente proyecto. En esta sección se plantearon los elementos generales de la metodología, que incluye el tipo de investigación, el método de investigación y las etapas de la investigación, con el fin de cumplir con los objetivos propuestos para la ejecución del presente proyecto.

Capítulo 6. Resultados y Discusión

La valoración del servicio provisto por la ASADA fue aceptable, según el 94 % de los abonados encuestados. Se identificaron algunos déficits en los diseños del sistema de acueducto, principalmente enfocado en el pozo y tanque de abastecimiento.

El plan Gestión integral de riesgo en ASADAS (GIRA) identificó que la ASADA presenta vulnerabilidad de un 40 % y sus oportunidades de mejora se concentra en la necesidad de diagnóstico, mejoría y actualización de la infraestructura; y la actualización organizacional de la ASADA.

El balance hídrico indicó que, para la fuente de abastecimiento actual (pozo), existe una problemática debido a que se desconoce su capacidad actual, debido a la desactualización de los datos de pruebas de bombeo. Aunado a esto, con el valor concesionado por Dirección de Aguas se determinó que el pozo dispone de la capacidad para abastecer los abonados actuales, sin embargo está cerca de su capacidad máximo, lo que indica buscar nuevas fuentes para disponer de un servicio con mayor sostenibilidad.

Capítulo 7. Conclusiones y Recomendaciones

Se cumplió con la totalidad de los objetivos propuestos. Donde, se brindó una propuesta de plan para mejorar el gestionamiento hídrico de la ASADA, beneficiando así a la comunidad de Juan Díaz.

Summary

The communal aqueduct of Juan Díaz, Nicoya, Guanacaste, provides water service for human consumption and for the development of many farmers and ranchers in the area. To have an updated study to diagnose, in terms of water management, the current state of the service provided by the ASADA Juan Díaz, the present project was developed to identify opportunities for improvement to optimize the service, prior to the integration of more subscribers to the system.

Chapter 1. Introduction

The first chapter presents initial information for the development of the project. This includes sections such as the problem statement for the ASADA Juan Díaz to carry out the strengthening plan is expressed, a justification where the need for the project is argued, as well as the general objective and the specific objectives to carry out the project and finally the scopes and limitations.

Chapter 2. Background

This chapter gives a contextualization of the study area based on previous information. To comply with the above, this chapter includes a description of the area where the geographic characteristics, socioeconomic activities, and background of the ASADA Juan Díaz are observed. Morphometric characteristics of the Quirimán sub-basin are also included.

Chapter 3. Theoretical Framework

The third section of the document includes different definitions that are essential for the reader's understanding. These concepts were sectioned into hydrological and basic concepts where the basic components of the aqueduct are included.

Chapter 4. Prefeasibility Studies

In this section a pre-feasibility study was carried out. Different studies are analyzed, such as legal, environmental, social, financial, and technical, due to the nature of the project. Based on these results, the project is considered viable for development.

Chapter 5. Methodology

Section five of the document deals with the methodology to be used for the implementation of this project. In this section the general elements of the methodology are presented, including the type of research, the research method, and the stages of the research, in order to fulfill the objectives proposed for the execution of this project.

Chapter 6. Results and Discussion

The assessment of the service provided by ASADA was acceptable, according to 94% of the subscribers surveyed. Some deficits were identified in the aqueduct system, mainly focused on the well and supply tank.

The GIRA plan identified that the ASADA is 40% vulnerable and its opportunities for improvement focus on the need to diagnose, improve and update the infrastructure, and the organizational update of the ASADA.

The water balance indicated that, for the current supply source (well), there is a problem because its current capacity is unknown, due to outdated pumping test data. In addition, with the value granted by the Water Department it was determined that the well has the capacity to supply the current subscribers; however, it is close to its maximum capacity, which indicates that new sources should be sought to provide a more sustainable service.

Chapter 7. Conclusions and Recommendations

All the proposed objectives were met. A proposal for a plan to improve the ASADA's water management was provided. Thus, benefiting the ASADA and the community of Juan Díaz.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO.....	14
1.1 INTRODUCCIÓN.....	14
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	16
1.4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	17
1.4.1 <i>Objetivo General</i>	17
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i>	17
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES	18
1.5.1 <i>Alcances</i>	18
1.5.2 <i>Limitaciones</i>	18
CAPÍTULO II. ANTECEDENTES.....	19
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	19
2.2 CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LA CUENCA	20
2.3 ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS	22
2.4 ANTECEDENTES DE LA ASADA.....	24
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.....	26
3.1 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS CLAVES	26
3.1.1 <i>ASADA</i>	26
3.1.2 <i>Principales componentes de acueductos</i>	27
3.2 HIDROLOGÍA.....	28
3.2.1 <i>Cuencas</i>	28
3.2.2 <i>Agua subterránea</i>	29
3.2.3 <i>Balance Hídrico</i>	29
CAPÍTULO IV. ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD.....	32
4.1 ESTUDIO LEGAL.....	32
4.2 ESTUDIO AMBIENTAL	33
4.3 ESTUDIO SOCIAL.....	34
4.4 ESTUDIO TÉCNICO	35
4.5 ESTUDIO FINANCIERO	37

CAPÍTULO V. METODOLOGÍA.....	39
5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	39
5.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	39
5.3 MÉTODOS Y HERRAMIENTAS	40
5.3.1 <i>Recopilación de Datos</i>	40
5.3.2 <i>Herramienta GIRA</i>	41
5.3.3 <i>Balance Hídrico de Acueductos</i>	45
5.3.5 <i>Elaboración de Propuesta de Plan de Mejora</i>	45
5.4 RELACIÓN ENTRE OBJETIVOS Y EL DISEÑO METODOLÓGICO	46
5.5 CRONOGRAMA DE GANTT Y PRESUPUESTO	48
CAPÍTULO VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
6.1 RESULTADOS DE LA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA E INFORMACIÓN DE LÍNEA BASE	49
6.2 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO	50
6.2.1 <i>Diagnóstico técnico de la operación del acueducto</i>	50
6.2.2 <i>Percepción social de los abonados y actores claves</i>	55
6.2.3 <i>Balance Hídrico</i>	56
6.3 HERRAMIENTA GIRA	64
6.3.1 <i>Principales resultados derivados de herramienta GIRA</i>	64
6.3.2 <i>Estudio complementario de realidad financiera de la ASADA</i>	71
6.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	73
6.4.1 <i>Discusión de los principales hallazgos del proyecto</i>	73
6.4.2 <i>Discusión de resultados con respecto a objetivos planteados</i>	76
6.4.3 <i>Discusión de resultados con respecto a la metodología del proyecto</i>	77
6.5 PROPUESTA DE PLAN DE MEJORA PARA EL GESTIONAMIENTO HÍDRICO DE LA ASADA....	77
CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
7.1 CONCLUSIONES.....	81
7.2 RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
ANEXOS	88

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del poblado Juan Diaz.....	19
Figura 2. Ubicación de la cuenca Río Quiriman.....	20
Figura 3. Observación de cultivos presentes en la zona de Juan Díaz, Nicoya, Guanacaste.....	23
Figura 4. Observación de agricultor Carlos Agüero de la zona de Juan Díaz, Nicoya, Guanacaste.	23
Figura 5. Ecuación para el cálculo del balance hídrico de acueductos.....	30
Figura 6. Insumos requeridos para el proyecto.....	35
Figura 7. Distribución del financiamiento del proyecto.....	38
Figura 8. Diagrama de flujo de la investigación.....	40
Figura 9. Determinación de los datos base.....	41
Figura 10. Metodología de herramienta GIRA.....	44
Figura 12. Diagrama de Gantt con actividades para el desarrollo metodológico.....	48
Figura 13. Pozo de bombeo de la ASADA Juan Díaz.....	51
Figura 14. Cachera de descarga del pozo de Juan Díaz.....	52
Figura 15. Tanque abastecimiento de la ASADA Juan Díaz.....	53
Figura 16. Daños ubicados en el tanque abastecimiento de la ASADA Juan Díaz.....	54
Figura 17. Sistema de cloración del tanque.....	55
Figura 18. Clasificación del servicio de agua potable de Juan Díaz, según encuestados.....	56
Figura 20. Cantidad de servicios en una proyección de 20 años en la comunidad de Juan Díaz..	60
Figura 21. Balance Hídrico con una proyección de 20 años en la comunidad de Juan Díaz, Nicoya, Guanacaste.....	62
Figura 23. Ejes fundamentales abarcados en la elaboración del plan de mejora del gestionamiento hídrico de la ASADA Juan Díaz.....	78

TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Características climatológicas de la subregión PN1.	21
Tabla 2. Parámetros morfométricos de la cuenca.	21
Tabla 3. Información de la Junta Directiva de la ASADA Juan Díaz.	24
Tabla 4. Marco Legal para el plan de fortalecimiento de la ASADA Juan Díaz.....	32
Tabla 5. Principales actores sociales clave para la determinación de la percepción social.	34
Tabla 7. Presupuesto total del proyecto.	37
Tabla 8. Métodos de obtención para el cumplimiento de los objetivos propuestos.....	47
Tabla 9. Datos y herramientas recopiladas para el desarrollo del proyecto.	49
Tabla 10. Determinación de la cantidad de servicios brindados por la ASADA Juan Díaz, Nicoya, Guanacaste.	57
Tabla 11. Determinación del consumo mensual de los servicios brindados por la ASADA Juan Díaz, Nicoya, Guanacaste.	57
Tabla 12. Determinación de los consumos detallados de la ASADA Juan Díaz, Nicoya, Guanacaste.	58
Tabla 13. Determinación de los consumos de la ASADA Juan Díaz en una proyección a 20 años.	60
Tabla 14. Determinación del Balance Hídrico en la ASADA Juan Díaz, Nicoya, Guanacaste....	61
Tabla 15. Determinación de la proyección de almacenamiento para el acueducto de la ASADA Juan Díaz, Nicoya, Guanacaste.....	64
Tabla 16. Amenazas de mayor impacto en la ASADA Juan Díaz.	66
Tabla 17. Grado de Vulnerabilidad de la ASADA Juan Díaz.....	67
Tabla 18. Estimación de ingresos mensuales presente en la ASADA de Juan Díaz.....	72
Tabla 19. Parámetros que se encuentran fuera de los valores admisibles del reglamento para consumo de agua potable.	73

LISTA DE ABREVIATURAS

AECID: Centro de Formación de la Cooperación Española en La Antigua Guatemala.

ANC: Agua No Contabilizada.

ASADA: Asociación Administradora de Sistema de Acueducto y Alcantarillado Comunal.

AyA: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

CFIA: Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica.

DA: Dirección de Agua.

GIRA: Gestión Integral del Riesgo de ASADAS.

GIRH: Gestión Integrada del Recurso Hídrico.

IMN: Instituto Meteorológico Nacional.

INDER: Instituto de Desarrollo Rural.

IMTA: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía.

ODS: Objetivos del Desarrollo Sostenible.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

ONU: Organización de las Naciones Unidas.

ORAC: Oficina Regional de Acueductos Rurales.

SENARA: Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento.

SETENA: Secretaría Técnica Nacional Ambiental de Costa Rica.

Capítulo I. Introducción del Proyecto

1.1 Introducción

Las ASADAS son órganos locales constituidos como asociaciones que, por delegación del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), administran, operan, dan mantenimiento y desarrollan los sistemas de acueductos y alcantarillados en aquellas comunidades en las que ni el AyA, ni la municipalidad respectiva, prestan los servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento (AyA, 2013).

En Costa Rica las ASADAS abastecen de agua a más del 30% de la población, a pesar de ello no cuentan con algún marco regulatorio que se encargue específicamente de la sostenibilidad y del uso eficiente y beneficioso del agua, aunado a la poca presencia de esta temática en las políticas referentes al recurso (Gentes, 2009). En su mayoría, las ASADAS operan sin un acompañamiento técnico especializado en hidrología e hidráulica, que contribuya al crecimiento y desarrollo enfocado en optimizar la calidad del servicio (Atahualpa, 2016).

Estas organizaciones, poseen un gran reto, el cual consiste en brindar un sistema eficiente, limpio y sostenible para abastecer a la población. Sin embargo, debido al número reducido de abonados con los que cuenta la ASADA, su gestión es compleja, ya que de acuerdo con Fernández (2020), las ASADAS que son de tamaño pequeño a muy pequeño, presentan características que limitan las acciones a realizarse, ya que el monto económico mensual que pueden disponer para estudios, mejoras y gestión, es sumamente escaso.

De acuerdo con Espinoza (2021), las ASADAS cuentan con la obligación de acatar el marco regulatorio de acuerdo con el reglamento de prestación de servicios. Esto con el fin de que los habitantes consuman agua en cantidad y calidad necesarias para una buena calidad de vida. Es por esta razón que el AyA bajo el cumplimiento de sus obligaciones, como ente que delega a las ASADAS, vela por el estricto cumplimiento de la legislación, por lo que muchas de estas ASADAS, principalmente las que se encuentran en áreas rurales, son notificadas debido a incumplimiento con lo establecido por la Ley General de Administración Pública, los cuales indican que los servicios públicos brindados deben ser de calidad, cantidad, continuidad,

confiabilidad, igualdad, acceso universal, eficiencia, oportunidad, sostenibilidad y con un enfoque de derecho humano; adaptación a todo cambio en el régimen legal, social, económico, ambiental en la necesidad social que satisfacen la igualdad de trato de los destinatarios, personas usuarias y beneficiarios de los servicios públicos esto según el Artículo 4 de la Ley General de Administración Pública (Ley General de la Administración Pública de Costa Rica, 1999).

Este capítulo contiene la información inicial para el desarrollo del presente estudio, dentro de la cual se abarcan las secciones de problemática, en la que se describe las principales falencias, como lo es la falta de estudios técnicos aplicados a la hidrología en la ASADA de Juan Díaz; así mismo, la justificación del por qué se determinó realizar este proyecto. Aunado a esto, incluye los objetivos del proyecto, los alcances y las limitaciones.

Por lo cual, este proyecto busca funcionar como información técnica en aspectos hidrológicos y como línea base en aspectos de gestión sostenible, que permita a la ASADA de Juan Díaz cumplir con los proyectos a futuro, según el crecimiento poblacional.

1.2 Planteamiento del problema

La ASADA Juan Díaz es el ente encargado de distribuir y abastecer de agua potable a la comunidad de Juan Díaz. Por la magnitud de la sequía, su frecuencia de aparición, la cobertura geográfica, la frecuencia de impactos y su extensión, la Región Chorotega se cataloga como de “alta amenaza por sequía” (Vignola et al, 2014). Dentro de estos problemas de vulnerabilidad se encuentra la región de Juan Díaz, la cual a lo largo de los años ha presentado problemas de abastecimiento de agua, debido a la falta de fuentes del recurso hídrico.

En este momento, los poblados cercanos como Oriente, San Lorenzo, Colas de Gallo y La Esperanza Norte no cuentan con fuente de abastecimiento de agua potable que tenga estabilidad durante las épocas críticas de precipitación o no cuentan con un sistema de acueducto, de esta forma se busca a futuro unificar estos pueblos y formar una sola Asociación, sin embargo la ASADA no posee de los estudios técnicos necesarios para la capacidad de abastecimiento hídrico del sector para este proyecto. Aunado a esto, se desconoce sobre la percepción social de la comunidad con respecto al funcionamiento de la ASADA, ya que podría representar un conflicto a futuro que la comunidad no esté satisfecha con la gestión brindada actualmente por la ASADA.

En función de lo expuesto, el desconocer de los aspectos mencionados, es un problema que se requiere subsanar, con el fin de que la ASADA brinde su mejor rendimiento en la comunidad, que les permita tener un desarrollo que cuente con el respaldo técnico y social. Además, estos estudios contribuyen hacia la sostenibilidad del servicio, lo cual es el objetivo primordial para un ente proveedor que debe garantizar, a largo plazo, agua potable en cantidad y calidad suficiente para todos sus abonados (Organización Mundial de la Salud, 2006).

1.3 Justificación

La accesibilidad, calidad y disponibilidad de agua potable constituyen necesidades humanas innegables para el desarrollo y mejoría de la calidad de vida (Skewes, 2017). Debido a lo anterior entran en función en las zonas rurales las ASADAS, ya que estas, son estructuras sociales tradicionales en donde personas de la comunidad se organizan y resuelven junto al AyA problemas referentes al abastecimiento de agua potable, ampliando así la cobertura del recurso hídrico, la cual es de suma importancia no solo para mejorar la calidad de vida de las personas, sino también para promover el desarrollo de una región, al permitir suplir las distintas demandas que se presenten (Vílchez, et al., 2012).

En primer lugar, de acuerdo con el artículo 44 del Reglamento de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados comunales (N° 42582-S-MINAE), se menciona que las ASADAS deben disponer de estudios técnicos actualizados (AyA, 2012), por lo cual la realización del presente proyecto permitirá disponer de un estudio técnico, enfocado en la disponibilidad hídrica de la ASADA.

En segundo lugar, de acuerdo con el Objetivo 6 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), consiste en garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y saneamiento para todos (ONU, 2015). Aunado a esto, las ASADAS cumplen un rol de abastecimiento de agua potable en Costa Rica de aproximadamente un 30% (Atahualpa, 2016). Por lo cual es de suma importancia que las ASADAS cuenten con estudios como el del presente proyecto, ya que se pueden utilizar como guías para una mejor gestión y así cumplir con los objetivos que conciernen al abastecimiento de agua de la Agenda 2030.

Por último, de acuerdo con UEN, Gestión de ASADAS (2017), para realizar una integración o una fusión de ASADAS, es necesario que la ASADA que asume (en este caso la ASADA Juan Díaz), tenga presente un diagnóstico que abarque la oferta hídrica, por lo cual dicho proyecto funcionaria como información técnica para dicho proceso.

Por lo cual, es prioritario que la ASADA de Juan Díaz, pueda contar con estudios que brinden información concisa, y de esta manera ser más efectivos en procesos de gestión hídrica que permita brindar un servicio de calidad y a su vez, sea sostenible a futuro.

1.4.Objetivos del estudio

1.4.1 Objetivo General

Elaborar una propuesta de plan de mejora de la gestión del recurso hídrico en la Asada Juan Díaz, ubicada en Nicoya, Guanacaste, Costa Rica.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información técnica presente en el acueducto, para conocer los principales riesgos y peligros que afecten el funcionamiento de la ASADA, mediante visitas de campo.
- Diagnosticar las condiciones operacionales en la ASADA Juan Díaz, aplicando el instrumento “GIRA (Plan de Gestión Integral del Riesgo para ASADAS)”.
- Analizar la oferta y demanda del recurso hídrico para identificar la sostenibilidad técnica del servicio de agua potable en la ASADA, mediante la aplicación del balance hídrico de acueductos.
- Elaborar una propuesta de mejora en la gestión del recurso hídrico de la ASADA, mediante la sistematización de los datos analizados.

1.5 Alcances y Limitaciones

1.5.1 Alcances

- Realizar una revisión de la infraestructura existente para el abastecimiento de agua en la ASADA Juan Díaz, para determinar posibles falencias en el funcionamiento del sistema.
- Comprender la realidad del abastecimiento potable en la comunidad, a través de conversatorios con los abonados y miembros de la junta directiva de la ASADA.
- Brindar medidas técnicas que subsanen las necesidades determinadas de la ASADA, mediante la sistematización de los datos analizados.
- Contribuir con la ASADA de Juan Díaz, con el fin de generar conocimientos técnicos en aspectos hídricos a los funcionarios.

1.5.2 Limitaciones

- Falta de antecedentes en la zona de estudio, lo cual complica la recolección de información bibliográfica.
- Falta de estaciones meteorológicas en áreas cercanas a la zona de estudio, lo cual dificulta la obtención de datos para realizar un análisis hidrológico más preciso.
- Se desconoce la cantidad exacto de abonados, debido a que el último censo se realizó en el año 2011, lo cual dificulta contabilizar el agua consumida por la población en general.
- Carencia de un registro actualizado del caudal explotable de la fuente de abastecimiento, lo cual aporta incertidumbre en los datos de entrada del balance hídrico del acueducto y de la capacidad adecuada de servicios de la ASADA.
- Dificultad de visitas de campo a la zona de estudio, debido a la ubicación de esta.

Capítulo II. Antecedentes.

Este capítulo tiene la función de describir el área de estudio y a su vez mencionar las principales características topográficas y biofísicas de la cuenca a la que pertenece la zona de estudio (Cuenca Río Quiriman). Así mismo describir las principales actividades socioeconómicas de la comunidad del sector de Juan Díaz.

2.1 Descripción de la zona de estudio

El poblado de Juan Díaz se encuentra en la provincia de Guanacaste, cantón Nicoya, distrito Nicoya (50201). Juan Díaz es un poblado del cantón de Nicoya, y su acceso principal se encuentra justo después del cantón de Nicoya, aproximadamente 7.5 km al Noroeste de la Ruta 21 en dirección a Santa Cruz en el poblado de Nambí, luego 8 km al suroeste en calle de lastre (Hidrogeotecnia, 2017). Se encuentra localizado en el distrito 1° Nicoya, del cantón 1° Nicoya, de la provincia 5° Guanacaste. De acuerdo con las Hojas Cartográficas escala 1:50.000 del IGN, esta comunidad se ubica en las hojas de Río Enmedio y de Río Quiriman.

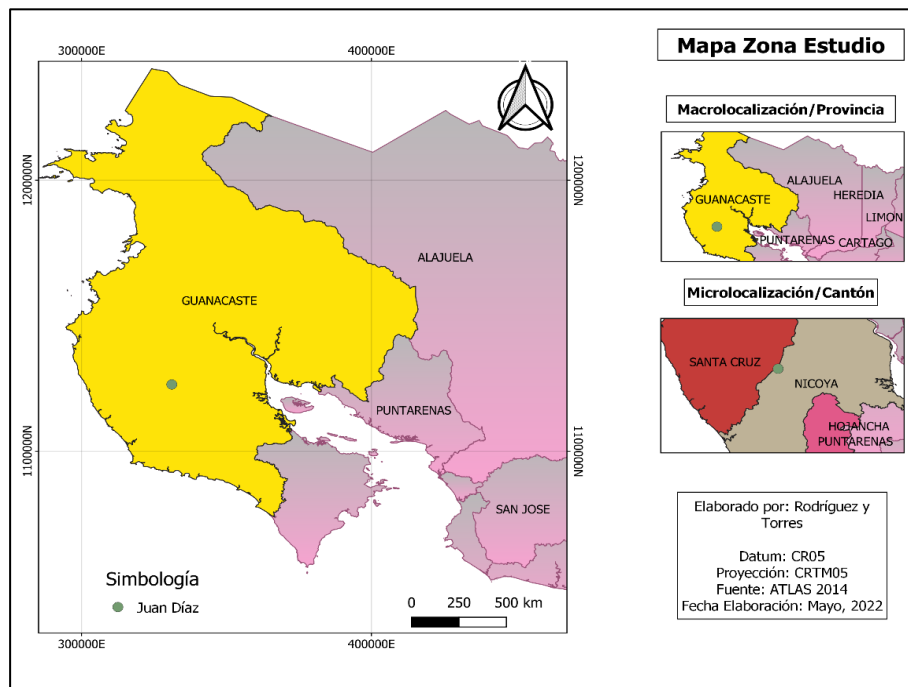


Figura 1. Ubicación del poblado Juan Díaz.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

2.2 Caracterización morfológica de la cuenca

La comunidad Juan Díaz se caracteriza por ubicarse en medio de dos subcuencas, sin embargo, se exponen características morfométricas de la subcuenca del Río Quirimán, ya que en esta subcuenca se ubica el pozo de abastecimiento para la comunidad. La subcuenca presenta un cauce principal llamado Río Quirimán, con una longitud de 29 km (Figura 2).

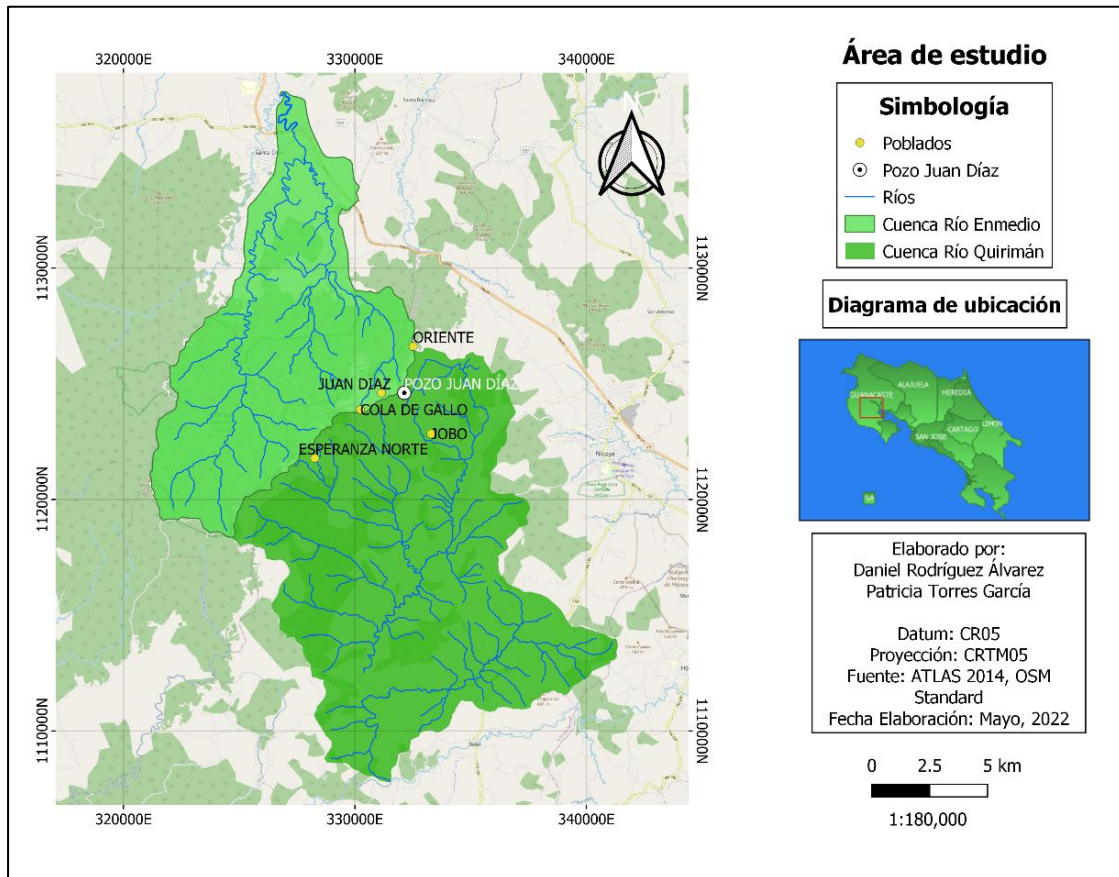


Figura 2. Ubicación de la cuenca Río Quirimán.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

Referente a la climatología de la subcuenca, esta se ubica en la subregión Occidental de la Península de Nicoya (PN1), que se extiende en la costa de la Península de Nicoya, desde Cabo Blanco a Punta Guiones, la cual presenta un tipo de clima lluvioso con influencia monzónica. El tipo de bosque de la subregión es bosque seco tropical los cuales son áreas transicionales al bosque húmedo, se localizan los valores mejores de precipitación, la biotemperatura media anual varía entre 24°C y 24.5°C, son bosques densos (Solano & Villalobos, 1992) (Tabla 1).

Tabla 1.Características climatológicas de la subregión PN1.

Lluvia media Anual (mm)	Temperatura Máxima Media Anual (°C)	Temperatura Mínima Media Anual (°C)	Temperatura Media Anual (- °C)	Promedio de días con lluvias	Duración de periodo seco (meses)
2385	30	23	25 a 30	99	4

Fuente. Solano, 1992.

Aunado a esto, se brinda la determinación de los valores morfométricos que caracterizan la subcuenca, con el fin de conocer diferentes comportamientos que posee la cuenca en estudio. Dentro de los principales resultados se observa un área de 160 km², un perímetro de 67 km, con una pendiente de aproximadamente 5%.

Tabla 2. Parámetros morfométricos de la cuenca.

Parámetros	Valor
Área (km ²)	160.14
Perímetro (km)	67.07
Elevación media (m.s.n.m.)	1114.5125
Elevación mín. (m.s.n.m.)	80
Elevación máx. (m.s.n.m.)	930
Longitud de corrientes (km)	451.9
Longitud cauce principal (km)	29.8
Longitud cuenca (km)	18
Factor de forma	0.49
Coefficiente de compacidad	1.49
Pendiente media de la cuenca (%)	5%

Pendiente media del Cauce principal (%)	13.4
Densidad de drenaje (km ⁻¹)	2.82

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

La cuenca tiene un área de 160.14 km² por lo cual se considera de un tamaño pequeño según el rango que establece Villon (2004). Por otra parte, el cauce principal presenta una pendiente de 13 % y una longitud de 29.8 km. Además, basándose en el coeficiente de compacidad se considera una cuenca de forma oval oblonga, por lo cual la probabilidad de que se cubiera por totalidad con una tormenta es reducida. Referente al drenaje de la subcuenca presenta un coeficiente de 2.8 indicando que se encuentra bien drenada.

2.3 Actividades socioeconómicas

Las principales actividades productivas desarrolladas en el distrito, mencionadas según su orden de prioridad, son: la agricultura, la ganadería y el turismo rural en pequeña escala (Instituto de Desarrollo Rural, 2016). Dentro de las actividades de agricultura de las zonas altas del cantón de Nicoya, estas se enfocan en la producción maíz, frijol, naranja, caña de azúcar, café y hortalizas. Dichos productos son utilizados para subsistir y como fuente de ingresos en los mercados del centro de Nicoya (INDER, 2016). Aunado a esto, debido a la ubicación de la comunidad, funciona como cruce fundamental para desplazarse a zonas costeras y al Parque Nacional Diría, lo cual favorece a los pobladores a enfocarse en actividades turísticas.



Figura 3. Observación de cultivos presentes en la zona de Juan Díaz, Nicoya, Guanacaste.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.



Figura 4. Observación de agricultor Carlos Agüero de la zona de Juan Díaz, Nicoya, Guanacaste.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

2.4 Antecedentes de la ASADA

Para el desarrollo del presente apartado, se utilizó como base de información una entrevista realizada a miembros de la ASADA en el primer semestre del año 2022 (Anexo 1). Además, es importante mencionar que la ASADA fue creada el 23 de abril del 2001, la cual cuenta con 123 miembros, de los cuales 93 son activos. Esta ASADA dispone de un convenio de delegación con el AyA, lo cual permite que en la comunidad sea formal y legal la ejecución de las labores correspondientes como ente encargado en la gestión del servicio de agua potable.

Tabla 3. Información de la Junta Directiva de la ASADA Juan Díaz.

Nombre	Puesto
Luis Enrique Méndez Briones	Colaborador de la ASADA
Luis Antonio López Díaz	Secretario
Eugenio Rodríguez Peña	Tesorero
Wilmar Díaz Avilés	Vocal 2
Estaban Álvarez	Vocal 1
Daniel Agüero Valverde	Presidente

Fuente. ASADA Juan Díaz, 2022.

La ASADA actualmente no cuenta con una oficina administrativa, por lo cual las reuniones se realizan en el salón comunal de la comunidad de Juan Díaz o en la casa del presidente de la ASADA. Aunado a esto, la casa del presidente funciona también de bodega para materiales necesarios para las labores del fontanero en el mantenimiento del sistema.

La fuente de abastecimiento de la comunidad de Juan Díaz es subterránea, por medio de un pozo perforado. Disponen de un tanque de abastecimiento y de una línea de impulsión por gravedad para el abastecimiento del agua en la comunidad. En el 2012 el sistema de abastecimiento se vio afectado directamente, por el terremoto ocurrido en Costa Rica, debido a la cercanía del

epicentro ubicado en Sámara, Nicoya. Además, en el 2017, la zona de Juan Díaz igualmente se vio afectada debido a los años de sequía asociados al fenómeno El niño-oscilación del sur (ENOS) y a su fuerte incidencia en Guanacaste, lo cual generó que el acueducto tuviera deficiencias para suplir la demanda comunal.

Por lo tanto, el presente capítulo logró describir los antecedentes de la ASADA de Juan Díaz, referente a los aspectos hidrológicos y socioculturales necesarios para comprender los demás capítulos que se observarán a continuación.

Capítulo III. Marco Teórico

En el siguiente capítulo tiene como finalidad la aclaración de conceptos pertinentes para una buena concepción del documento, cuyas definiciones se demostrarán en dos secciones, la primera consta de conceptos claves de un sistema de abastecimiento y la última de la parte hidrológica del estudio.

La historia ha demostrado que el desarrollo está ligado al agua. Un claro ejemplo que respalda esta afirmación es el imperio romano, uno de los más grandes de todos los tiempos, ya que poseía grandes obras de infraestructura, diseñadas por los ingenieros de la época, las cuales abastecían a sus ciudades de este líquido (National Geographic, 2020). En la actualidad, esta tendencia se mantiene, zonas desérticas están ligadas a un bajo desarrollo, mientras que las zonas con abundancia hídrica presentan un aumento en este parámetro (Organización de las Naciones Unidas, 2014).

Además, la sobreexplotación de los recursos naturales, en conjunto con la contaminación derivada de las actividades socio-productivas ha incurrido en la ratificación de acuerdos internacionales, en pro del desarrollo sostenible, ejemplos de esto son el acuerdo de París y la declaración de Río sobre el medio ambiente y el desarrollo (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2021).

Por lo que, en Costa Rica, el agua se reconoce legalmente como un derecho humano a partir del 2020, además en esta modificación de la constitución política, se dicta que en el país es prioridad el agua para consumo humano (Ugarte, 2020).

3.1 Definición de conceptos claves

3.1.1 ASADA

Las Asociaciones administradoras de los sistemas de acueductos y alcantarillados comunales son estructuras sociales tradicionales en donde personas de la comunidad se organizan y resuelven junto al AyA problemas referentes al abastecimiento de agua potable, ampliando así la cobertura del recurso hídrico, la cual es de suma importancia no solo para mejorar la calidad de vida de las personas, sino también para promover el desarrollo de una región, al permitir suplir las

distintas demandas que se presenten (Vílchez, et al., 2012).

3.1.2 Principales componentes de acueductos

- Fuentes de Abastecimiento

La fuente de abastecimiento de agua puede ser superficial, como en los casos de ríos, lagos, embalses o incluso aguas lluvias, o de aguas subterráneas superficiales o profundas. La elección del tipo de abastecimiento depende de factores tales como localización, calidad y cantidad, (López, 2003).

- Obras de captación

Las obras de captación son estructuras civiles e hidráulicas que permiten que se tome el agua de una fuente de abastecimiento y se direccionen los demás elementos del sistema de acueducto (Vividea, 2018). El tipo de estructura que se utiliza para captar el agua va a depender de la mano con el tipo de fuente con la que se vaya a abastecer el sistema. Cuando lo que se va a utilizar es agua subterránea esta se capta por medio de pozos, mientras que cuando se trata de agua superficial se recurre a captaciones de agua o bocatomas (López, 2003)

- Obras de conducción

En un proyecto existen numerosas conducciones de agua entre diferentes puntos, como por ejemplo bocatoma-desarenador, desarenador-tanque de almacenamiento y línea matriz. Hidráulicamente estas conducciones pueden ser de diferentes formas, dependiendo de la topografía y la longitud. Estas conducciones son generalmente por tubería a presión o por gravedad, por canales rectangulares o trapezoidales abiertos o cerrados (López, 2003).

- Tratamiento de agua

En la actualidad ningún agua en su estado natural es apta para el consumo humano; además, siempre se requerirá un tratamiento mínimo de cloración con el fin de prevenir la contaminación con organismos patógenos durante la conducción del agua (López, 2003).

- Almacenamiento

Dado que el caudal de captación no es siempre constante y que el caudal demandado por la comunidad tampoco lo es, es necesario almacenar agua en un tanque durante los períodos en los que la demanda es menor que el suministro y utilizarla en los períodos en que la comunidad demanda gran cantidad del líquido (López, 2003).

- Red de distribución

La distribución de agua a la comunidad puede hacerse desde la manera más simple que sería un suministro único por medio de una pileta de agua, hasta su forma más compleja por medio de una serie de tuberías o redes de distribución que llevan el agua a cada domicilio (López, 2003).

3.2 Hidrología

La Hidrología es la ciencia natural que estudia el agua, su origen, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, incluidos los seres vivos (Villon 2004).

3.2.1 Cuencas

Una cuenca es un territorio cuyas aguas fluyen todas hacia un mismo río, lago o mar, y a esta clase de cuencas se les llama “cuencas hidrográficas”. Una cuenca hidrográfica es una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida. Es decir, es una especie de “embudo” del territorio por el que escurre el agua desde las partes altas, hasta llegar a un punto en común, de donde sale toda el agua que fluye hacia otro sector (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua., 2019).

La delimitación de cuencas hidrográficas es crucial para los análisis territoriales debido a que estas son esenciales para la planificación y el manejo de los recursos naturales (Garay & Gabriel, 2018). Para la delimitación de estas se realiza una demarcación de las áreas de drenaje superficial en la que el agua pluvial discurre sobre estas y son drenadas hacia un mismo punto (Cotler, et al, 2007).

3.2.2 Agua subterránea

El agua subterránea representa una porción significativa de la masa de agua dulce de la Tierra y se almacena en acuíferos que se encuentran debajo de la superficie de la Tierra. El volumen de agua que ingresa al acuífero en un determinado período de tiempo se denomina recarga; Esto es normal cuando se debe a la entrada de precipitaciones o agua corriente. El acuífero también se puede recargar artificialmente. La cantidad de agua presente en un acuífero en un período determinado es el recurso de agua subterránea, y la cantidad de agua presente en un acuífero en un momento determinado es la reserva de agua subterránea (Centro de Formación de la Cooperación Española en La Antigua Guatemala 2017).

3.2.3 Balance Hídrico

El balance hídrico es una herramienta que permite conocer características de la cuenca mediante la aplicación del principio de conservación de la masa o la ecuación de continuidad (Rose, 2004; Essam, 2007), de acuerdo con este principio, cualquier diferencia entre las entradas y salidas deben reflejarse en un cambio en el almacenamiento de agua dentro del área del presupuesto (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 1988; Shimon, 2010).

El cálculo del balance hídrico consiste en cuantificar y sumar los flujos de entrada y salida de la cuenca, así como aquéllos de consumo y retorno que ocurren en su interior, para obtener la variación del volumen de agua durante el intervalo en el que se cuantifican los flujos (Gómez-Reyes, 2013).

- Balance Hídrico de suelos

El balance hídrico en suelos es la suma de las entradas y salidas de agua en un sistema. En el sistema las entradas son por precipitaciones o por escurrimiento de agua que viene de un campo cercano; y las salidas son el escurrimiento, la evaporación y la transpiración de las plantas (INTA, 2013).

- Balance Hídrico de acueductos

De acuerdo con AyA (2019), el balance hídrico de un acueducto consiste en comparar la producción de las fuentes de abastecimiento (pozos y nacientes) contra la demanda de la población

atendida, donde todos los datos tienen que estar brindados en unidades de L/s.

$$\begin{array}{rcccl} \text{Balance} & & & & \\ \text{hídrico} & = & \text{Producción} & - & \text{Demanda} \\ & & \text{fuentes (L/s)} & & \text{actual (L/s)} \\ & & \textit{(Pozo 1 + pozo 2 + naciente...)} & & \textit{(consumo + ANC)} \end{array}$$

Figura 5. Ecuación para el cálculo del balance hídrico de acueductos.

Fuente. AyA, 2019.

El resultado del balance hídrico puede ser positivo, cercano a cero o negativo y se interpreta de la siguiente manera:

- ✓ Balance positivo: implica que existe suficiente oferta hídrica por parte de las fuentes de abastecimiento para satisfacer la demanda actual y futura.
 - ✓ Balance cercano a cero: las fuentes de abastecimiento poseen capacidad hídrica para satisfacer la demanda actual, sin embargo, es insuficiente para adquirir nuevos abonados.
 - ✓ Balance negativo: las fuentes de abastecimiento son insuficientes para suplir la demanda requerida.
- Agua no contabilizada (ANC)

Según Bueno et al. (2020) el agua no contabilizada corresponde a un indicador que representa el porcentaje de pérdidas de agua y refleja la eficiencia con que opera un sistema acueducto.

- Proyecciones de la población y demanda

Proyecciones de la población y demanda: al diagnosticar un acueducto es necesario conocer el crecimiento poblacional para garantizar que no se supere su capacidad hídrica e hidráulica o en otras palabras la disponibilidad del servicio de agua según las definiciones del (AyA, 2017). Para determinar este crecimiento lo ideal es contar con censos poblacionales, en caso de no contar con estos, el AyA establece tanto el factor de hacinamiento como la dotación dependiendo del tipo de población de estudio (Moroney & Hurtado, 2021).

3.3 Percepción social del servicio de agua potable

De acuerdo con Millán, et al. (2008), el estudio de percepción se refiere al análisis de las impresiones que adquiere un colectivo por medio de sus sentidos, específicamente para el presente proyecto, se enfoca en las impresiones ligadas al servicio de agua potable que se les brinda. Estas impresiones se recolectan de manera individual, aplicando instrumentos de recopilación de información, la cual se trata, posteriormente, para su análisis.

3.4 Herramienta GIRA

La herramienta de Gestión Integral de Riesgos en ASADAS (GIRA) ha sido desarrollada mediante el Proyecto “Fortalecimiento de las capacidades de Asociaciones de Acueductos Rurales (ASADAS) para enfrentar riesgos del Cambio Climático en comunidades con estrés hídrico en el Norte de Costa Rica” (ASADAS AYA-PNUD/GEF), que se implementa en una colaboración entre el Instituto Costarricense de Agua y Alcantarillado (AyA) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), con el auspicio del Fondo Global para el Medio Ambiente (PNUD, 2019.)

Por lo tanto, el presente capítulo permite al lector conocer los principales conceptos para el entendimiento de los estudios técnicos que se realizaran en el presente estudio. Donde se menciona puntualmente aspectos fundamentales de las ASADAS, desde el aspecto estructural, como aspectos de abastecimiento. De esta manera permite iniciar los estudios de prefactibilidad que corresponden al capítulo 4.

Capítulo IV. Estudios de Prefactibilidad

4.1 Estudio Legal

Bajo la revisión de las normativas legales que rigen el proyecto y las temáticas que influyen en el desarrollo se expone, bajo el orden jurídico de Costa Rica. Esto con el fin de determinar la viabilidad legal del proyecto (Tabla 4).

Tabla 4. Marco Legal para el plan de fortalecimiento de la ASADA Juan Díaz

Marco Legal	Artículo	Breve Descripción
Constitución política de Costa Rica.	Artículo 50.	En este apartado se menciona que toda persona tiene derecho a un ambiente sano y derecho humano, básico e irrenunciable de acceso al agua potable.
Ley Orgánica del Ambiente N°7554.	Artículo 50.	Se menciona que el agua es de dominio público y la gestión del recurso hídrico es de interés social.
Ley General de la Salud N°5395.	Artículo 267.	Este artículo hace referencia que todo sistema de abastecimiento de agua debe suministrar agua potable, en forma continua, en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades de las personas.
Reglamento de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales N° 42582-S-MINAE.	Artículo 44.	EL artículo indica que las ASADAS deberán contar con un estudio técnico actualizado mediante el cual se determine la capacidad hídrica e hidráulica del sistema administrado.

Reglamento de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales N° 42582-S-MINAE.	Artículo 46.	Se indica que se deberá llevar a cabo las acciones pertinentes para garantizar que todas las nuevas conexiones de servicio se otorguen según sus capacidades hídrica e hidráulica.
Reglamento de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales N° 42582-S-MINAE.	Artículo 47.	Para la sostenibilidad y la garantía del buen funcionamiento del acueducto es primordial que la ASADA lleve a cabo acciones pertinentes según la normativa técnica aplicada.
Código de Ética Profesional del CFIA.	Artículo 1.	Este artículo indica que los ingenieros tienen la obligación de contribuir bienestar humano con una adecuada utilización de los recursos naturales.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022

Con base al marco legal que se rigen para las temáticas que interactúan en el desarrollo del proyecto se interpreta que no existen impedimentos legales para su ejecución, por lo tanto, se considera legalmente viable.

4.2 Estudio Ambiental

Los impactos ambientales que se desarrollan en el proyecto se consideran de muy bajo impacto según la resolución N° 1909-2017-SETENA, donde se desglosa un listado de actividades en el artículo 5 que confirma que el proyecto no afecta significativamente el ambiente de una manera negativo. Además, el proyecto tiene como propósito generar una buena gestión del recurso hídrico para la Asociación administradora del Sistema de acueductos y Alcantarillado de Juan Diaz. Por lo tanto, el proyecto no presenta interferencias en ámbitos ambientales, por lo cual se considera ambientalmente viable.

4.3 Estudio Social

La determinación de la perspectiva del proyecto por partes de los actores claves como la Junta Directiva de la ASADA Juan Díaz, abonados del ASADA y La Municipalidad de Nicoya, permite conocer la existencia de alguna intervención social para su desarrollo. Esto se determinó en primera instancia por medio de una reunión a inicios de marzo en el salón comunal de Juan Díaz (ver anexo 2), que incluyó a la Junta Directiva de la ASADA, al alcalde de la Municipalidad de Nicoya y algunos miembros de la comunidad de Juan Díaz, donde por medio de una exposición por parte de los principales representantes y de aclaraciones de consultas a los abonados, se verificó que se cuenta con la aprobación de la ASADA y de los abonados para la realización del proyecto.

Asimismo, se realizó una entrevista virtual a demás actores claves (Agricultores, Director Escuela Juan Díaz, Encargado de Salón Comunal Juan Díaz, Representante del AyA) donde se logró confirmar un apoyo total de parte de todos los involucrados para la realización del proyecto planteado. Aunado a esto, la Municipalidad de Nicoya tiene dentro de su plan de gobierno el mejorar el abastecimiento de agua potable para todo el Cantón de Nicoya y a eso sumarle que tienen como perspectiva el uso de la información del proyecto para la expansión de la ASADA para el abastecimiento de comunidades circunvecinas como Colas de Gallo, El Jobo, Esperanza Norte y Oriente, ya que estas no cuentan con una ASADA.

Tabla 5. Principales actores sociales clave para la determinación de la percepción social.

Grupo Actores Claves	N° Personas que representan
Junta Directiva ASADA Juan Díaz	6
Representantes de los abonados de la ASADA	20
Agricultores	3
Escuela Juan Díaz	1
Salón Comunal Juan Díaz	1
AyA Nicoya	1
Municipalidad de Nicoya	1

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se logra concluir que mediante el conocimiento de la perspectiva de los actores claves, existe una aprobación de un 100% de los entrevistados en temas sociales para el desarrollo del proyecto.

4.4 Estudio Técnico

Un estudio técnico es de importancia a la hora de desarrollar un proyecto, especialmente para el análisis de la viabilidad a nivel financiero del mismo, ya que este permite que se cuantifiquen los costos de inversiones, y operación, por ejemplo, mano de obra y recursos materiales que se necesiten para llevar a cabo el proyecto (Sapag, et al., 2014). Aunado a esto, realizar una factibilidad técnica permite indicar si se dispone de los conocimientos y habilidades en el manejo de métodos, procedimientos y funciones requeridas para el desarrollo e implantación del proyecto (Cobarrubias, 2016). Por lo que, para comprender mejor este tipo de estudio, se utilizó la metodología brindada por Sapag, et al (2014) (Figura 6).



Figura 6. Insumos requeridos para el proyecto.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

Asimismo, Sapag et al (2014) establece que una parte fundamental del estudio técnico corresponde a la cuantificación del monto de inversiones que contemplen los costos de capital y costos de operación. Dicho lo anterior, se plantean los siguientes costos operacionales del proyecto (Tabla 6).

Tabla 6. Costos técnicos de los componentes necesarios para el proyecto.

Desglose	Valor Total	Financista
Georreferenciación de infraestructura del acueducto	₡ 200,000.00	ASADA, Municipalidad de Nicoya
Análisis hidrológicos, Reportes operacionales, operativos y administrativos	₡ 338,600.00	
Computadora (2)	₡ 800,000.00	Desarrolladores del proyecto
Smartphone (2)	₡ 680,000.00	
Microsoft Excel	₡ -	
QGIS	₡ -	
Epanet	₡ -	
Giras de campo (Transporte y alimentación)	₡ 170,000.00	
Honorarios profesionales (2 ingenieros)	₡ 483,639.00	
Total	₡ 2,772,239.00	

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

Con base a la tabla anterior, cabe destacar que los costos de los softwares de Microsoft Excel, QGIS y Epanet, no tienen costo, debido a que en el caso de Excel utiliza la licencia brindada por la Universidad Nacional de Costa Rica; y en el caso de QGIS y Epanet, ambos son softwares libres. Por otra parte, enfocándose en los costos de los dos ingenieros, se calcularon con base al salario mínimo por día de bachillerato en ingeniería para el año 2022 en Costa Rica, este dato por día se convirtió a horas, obteniendo un monto de ₡4,030.33 por hora para los dos ingenieros, para posteriormente multiplicarlo por las 120 horas de tiempo efectivo que se laborarían. Obteniendo ₡483,639.00 de costo total por la labor de ambos ingenieros.

Aunado a esto, se verifica que se cuenta con las habilidades técnicas necesarias para realizar todo lo estipulado en el proyecto planteado. Por lo tanto, se logra verificar que el proyecto contiene los estudios técnicos requeridos, asimismo estos son asumidos en su totalidad. Por lo que se concluye que el proyecto cuenta con todos los insumos requeridos para su realización, por ende, técnicamente el proyecto es viable.

4.5 Estudio Financiero

La evaluación económica financiera constituye la etapa del Estudio de Factibilidad donde se miden en qué magnitud los beneficios obtenidos con la ejecución del proyecto superan los costos y gastos en que se incurren (Rodríguez & Abdel, 2019). Por lo que realizar estudios de factibilidad económica permiten brindar una propuesta de acción para resolver un problema práctico o satisfacer una necesidad. Es indispensable que dicha propuesta se acompañe de una investigación, que demuestre su factibilidad o posibilidad de realización (Arias, 2006). Por lo que es indispensable la elaboración de un estudio financiero, que permita conocer todos los costos que se llevarían a cabo para el desarrollo del proyecto planteado.

Tabla 6. Presupuesto total del proyecto.

Categoría de Costo	Desglose	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total	Observaciones	Financista
Directo	Datos requeridos	€538,600.00	1	€538,600.00	Georreferenciación de acueducto, Reportes operacionales, Operativos y Administrativos	ASADA y Municipalidad de Nicoya
	Equipo de trabajo	€1,580,000.00	1	€1,580,000.00	Computadora, Smartphone, Excel, QGIS, Epanet	Desarrolladores del proyecto
Indirecto	Ingeniería	€4,030.33	120	€483,639.00	Honorarios de los dos ingenieros	
	Giras	€34,000.00	5	€170,000.00	2 tiempos de comida+transporte	Municipalidad de Nicoya
Otros	Imprevistos	5%		€138,611.95		
	IVA	13%		€378,410.62		
	Total			€3,289,261.57		

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

De acuerdo con la tabla 7 el presupuesto los egresos se divide en costos directos, los cuales incluyen gastos de los datos necesarios para el estudio, como lo son la georreferenciación del acueducto, los análisis hidrológicos (aforos, informes de calidad de aguas, reportes de consumo, entre otros), reportes operacionales, operativos y administrativos; aunado a esto, se encuentra el equipo de trabajo, los cuales se atribuyen a dos computadoras, dos smartphones, y los softwares de Excel, QGIS y Epanet.

Por otra parte, los costos indirectos se asocian a los gastos de los honorarios por el estudio de parte de los dos ingenieros desarrolladores del proyecto y los costos por las giras a la zona de estudio, que incluye dos tiempos de comida y viáticos. Aunado a esto, para comprender de una manera más sencilla los costos totales y los financistas se brinda la siguiente figura.

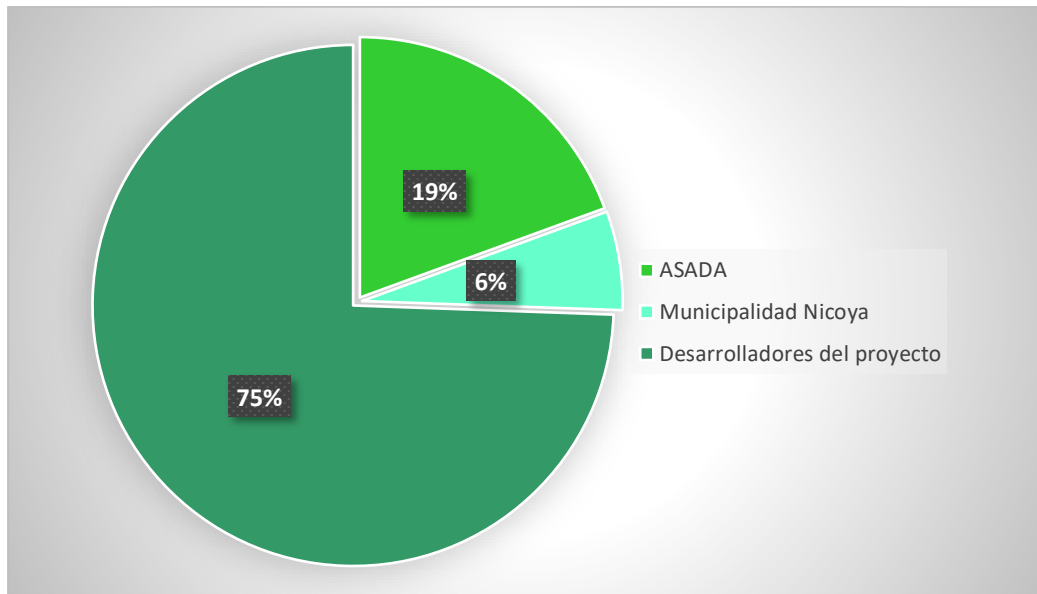


Figura 7. Distribución del financiamiento del proyecto.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

Cabe destacar que el proyecto tiene un costo total de **Q3,289,261.57**. A pesar del alto costo, se comprende que los beneficios superan los costos, ya que, al realizar este proyecto, funcionaria como base para mejorar el funcionamiento de la ASADA y su posible expansión, beneficiando así a todo el sector de los pueblos altos del cantón de Nicoya.

Con base a lo expuesto anteriormente, se logra observar que el proyecto cuenta con todos los insumos necesarios para la elaboración del proyecto, y que el monto total de proyecto cuenta con el financiamiento requerido, por lo que se concluye que el proyecto tiene viabilidad financiera.

De acuerdo con los análisis del presente capítulo, se logró concluir que este proyecto es viable para elaborarse en todos sus ámbitos (estudio legal, ambiental, social, financiero y técnico). Por ende, dicho proyecto cumple con todos los requisitos para poder realizarse. En el siguiente capítulo se presentarán los procesos metodológicos a aplicar para alcanzar los objetivos de este estudio.

Capítulo V. Metodología

Este capítulo aborda la metodología a emplearse para la realización del presente proyecto. En este apartado se plantean los elementos generales de la metodología, que incluye el tipo de investigación, el método de investigación y las etapas de la investigación. Aunado a esto, se aborda un cronograma con las actividades a realizarse con el fin de cumplir con los objetivos propuestos para la ejecución del presente proyecto.

5.1 Tipo de investigación

De acuerdo con la recopilación bibliográfica realizada y los enfoques del proyecto, se determinó que la investigación a realizarse se cataloga como correlacional y de tipo aplicada. Como correlacional debido a que este tipo de metodología analiza, evalúa y describe las relaciones que existen entre las variables y conceptos que engloban un suceso o problemática, por lo que en este proyecto se refleja cómo las variables que se determinaron pueden dar solución al problema existente en la ASADA de Juan Díaz (Campos, 2017).

Así mismo, se cataloga de tipo aplicada, ya que busca descubrir estrategias que se puedan utilizar para afrontar una problemática específica y emplea la revisión bibliográfica o teoría para crear conocimiento aplicable (Significados, 2021). Esto enfocado en que la idea del proyecto es brindar información que sea de utilidad para la ASADA para afrontar el problema presente, cumpliendo con la idea de la investigación de tipo aplicada.

5.2 Método de investigación

De acuerdo con la naturaleza del proyecto, este presenta dos tipos de información; en primer lugar, de tipo cualitativo, donde se menciona características cualitativas de la zona de estudio, como lo es la observación de la infraestructura presente del acueducto, y la aplicación de entrevistas y encuestas a lo largo del proyecto. Por otra parte, información de tipo cuantitativa, debido a que se tomarán datos de aforos, micromedidores de consumo, reportes de calidad de agua y sobre la georreferenciación de la infraestructura del acueducto, con el fin de generar datos cuantitativos que permitan determinar el estado hídrico en la ASADA. Por ende, con base a lo

expuesto anteriormente, el desarrollo del proyecto presenta una metodología mixta.

5.3 Métodos y herramientas

Debido a la naturaleza del proyecto, para la elaboración de este se requiere del seguimiento cronológico de los pasos a desarrollarse, los cuales se detallan en las siguientes subsecciones.

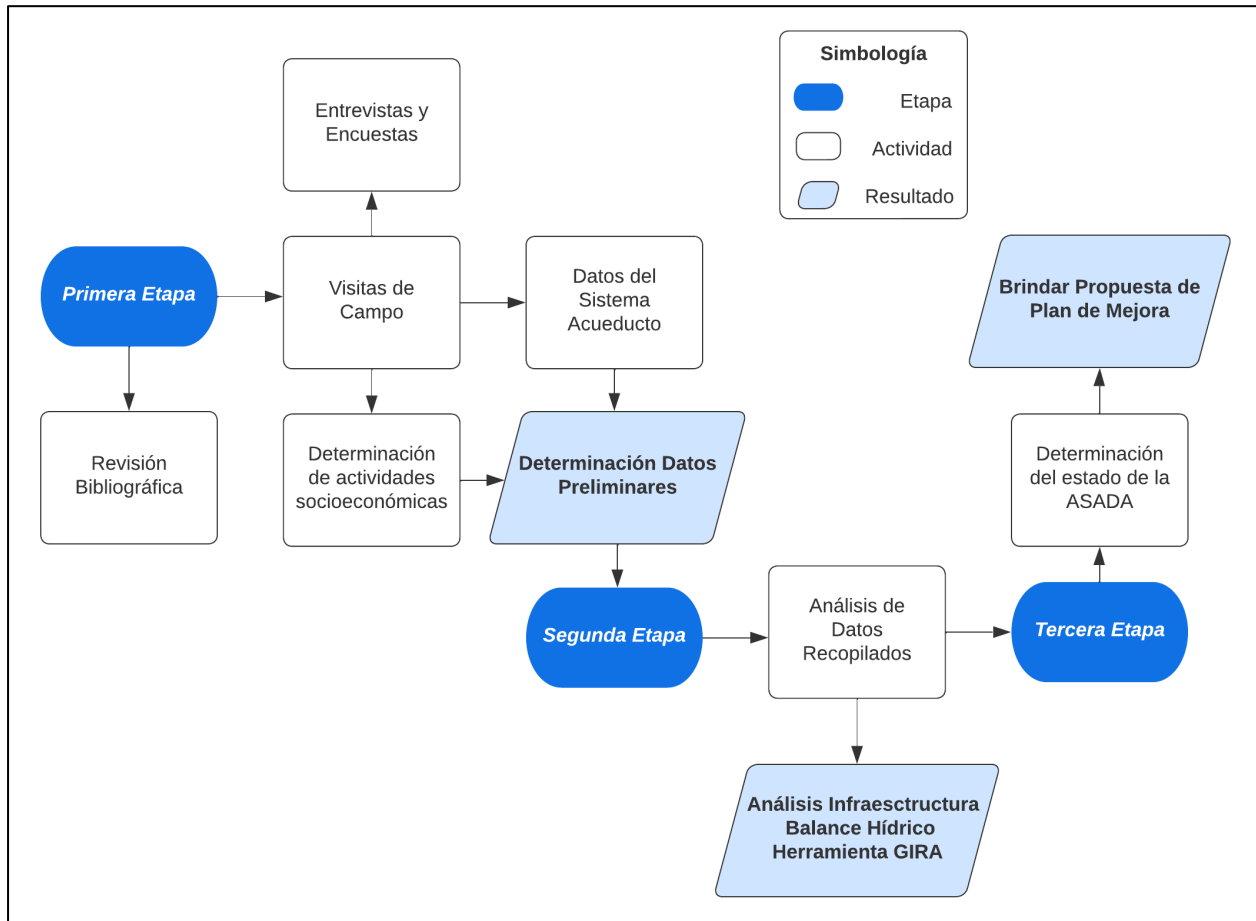


Figura 8. Diagrama de flujo de la investigación.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

5.3.1 Recopilación de Datos

La etapa inicial del proyecto consiste en la recopilación de datos para la aplicación de los diferentes estudios a realizarse, como lo es la herramienta GIRA y el balance hídrico de acueductos (Figura 9).



Figura 9. Determinación de los datos base.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

5.3.2 Herramienta GIRA

La metodología de la herramienta GIRA se basa en el análisis de las insuficiencias que presente la ASADA, la cual se fragmenta en seis etapas.

- Caracterización del sistema

Consiste en la descripción detallada de los componentes de la ASADA, mediante una ficha técnica y un mapa de riesgo de la ASADA. Cabe destacar que la ficha técnica consiste en registrar la información sobre el sistema de acueducto de la ASADA específicamente la ubicación y características de los elementos del sistema y las fuentes de abastecimiento. Asimismo, la elaboración de mapa de riesgos radica en determinar las amenazas antropogénicas, componentes del ambiente de la comunidad y los elementos que componen el sistema de acueductos y alcantarillados.

- Análisis de Vulnerabilidad

Consiste en analizar la susceptibilidad de cuatro aspectos de la ASADA como operatividad, aspecto sanitario, administrativo e infraestructura. Previamente la operatividad analiza el nivel de manejo del mantenimiento, operatividad del sistema, los procesos del acueducto y bitácoras del control. Por otra parte, el aspecto sanitario se fundamenta en determinar su vulnerabilidad a partir de sello de calidad y análisis de componentes del sistema. El sello de calidad es una iniciativa del Laboratorio Nacional de Aguas que consiste en la puntuación según el cumplimiento de requisitos de la ASADA. Asimismo, el análisis de los componentes consiste en determinar el estado de los componentes del sistema. Aunado a esto, la parte administrativa se evalúa en base a la gestión administrativa que se realice en la ASADA y las vulnerabilidades que la limitan a prevenir, atender y mitigar posibles riesgos. Por último, el aspecto de infraestructura enfoca su evaluación a las condiciones físicas en las que se encuentra la infraestructura, si ha cumplido o no su vida útil, si se conoce las especificaciones técnicas de las partes y su ubicación exacta.

- Análisis de amenazas

Este análisis radica en evaluar las amenazas en dos etapas la primera consiste en determinar las amenazas en las subcuencas de la ASADA donde se analiza las consecuencias de las amenazas sobre la infraestructura y el servicio, calculando el grado de consecuencia (Bajo, Medio, Alto, Muy alto o catastrófico). Asimismo, la evaluación de preparativos ante emergencia en la cual se evalúa el grado de preparación de la ASADA para responder ante emergencias, si tienen o no identificadas fuentes alternativas de agua, si mantiene un fondo económico para emergencias, si tienen protocolos de comunicación hacia la comunidad, AyA, ORAC.

- Valoración de riesgos y prioridades

A partir de los resultados de las etapas anteriores se obtiene el grado de vulnerabilidad, se identifican las partes frágiles para su mejora y se prioriza las acciones de mejora y medidas de mitigación.

- Administración de riesgos

En este apartado se consolidan las decisiones y se concretan en un plan separado en dos

apartados el primero son las medidas correctivas y la segunda son medidas preventivas. Cabe destacar que las medidas de correctivas corresponden a implementar las correcciones y mejoras en la infraestructura y mantenimiento del sistema según las necesidades identificadas en la sección de análisis de riesgos. Asimismo, las medidas preventivas corresponden a crear proyectos estratégicos de prevención y mitigación de riesgos, que se plantean luego del estudio de las amenazas y procuran fortalecer considerablemente a la ASADA ante una amenaza.

- Documento

A partir de los apartados anteriores se genera los siguientes documentos

- ✓ Descripción de la ASADA (Caracterización)
- ✓ Evaluación Integral de Riesgos (Análisis)
- ✓ Plan GIRA (Gestión de Riesgos) (Figura 10)

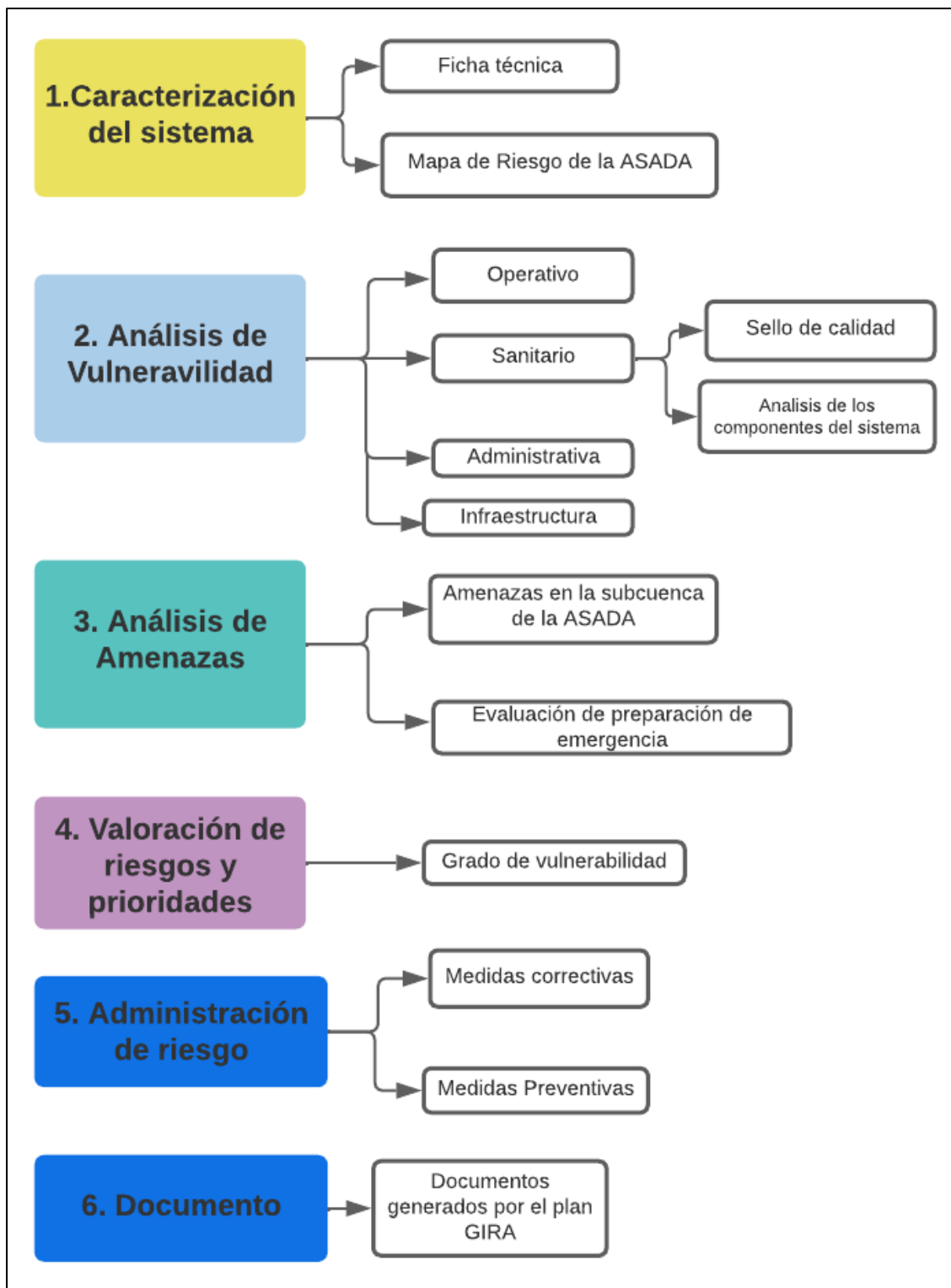


Figura 10. Metodología de herramienta GIRA

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

5.3.3 Balance Hídrico de Acueductos

Para realizar a cabo el balance hídrico de acueductos, se utilizará los registros de aforo de la fuente de abastecimiento (pozo), este dato será utilizado como fuente de entrada; por otra parte se utilizará los datos del consumo mensual de los abonados como fuente de salida, dicho valor será obtenido por medio de los resultados de los datos de los micromedidores de consumo. Posteriormente se realizará una resta entre ambos datos, y la diferencia entre estos dos valores será considerada el resultado del balance.

Donde: $Balance\ Hídrico = Entradas\ (pozo)_{L/s} - Salidas\ (demanda\ actual)_{L/s}$

Ecuación 2. Calculo balance hídrico de acueductos.

Cabe destacar que, para la obtención de los aforos, se obtendrá por medio de datos ya brindados por la ASADA. Asimismo, con respecto a los datos de la demanda, se utilizará como base los datos brindados por la ASADA con respecto a los consumos mensuales de los abonados vigentes. Aunado a esto, para desarrollar el análisis de sostenibilidad a futuro del recurso hídrico presente en la ASADA de Juan Díaz, se utilizarán datos de proyección poblacional de 20 años, obtenidos por medio del Instituto Nacional de Estadística y Censos, y de esta manera se estima la demanda hídrica en la ASADA en un futuro de 20 años, para asegurarse preliminarmente, de estimar la capacidad de la fuente actual de abastecimiento de agua potable, con el fin de determinar si es necesario la utilización de nuevas fuentes de agua potable.

5.3.5 Elaboración de Propuesta de Plan de Mejora

Para la elaboración del presente apartado, se utilizaron como base los resultados obtenidos, con el fin de determinar el estado actual de la ASADA, y de esta manera realizar una revisión bibliográfica junto con los conocimientos técnicos necesarios para brindar algunas medidas estratégicas que permitan mejorar el gestionamiento hídrico presente en la ASADA Juan Díaz.

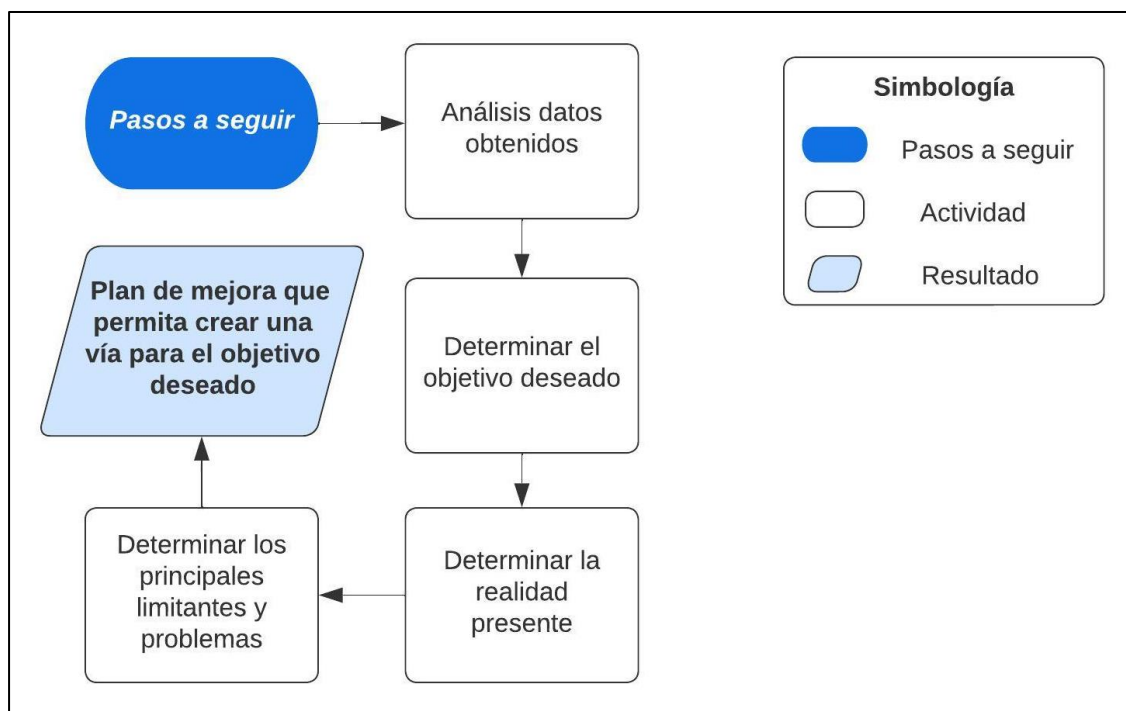


Figura 11. Diagrama del proceso para la elaboración del plan de mejora.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

Con base a la figura anterior, se parte de los resultados obtenidos, para comprender la situación de la ASADA en análisis, aunado a esto, se plantea el objetivo deseado, el cual es brindar un funcionamiento más eficaz del recurso hídrico. Posteriormente, se determina el estado real con el funcionamiento del recurso hídrico, para así determinar los principales problemas en la ASADA. Para finalmente, poder tener el conocimiento necesario para brindar algunas medidas estratégicas que permitan crear una vía a la ASADA, para que en un futuro puedan aproximarse al objetivo deseado.

5.4 Relación entre objetivos y el diseño metodológico

Con respecto al diseño metodológico, se brinda la siguiente tabla que permite observar la metodología a emplearse para el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Este apartado detalla simplificada mente cual es el método por utilizarse para el desarrollo de los objetivos del proyecto.

Tabla 7. Métodos de obtención para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Objetivo Específicos	Método de obtención
Realizar una recopilación de información técnica presente en el acueducto, para conocer los principales riesgos y peligros que afecten el funcionamiento de la ASADA, mediante visitas de campo.	Fuentes Bibliográficas, Visitas de campo, Fotos.
Diagnosticar las condiciones operacionales en la ASADA Juan Díaz, aplicando el instrumento “GIRA (Plan de Gestión Integral del Riesgo para ASADAS)”.	Visitas de Campo, Datos de la ASADA, Aplicación de la herramienta Gira, QGIS, Excel.
Analizar la oferta y demanda del recurso hídrico para determinar la sostenibilidad técnica del servicio de agua potable en la ASADA, mediante la aplicación del balance hídrico de acueductos.	Datos Censo, datos de la ASADA, Metodología del AyA.
Brindar la propuesta de plan de mejora del gestionamiento hídrico de la ASADA, mediante la sistematización de los datos analizados.	Análisis por medio de los datos obtenidos, Fuentes Bibliográficas.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

5.5 Cronograma de Gantt y presupuesto

Actividades	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre				Noviembre			
	mes	mes	mes	mes	mes	mes	mes	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4
Diagnóstico de estructuras															
Balance Hídrico Acueductos															
Obtención de datos oferta y demanda															
Balance															
Herramienta Gira															
Caracterización del Sistema															
Análisis de Vulnerabilidad															
Análisis de Amenazas															
Valoración de riesgos y prioridades															
Administración de riesgos															
Documento															
Propuesta de Plan para la ASADA															

Figura 12. Diagrama de Gantt con actividades para el desarrollo metodológico.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

El proyecto cuenta con presupuesto total de ¢3,289,261.57, el desglose se encuentra en la tabla 6 donde se indica los costos directos e indirectos que se generan en el desarrollo del proyecto.

Capítulo VI. Resultados y Discusión

Por medio de la metodología planteada, se mostrarán los principales resultados obtenidos durante la ejecución del presente proyecto. Los resultados se presentan en cinco fases, las cuales se desarrollan a lo largo del presente capítulo.

6.1 Resultados de la revisión bibliográfica e información de línea base

Previamente, enfocándose en el diseño metodológico del proyecto, se procedió a realizar la primera parte para obtener los resultados necesarios, los cuales se basaron en los procesos de recopilación y revisión de los datos, para la correcta implementación de los procesos a aplicarse. Para dicha recopilación, se brindaron las debidas solicitudes a la ASADA Juan Díaz y a la Oficina Regional de Acueductos Rurales (ORAC), por medio de una reunión de ambas partes (Tabla 9).

Tabla 8. Datos y herramientas recopiladas para el desarrollo del proyecto.

Datos y Herramientas	
ASADA	ORAC
Micro medición	Estudio Técnico
Informes de Calidad de Aguas	Herramienta Balance Hídrico
Cantidad de abonados activos	Herramienta GIRA
Prueba de bombeo	

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

De acuerdo con los datos proveídos por la ASADA, para la obtención de estos, inicialmente la ASADA brindó un informe con los datos de micro medición, así mismo, se realizó una visita de campo para corroborar dicha información, obteniendo que la comunidad dispone de 96 abonados activos. Posteriormente la ASADA realizó una solicitud al laboratorio Bioanalítica, para la aplicación de un análisis de calidad de aguas, para el cual se verificó que la totalidad de los parámetros analizados cumplieran con lo establecido, de acuerdo con el “Reglamento para la calidad del agua potable” N°38924-S. Por último, para los análisis de oferta hídrica, se solicitó una prueba de bombeo actualizada del pozo de la ASADA, sin embargo, no se logró realizar, por lo que se tomó como base la última prueba de bombeo realizada en la comunidad.

Enfocándose en las herramientas brindadas por la ORAC, por medio de una reunión establecida se brindó toda la información necesaria, para la aplicación del proyecto. Se realizó una lectura del Estudio Técnico y herramienta GIRA, con el fin de comprender todos los pasos a ejecutarse. Por último, con respecto a la herramienta del balance hídrico, se utilizó como referencia; es decir, se utilizó para verificar los cálculos realizados por los desarrolladores y su coincidencia con los resultados obtenidos de la herramienta del AyA.

6.2 Resultados de la investigación de campo

Para el desarrollo del proyecto fue necesario realizar diferentes visitas de campo, en las cuales se obtuvieron diferentes resultados que se dividen en tres apartados. Inicialmente, se enfocan en la infraestructura actual, la cual permitió tomar la evidencia necesaria para realizar un diagnóstico técnico de la operación del acueducto. Seguidamente se enfoca en las encuestas a algunos abonados y junta directiva de la ASADA para la aplicación de la percepción social de la comunidad hacia el funcionamiento de la ASADA y por último, en los datos de oferta y demanda hídrica para la aplicación de un balance hídrico.

6.2.1 Diagnóstico técnico de la operación del acueducto

La ASADA de Juan Díaz cuenta con un pozo perforado registrado en SENARA a nombre del AyA, identificado como DI 230. La estructura con la que cuenta Juan Diaz, incluye inicialmente un pozo. El pozo se encuentra encamisado con una tubería de PVC de 150 mm de diámetro. De acuerdo con los datos brindados por la ASADA, se determinó que la bomba y el motor es modelo 2006, Marca Franklin Electric con una potencia de 3 HP, caja de Arranque de 3 HP Franklin Electric y un Panel de Control 3 HP Simplex con control por baja producción, para evitar el daño del motor y la bomba. Aunado a esto, el equipo para el funcionamiento del pozo se encuentra ubicado en una caseta techada.



Figura 13. Pozo de bombeo de la ASADA Juan Díaz.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

Por otra parte, la cachera de descarga del pozo se encuentra construida en PVC, esta cuenta con un switch y manómetro 0-160 psi, una unión de tope de PVC, una válvula de bola y una cachera para la descarga de agua. Aunado a esto, se logra observar posteriormente el enterrado de la tubería de la línea de impulsión para el llenado del tanque. De acuerdo con la ASADA la tubería de impulsión cuenta con un SDR-26 de 50 mm de diámetro y tiene una longitud aproximada de 697 metros, además el sistema cuenta con boya mecánica para el llenado automático del tanque.

Se logró determinar algunos déficits en el diseño y estado de la tubería de la cachera de descarga del pozo, observando que la cachera no cuenta con check para evitar el regreso del agua

en caso de que la bomba no esté en funcionamiento. Con respecto a la ubicación del manómetro y switch de presión, se observa que al ubicarse antes de la unión de tope, esto complica la extracción del equipo y el mantenimiento de este. Así mismo, se observa que la tubería no cuenta con un soporte para brindar mayor sostén, como lo es un dado de concreto u otro. Por último se observaron muchos cambios en la estructura original, lo cual es resultado de un mal manejo de la estructura (Figura 14).



Figura 14. Cachera de descarga del pozo de Juan Díaz.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

El almacenamiento del acueducto es de un tanque de concreto semienterrado, ubicado en las coordenadas 331 598 este y 1 124 541 norte del sistema de coordenadas geográficas CRTM05, a una elevación aproximada de 704.7 msnm. El tanque es de aproximadamente 46 m³ de capacidad

de almacenamiento. El agua ingresa desde la línea de impulsión hacia el tanque y de ahí se distribuye a la red de Juan Díaz.



Figura 15. Tanque abastecimiento de la ASADA Juan Díaz.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

Se lograron encontrar algunos sectores del tanque que se encuentran con deterioros severos, verificando fisuras y grietas, lo cual expone al tanque a posibles afectaciones del recurso hídrico y que existan posibles pérdidas de agua (Figura 16). Aunado a esto, se identificó que el tanque no posee una malla de protección que evite el acceso de terceros a la zona (animales, niños vándalos). Lo cual puede complicar la situación debido a que el tanque no es impermeable debido a las fisuras, siendo así vulnerable ante una posible contaminación orgánica.



Figura 16. Daños ubicados en el tanque abastecimiento de la ASADA Juan Díaz.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

El acueducto de Juan Díaz utiliza un sistema de desinfección por cloración, el cual está ubicado en la parte superior del tanque. El sistema consiste en una cloración por medio de pastillas, colocadas en un tubo con un flujo de agua continuo, el cual luego es introducido de nuevo al tanque por goteo para la dosificación requerida del cloro. Sin embargo, la ASADA actualmente no está utilizando el sistema de cloración debido a quejas de los usuarios, ya que estas mencionaron que el agua presentaba sedimentos y un mal sabor.



Figura 17. Sistema de cloración del tanque.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

Por último, se determinó que la infraestructura de abastecimiento cuenta con 6197 m de tubería con diámetros en su mayoría de 37 a 50 mm. Cabe desatacar que no se cuenta con alcantarillado sanitario para la recolección de las aguas residuales, que de acuerdo con datos del INEC 2011, se disponen en su totalidad por medio de tanques sépticos. Tampoco se cuenta con alcantarillado pluvial, solamente con algunos tramos con cunetas para canalizar el agua de la calle principal.

6.2.2 Percepción social de los abonados y actores claves

De los principales resultados obtenidos de la encuesta realizada, se observa la respuesta de los encuestados acerca de la calidad del agua potable que llega a los hogares de cada uno de ellos, enfocándose en el olor, sabor y calidad del agua. Se obtuvo un 100% de aprobación con respecto al olor del agua. Así mismo, tanto para el sabor como para la calidad del agua potable brindada, se obtuvo un 94% de aprobación (Figura 18).

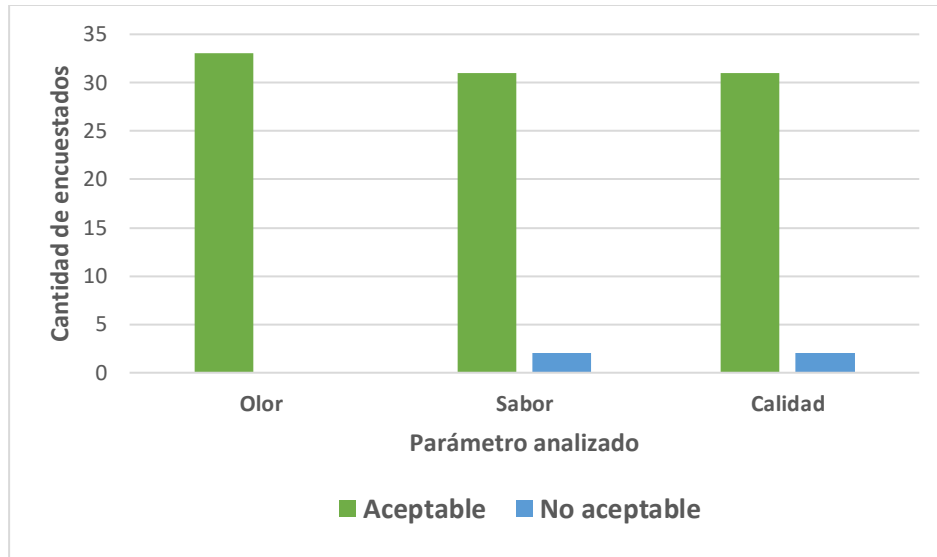


Figura 18. Clasificación del servicio de agua potable de Juan Díaz, según encuestados.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

Aunado a esto, de los resultados obtenidos de la encuesta sobre la eficiencia del servicio de agua potable, se obtuvo un total de 88% de respuestas afirmando que el servicio es continuo contra un 12%, que mencionó que suelen ocurrir fugas, las cuales generan un desabastecimiento del servicio de agua potable en la comunidad. Cabe destacar que de acuerdo con miembros de la ASADA, cuando estas interrupciones ocurren, las horas que desactivan el servicio de agua potable, son horas de la noche, donde la demanda es menor.

6.2.3 Balance Hídrico

- Demanda Hídrica

Actualmente la ASADA cuenta con una micro medición del 100%, con 96 medidores instalados, lo cual indica que la ASADA para el año 2022 brinda 96 servicios activos para el abastecimiento hídrico. Aunado a esto, los datos de consumo fueron facilitados por la ASADA y estos van desde mayo del 2022 a septiembre del 2022. Obteniendo un consumo mensual promedio de aproximadamente 1193 m³, mientras que el promedio de consumo por servicio es de aproximadamente 12.43 m³ al mes.

Para la determinación de la cantidad de servicios, se realizó una revisión de los micromedidores instalados, los cuales fueron 96 en total, de ellos 5 eran en instituciones (Ebais,

Escuela, Salón Comunal, Iglesia Católica e Iglesia Cristiana) y 91 en las casas de los abonados de la ASADA (Tabla 10).

Tabla 9. Determinación de la cantidad de servicios brindados por la ASADA Juan Díaz, Nicoya, Guanacaste.

Cantidad de Servicios	Cantidad
Institucionales	5
Domiciliares	91

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

Posteriormente, con base en los resultados obtenidos de los micromedidores se logró determinar el consumo promedio de los servicios brindados por la ASADA, obteniendo que para las instituciones presentes en la comunidad, se consume aproximadamente 42 m³, los cuales la Escuela de Juan Díaz consume la mayor parte de este (33 m³) y para los servicios domiciliars se obtuvo un aproximado de 1151 m³ (Tabla 11).

Tabla 10. Determinación del consumo mensual de los servicios brindados por la ASADA Juan Díaz, Nicoya, Guanacaste.

Servicios del Acueducto	Consumo (m ³)
Institucionales	42
Domiciliares (activos)	1151

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

Por último, con base en el INEC, se verificó que para la comunidad en estudio, un factor de hacinamiento de 3.41, obteniendo que la población servida es de 327 personas, y con dichos datos de demanda, se logró realizar un resumen de los consumos presentes en la ASADA, obteniendo que el consumo promedio por habitante en la zona es de 122.32 L/día.

De acuerdo con la información de consumo real, se estimó que la dotación neta por habitante es de 122.37 L/p/día, sin embargo, de acuerdo con el documento Normas de Diseño de

Agua Potable del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) del 2011, cuando no existan datos de los patrones de consumo y demanda de la localidad en estudio, se recomienda utilizar en poblaciones rurales de más de 100 viviendas, dotaciones entre 180 y 300 L/p/d.

Por lo cual, para el caso de Juan Díaz, conociendo que la demanda medida es más baja que la indicada en el manual, se considera utilizar 126 L/p/d para realizar un diseño más conservador y adecuado a la realidad que atraviesa la comunidad y al cambio climático. Además, de acuerdo con los criterios de diseño de acueductos rurales, es recomendable considerar un 25% de agua no contabilizada. En este caso se utilizó un porcentaje de A.N.C. del 30%, pues no se cuenta con un macromedidor para medir el flujo de agua y se trata de un acueducto antiguo y de tipo rural, por lo que se dificulta el seguimiento técnico del mismo, obteniendo finalmente una dotación de 163.8 L/p/d en la comunidad de Juan Díaz.

Tabla 11. Determinación de los consumos detallados de la ASADA Juan Díaz, Nicoya, Guanacaste.

Parámetro	Consumo
Consumo mensual de la ASADA (m ³)	1193
Consumo diario ASADA (m ³)	40
Consumo promedio diario por abonado (m ³)	0.414
Cantidad de servicios	96
Consumo real por habitante (L/d/p)	122.32
Dotación (L/d/p)	163.8

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

- Caudal de diseño

Para la determinación del caudal presente en la ASADA, se dispone inicialmente de determinar el caudal promedio, caudal máximo diario y caudal máximo horario. Estos cálculos son necesarios para la correcta aplicación del balance de aguas.

Inicialmente se debe determinar el caudal promedio de la ASADA, este se calcula de la

siguiente manera:

$$Q_{\text{prom}} = \frac{\text{Pob.servida} \times \text{Dotación bruta}}{86400}$$

$$Q_{\text{prom}} = \frac{327 \times 163.8}{86400} = 0.62 \text{ L/s}$$

Aunado a esto, es importante determinar el caudal máximo diario, el cual se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{\text{máx diario}} = 1.2 \times Q_{\text{promedio}}$$

$$Q_{\text{máx diario}} = 1.2 \times 0.62 \text{ L/s} = 0.744 \text{ L/s}$$

Por último, para la determinación del caudal máximo horario, es necesario realizar los siguientes cálculos:

$$Q_{\text{máx horario}} = 1.8 \times Q_{\text{máx diario}}$$

$$Q_{\text{máx horario}} = 1.8 \times 0.744 \text{ L/s} = 1.339 \text{ L/s}$$

Por lo cual, para el presente caso, se realiza una proyección de 20 años, para valorar la producción y demanda en la comunidad. En dicho caso se utilizó como referencia la herramienta de la Calculadora para balances hídricos del AyA, en el cual se logró determinar que para la comunidad de Juan Díaz, se estima un crecimiento poblacional de un 0.91%, debido a que dicho porcentaje de crecimiento poblacional anual corresponde al valor reportado por el INEC (2011). (Figura 20).

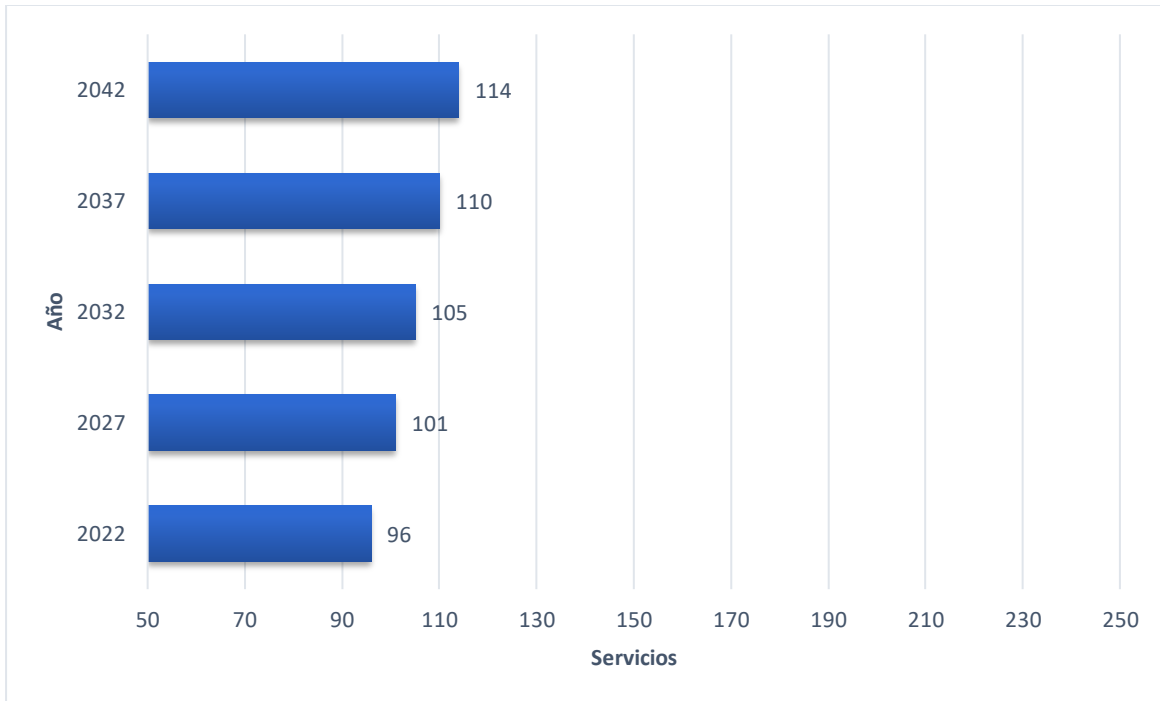


Figura 20. Cantidad de servicios en una proyección de 20 años en la comunidad de Juan Díaz.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

De acuerdo con las estimaciones anteriores, se logró calcular la demanda hídrica para la ASADA Juan Díaz en los próximos 20 años, y de esta manera tener un mejor panorama de cómo se comportaría el requerimiento hídrico en la ASADA, esto se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 12. Determinación de los consumos de la ASADA Juan Díaz en una proyección a 20 años.

Parámetro	Año				
	2022	2027	2032	2037	2042
Caudal Promedio (L/s)	0.62	0.65	0.68	0.71	0.73
Caudal Máximo Diario (L/s)	0.74	0.78	0.81	0.85	0.88
Caudal Máximo Horario (L/s)	1.34	1.4	1.46	1.52	1.58

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

- Oferta Hídrica

La ASADA Juan Díaz dispone de un pozo, el cual de acuerdo con el último aforo realizado en el año 2018 por el Geólogo Alexander Padilla Porras, este pozo cuenta con una producción de 2,83 L/s explotables por 16 horas diarias (ver anexos). Sin embargo la concesión que dispone el pozo de acuerdo con Dirección de aguas es de 1.16 L/s (ver anexos), por lo cual se valora para motivos del presente estudio, tomar como referencia que la oferta hídrica de la ASADA es de **1.16** L/s.

Por lo cual, se procede a calcular el balance hídrico de la ASADA Juan Díaz para el año 2022 y concluyendo en el año 2042, con el fin de prever el comportamiento en la ASADA y que las decisiones tomadas se ajusten a la disponibilidad hídrica, propiciando un accionar orientado a la sostenibilidad. Dichos resultados pueden observarse en la tabla 14.

Tabla 13. Determinación del Balance Hídrico en la ASADA Juan Díaz, Nicoya, Guanacaste.

Resultados del Balance Hídrico					
Proyecciones					
Año	Servicios	Demanda (L/s)	Producción (L/s)	Balance Hídrico (L/s)	Interpretación
2022	96	0.74	1.16	0.42	URGENTE: buscar nuevas fuentes
2027	101	0.78	1.16	0.38	URGENTE: buscar nuevas fuentes
2032	105	0.81	1.16	0.35	URGENTE: buscar nuevas fuentes
2037	110	0.85	1.16	0.31	URGENTE: buscar nuevas fuentes
2042	114	0.88	1.16	0.28	URGENTE: buscar nuevas fuentes

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

Aunado a lo anterior, se realizó el siguiente gráfico para analizar el comportamiento de la oferta y demanda hídrica en la comunidad en los 20 años de proyección, verificando que, conforme al crecimiento poblacional, la demanda aumenta y genera que cada vez exista menor capacidad de la ASADA para abastecer de manera sostenible a la comunidad de Juan Díaz. Si bien es cierto que la ASADA de Juan Díaz dispone del recurso suficiente para mantener un balance positivo, se

identificó que la oferta es escasa para brindar nuevos servicios, por lo cual es urgente que se realice una prueba de bombeo para actualizar los datos de oferta hídrica, ya que en caso de que el pozo tenga una mayor capacidad, se va poder actualizar este balance y en caso de que no exista mayor capacidad hídrica, proceder a realizar la búsqueda de una nueva fuente de agua potable (Figura 21).

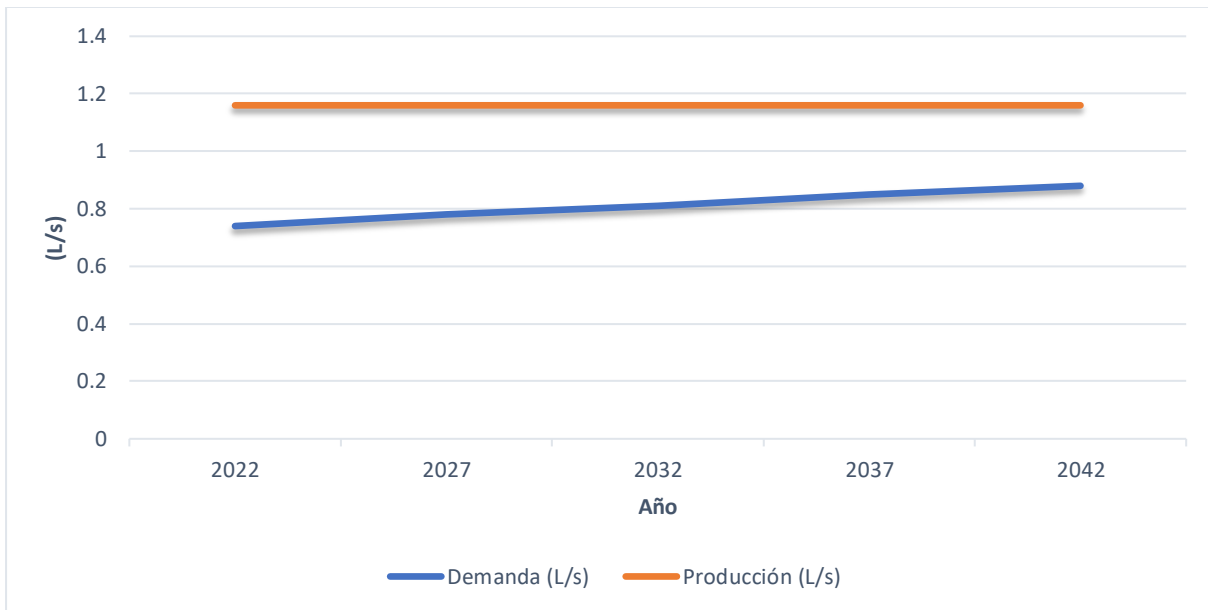


Figura 21. Balance Hídrico con una proyección de 20 años en la comunidad de Juan Díaz, Nicoya, Guanacaste.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022

De acuerdo con lo observado en el figura anterior, se verifica el comportamiento a lo largo del tiempo entre la producción y demanda de agua en la comunidad de Juan Díaz. Dicho comportamiento ejemplifica como la comunidad sí dispone del recurso para abastecer la demanda actual. Sin embargo, se comprende que la cantidad de usuarios es sumamente pequeña, la cual si incrementa más de lo habitual en este lapso de 20 años, puede llegar a surgir un déficit en la disponibilidad hídrica, lo cual sumado a la complejidad que tiene la zona debido a la alta vulnerabilidad, puede ocasionar que la comunidad sufra de un estrés hídrico. Por lo cual se recomienda actualizar los estudios de oferta hídrica, para corroborar que la ASADA de Juan Díaz puede disponer del suficiente recurso hídrico para abastecer a su comunidad para los próximos 20 años sin ninguna afectación.

- Capacidad de Almacenamiento.

Para la determinación de la capacidad de almacenamiento requerida en la ASADA de Juan Díaz, se utiliza como referencia las normas de AyA, en la cual para determinar el volumen del tanque de almacenamiento, es necesario determinar el volumen de regulación de consumo, volumen contra incendios y el volumen de reserva por interrupciones. Por lo que es necesario utilizar la siguiente ecuación:

$$V = V_{\text{reg}} + V_{\text{inc}} + V_{\text{int}}$$

✓ *Volumen de Regulación de Consumo*

De acuerdo con las normas de AyA, en los criterios de diseño para acueductos rurales, el volumen de regulación de consumo se brinda con la siguiente ecuación = $Q_{pd} \times 86.4 \times F. A.$

Donde F. A= Es el factor de almacenamiento, el cual corresponde a un 14%

$$V_{\text{reg}} = 0.62 \times 86.4 \times 0.14 = 7.5 \text{m}^3$$

✓ *Volumen contra incendios*

Para la determinación del volumen contra incendios, se utilizó como referencia lo establecido en la Ley 8641 “Ley de Hidrantes”, donde se menciona que como volumen mínimo contra incendios se debe asignar un volumen de 22 m³.

✓ *Volumen de reserva por interrupciones*

Con respecto al volumen asignado de reserva por interrupciones, este es el volumen que corresponde a un periodo de cuatro horas del caudal promedio diario. Por lo tanto se determina con la ecuación:

$$V_{\text{int}} = Q_{pd} \times 86.4 \times \frac{4}{24}$$

$$V_{\text{int}} = 0.62 \times 86.4 \times \frac{4}{24} = 8.93 \text{ m}^3$$

Con base en los cálculos anteriores y en la proyección a futuro de 20 años, se logra determinar el volumen necesario del tanque de almacenamiento para brindar un servicio óptimo en la comunidad de Juan Díaz, el cual se observa en la siguiente tabla.

Tabla 14. Determinación de la proyección de almacenamiento para el acueducto de la ASADA Juan Díaz, Nicoya, Guanacaste.

Proyección de Almacenamiento m3 para el Acueducto					
Año	2022	2027	2032	2037	2042
Volumen Regulación	7.50	7.84	8.19	8.53	8.87
Volumen de Incendio	22	22	22	22	22
Volumen Interrupciones	8.93	9.34	9.75	10.15	10.56
Volumen Total	38.42	39.18	39.93	40.68	41.44
Balance Volumen Almacenamiento	7.58	6.82	6.07	5.32	4.56

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

Con base en la tabla 15, se logra verificar la medida mínima necesaria para brindar una buena eficiencia del abastecimiento hídrico. De acuerdo con los resultados obtenidos el tanque dispone actualmente una balance positivo de 7.58m³, los cuales para el año 2042 se reduce a 4.56m³. Por lo cual se verifica que el tanque actual de la comunidad de Juan Díaz, dispone de las medidas necesarias para cubrir de manera eficiente el abastecimiento hídrico de la comunidad.

6.3 Herramienta GIRA

6.3.1 Principales resultados derivados de herramienta GIRA

En el siguiente apartado del documento se desglosan las principales oportunidades de mejora de la ASADA obtenidas a partir de la aplicación de la herramienta GIRA, para mayores detalles del plan observar anexo 14 del documento. Así mismo en la figura 22, se observa el grado porcentual de vulnerabilidad de la ASADA en cuatro ejes distintos.

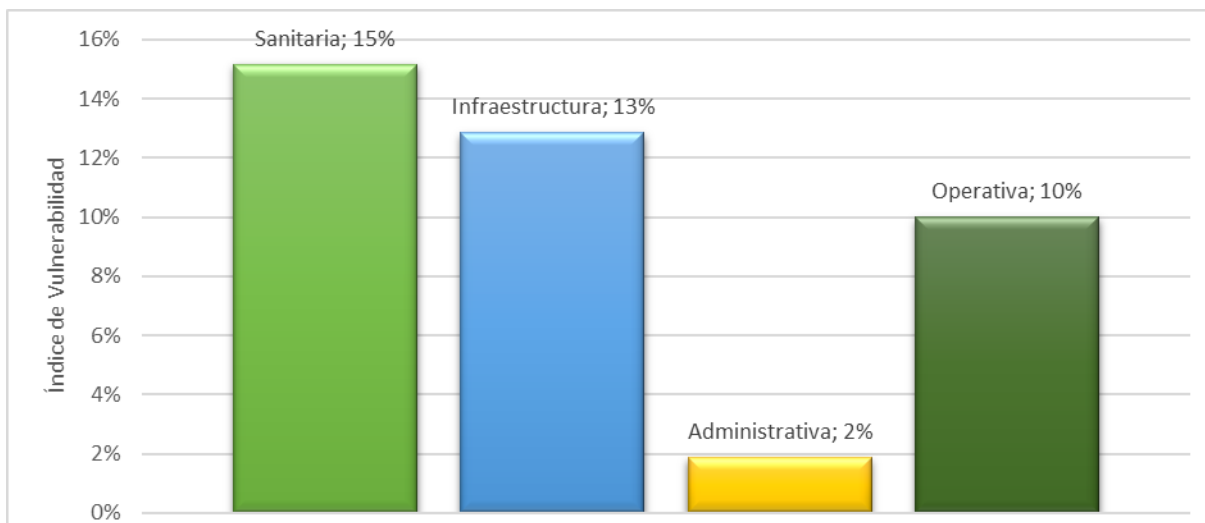


Figura 22. Vulnerabilidad de la ASADA Juan Díaz con base en la herramienta GIRA.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

A partir del análisis realizado se observa un 15% de vulnerabilidad en temas sanitarios en la ASADA Juan Díaz, lo cual indica oportunidades de mejora en este ámbito. Por consiguiente, se generó recomendaciones a partir de la herramienta GIRA con el criterio de los miembros de la ASADA y los autores. Dichas recomendaciones son enumeradas en el siguiente apartado.

- ✓ Contar con un croquis y planos del sistema de distribución
- ✓ Mantener las paredes y la loza de captación impermeabilizada y libre de grietas
- ✓ Identificar y corregir fuentes de contaminación alrededor del tanque (animales, desechos sólidos, viviendas).
- ✓ Mantener las paredes el tanque de concreto impermeabilizado y libre de grietas
- ✓ Contar con un sistema de cloración funcional, operativo y con un buen mantenimiento.

En temas de infraestructura se considera un 13% de vulnerabilidad en la ASADA. Por lo que evidencia un importante porcentaje en materia del sistema de abastecimiento de agua potable, de esta manera se generan las siguientes recomendaciones de mejora en la ASADA Juan Díaz:

- ✓ Identificar aquellas fuentes de contaminantes cerca de las tuberías o fuentes con el fin de tomar medidas de control.
- ✓ Asegurar la calidad de las tuberías de manera que se eviten las fugas de agua.
- ✓ Realizar un plan de sustitución de aquellos componentes que han cumplido su vida útil.

La vulnerabilidad en el eje operativo es de un 10% y para la parte administrativa de la ASADA se considera un 2%. Así mismo, se expresa la necesidad de desarrollar medidas de crecimiento para la optimización de la ASADA.

- ✓ Realizar investigaciones sobre fuentes de abastecimiento de agua subterránea
- ✓ Revisar anualmente los procedimientos de control con el fin de buscar mejoras en los mismos
- ✓ Crear un plan de mantenimiento y limpieza de los tanques y redes, llevar en bitácora la ejecución del plan
- ✓ Identificar los materiales pertinentes a mantener en bodega para atención a emergencias
- ✓ Contar con estados financieros actualizados para mejorar la rendición de cuentas interna y externa
- ✓ Contar con un mecanismo de rendición de cuentas y transparencia de la gestión.

A partir de la herramienta GIRA, se cuantifico en nivel de afectación económica y de abastecimiento de la ASADA frente a las amenazas que son consideradas de mayor impacto en Juan Díaz.

Tabla 15. Amenazas de mayor impacto en la ASADA Juan Díaz.

Amenaza	Nivel de exposición	Nivel de Consecuencia	Valor impacto infraestructura	Valor total impacto
Vandalismo	Muy alta	0.0625 (Muy leve)	¢4,500,000	¢4,500,000
Terremoto/Sismo	Muy Alta	0.0925 (Leve)	¢23,000,000	¢23,000,000
Sequía	Muy Alta	0 (Muy leve)	¢0	¢0

Fuente. Rodriguez & Torres, 2022.

Las amenazas se encuentran con un grado de exposición muy alta en la zona de estudio, por lo cual se obtuvieron los valores de impacto en la infraestructura donde se muestra que es mayor en los sismos. Así mismo, se obtuvo una cuantificación del grado de vulnerabilidad de la ASADA Juan Diaz y su correspondiente categoría, esta se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 16. Grado de Vulnerabilidad de la ASADA Juan Díaz.

ASADA	Vulnerabilidad	
Juan Diaz De Nicoya, Guanacaste	Resultado Actual	40%
	Categoría	Moderada

Fuente. Rodriguez & Torres, 2022.

Se observa que la ASADA se encuentra en un grado de vulnerabilidad moderada a partir de en temas sanitarios, administrativos, operativos y de infraestructura. Por lo cual se encuentran situaciones de mejora para la disminución de la vulnerabilidad.

- Análisis de Vulnerabilidad

El estudio de vulnerabilidad de la ASADA Juan Díaz se considera con en una categoría modera, así mismo como se muestra en el apartado 6.2 medidas en pro de la gestión del acueducto los cuales serán puntualizados seguidamente:

- I. Contar con un croquis y planos del sistema de distribución.

Con respecto a la medida anterior, la administración de sistema de abastecimiento de la ASADA carece de un diagrama de los elementos que integran el acueducto por ello para realizar el mantenimiento y reparaciones se debe recurrir al presidente de la junta puesto que conoce dicha información.

Consecuentemente, se considera necesario el generar un levantamiento de catastro de cada componente del sistema con las características del acueducto para generar una respuesta rápida ante las necesidades que está presente.

- II. Mantener las paredes el tanque de concreto impermeabilizado y libre de grietas

El sistema de abastecimiento cuenta con un tanque de almacenamiento, el cual sufrió agrietamiento debido a eventos sísmicos de la zona, por consiguiente, estos pueden ser posibles focos de contaminantes es por ello se debe corregir el deterioro existente en la infraestructura del tanque.

Así mismo, la Junta de la ASADA comenta la realización de cotizaciones para adquirir un nuevo tanque de almacenamiento con mayores dimensiones y ubicación distinta a la actual.

- III. Identificar y corregir fuentes de contaminación alrededor del tanque (animales, basura, viviendas).

El tanque de almacenamiento se ubica dentro del tránsito de ganado por lo cual es recomendable la construcción de cercado que aseguren la infraestructura de los animales y las posibles afectaciones por el vandalismo.

La vulnerabilidad de la ASADA se encuentra en un 13% en la infraestructura con lo cual en el punto 6.2 se encuentran medidas para la mejora del sistema, seguidamente se pueden mencionar:

- IV. Identificar aquellas fuentes de contaminantes cerca de las tuberías o fuentes con el fin de tomar medidas de control.

Referente a la anterior, se hace énfasis en la tubería de descarga del pozo ya que esta se encuentra en riesgo porque no cuenta con soporte por ello esta izada por la casetilla del pozo. Así mismo se encuentra la necesidad de mejoras del diseño por soporte con la mayor seguridad.

- V. Realizar un plan de sustitución de aquellos componentes que han cumplido su vida útil.

La investigación brindo la información para determinar que distintos elementos del sistema de abastecimiento, se encuentra cerca de cumplir con su vida útil lo cual involucra un peligro para el servicio y, por resultante, para los abonados. Debido a los altos costos que involucra la renovación de un ramal de la tubería de captación, se considera preciso la creación de un plan que permita a la ASADA realizar el cambio de la forma más eficiente posible.

En base a la medida expuesta en la herramienta GIRA, se encuentran 4 ejes claves para la mejora en temas operativos y administrativos ya que el 12% de vulnerabilidad de la ASADA pertenece a aspectos organizacional.

VI. Realizar investigaciones sobre fuentes de abastecimiento de agua subterránea

La fuente de abastecimiento actual de la ASADA es de pozo cuyo caudal concesionado es de 1.16 L/s, sin embargo, la junta idea una ampliación de abonados con las comunidades aledañas, por lo que es primordial realizar estudios para la búsqueda de nuevas fuentes de abastecimiento, sin crear un riesgo en el servicio brindado a los usuarios y en la conservación del recurso hídrico.

VII. Revisar anualmente los procedimientos de control con el fin de buscar mejoras en los mismos

Conforme a la herramienta GIRA se determinó que la ASADA presenta oportunidades de mejoras en el ámbito de control operacional, ya que no tiene una documentación respectiva para llevar el control de todos los sucesos ocurridos en el acueducto, por lo que surge la necesidad de desarrollar una bitácora donde se desplegué las labores correspondientes del fontanero, los hallazgos y sucesos particulares como fugas en la red de distribución. Esto permite conocer la recurrencia de los eventos particulares, la evolución y desempeño de la red de distribución y demás elementos que conforman el sistema.

Además, la bitácora permite generar una mayor eficiencia para contar con todos los parámetros establecidos con la reglamentación correspondiente a la calidad del agua, ya que el documento evidenciara el control operacional de realizado eventualmente.

A partir de la información anterior, es primordial que la ASADA genere planes de controles anuales, ya que no tienen dicho procedimiento establecidos para la evolución y eficiencia del servicio brindado.

VIII. Crear un plan de mantenimiento y limpieza de los tanques y redes.

Esta medida se derivó a partir del análisis de vulnerabilidad operacional, gracia a que no cuentan con una metodología y cronología establecida del mantenimiento de todos los componentes del sistema de abastecimiento.

Por lo anterior, los procesos de mantenimiento surgen con la necesidad de crear un plan de mantenimiento lo cual mejora la eficiencia y facilita la metodología, lo cual asegura la vida útil de

los elementos y de igual manera el servicio brindado a los usuarios.

IX. Identificar los materiales pertinentes a mantener en bodega para atención a emergencias.

Conforme a esta medida, se sugiera contar con tuberías y accesorios necesarios para cubrir eventos particulares ya sean para la red de distribución o la estación de bombeo. De esta manera se asegura una respuesta rápida y menor tiempo sin servicio de agua potable para los abonados.

De igual manera, es primordial que la ASADA desarrolle un proyecto de construcción de una bodega para el resguardo de dichos implementos.

X. Contar con estados financieros actualizados para mejorar la rendición de cuentas interna y externa.

Actualmente el registro que maneja la junta para llevar las finanzas se realiza con documentación física. Así mismo, se sugiere capacitar a miembros de la junta para llevar un historial de ingresos y egresos por medios digitales como el software Excel, esto facilita la rendición de cuentas de forma interna y externa.

Además, para el desarrollo del registro digital es necesario tomar en cuenta la construcción de la bodega para el resguardo de computadoras y herramientas necesarias para la administración del acueducto.

- Análisis de Amenazas

Las medidas generadas a partir del análisis de amenazas de la herramienta GIRA, se obtuvo que Juan Díaz presenta un grado de exposición muy alto para los eventos de sequía, sin embargo el nivel de consecuencia es muy leve debido a que las afectaciones económicas por esta amenaza en la infraestructura prácticamente son nulas, sin embargo para asegurar el abastecimiento de agua potable se sugiere realizar pruebas de bombeo eventuales, contar con capacitaciones técnicas, realizar aforos mensuales de igual manera llevar dicho registro e identificar fuentes de abastecimiento alternativas.

Por otra parte, los eventos sísmicos tienen un muy alto nivel de exposición en la ASADA y a diferencia de la sequía esta amenaza sí presenta un grado de consecuencia leve ya que al

presentarse esta eventualidad la ASADA tendría una afectación económica de ¢23,000,000 aproximadamente, estos egresos se derivan en afectaciones en la infraestructura como el agrietamiento del tanque de almacenamiento y rupturas en las tuberías, Consecuente a esto algunas medidas preventivas sugeridas a dicha amenaza son evaluaciones periódicas de condición estructural de los tanques, mantenimiento preventivo de estructuras y construcción de obras de contención para prevenir deslizamientos

Referente a las afectaciones antropogénicas el sistema de acueducto tiene un grado de exposición muy alto debido a la cercanía de casas, algunas de las eventualidades que podrían ocurrir sería el vandalismo a las infraestructuras por lo que presenta un nivel de consecuente muy leve puesto a que las afectaciones económicas son de aproximadamente ¢4,500,000.

6.3.2 Estudio complementario de realidad financiera de la ASADA

Conociendo la herramienta GIRA, se identifica que una de las debilidades de esta es la falta de información con aspectos financieros. Siendo este un punto clave de suma importancia, ya que de acuerdo con Nava & Marbelis (2009), la importancia del análisis financiero radica en que permite identificar los aspectos económicos y financieros que muestran las condiciones en que opera la empresa con respecto al nivel de liquidez, solvencia, endeudamiento, eficiencia, rendimiento y rentabilidad, facilitando la toma de decisiones gerenciales, económicas y financieras en la actividad empresarial.

Por lo que, de acuerdo con lo observado en la herramienta GIRA, se procede a brindar una estimación del estado financiero de la ASADA de Juan Díaz, con el fin de conocer la realidad económica que se dispone y comprender mejor cuales son las prioridades que afronta la ASADA de Juan Díaz.

Sin embargo, debido a limitantes en la obtención de los datos, se desconocen los egresos de la ASADA, lo que implica una dificultad para poder aplicar de manera más completa el estudio. Por ende se optó por realizar una estimación de los ingresos que dispone la ASADA de Juan Díaz, y con base en esto, realizar medidas de mejora en el servicio a corto, mediano y largo plazo (Ver apartado 6.5).

Por lo tanto, se brinda una estimación de los ingresos de la ASADA con base en los cobros mensuales que realiza por el abastecimiento del servicio de agua potable a los abonados de la comunidad de Juan Díaz. Dicha estimación fue realizada con los datos que abarcan de mayo a septiembre del presente año, obteniendo un promedio de aproximadamente ₡523,268.

Tabla 17. Estimación de ingresos mensuales presente en la ASADA de Juan Díaz

Fecha	Consumo m3	Monto
May-22	1167	₡511,864
Jun-22	1156	₡507,039
Jul-22	1168	₡512,302
Ago-22	1197	₡525,022
Sep-22	1278	₡560,550
Promedio	1193	₡523,268

Fuente. Rodriguez & Torres, 2022.

De acuerdo con la información anterior, se logra observar que la ASADA de Juan Díaz dispone de aproximadamente medio millón de colones para mantener su operación mensual, que incluye mantenimiento del equipo, salario del fontanero, secretario, tesorero, imprevistos, estudios de controles periódicos, entre otros.

Este tipo de estudios funcionan como referencia para conocer las finanzas de un proyecto, empresa o en este caso, de la ASADA de Juan Díaz; y de esta manera brindar una ruta para mejorar el gestionamiento hídrico de la comunidad. Esto se reafirma con lo expuesto por Nava & Marbelis (2009), los estudios financieros facilitan el proceso de toma de decisiones de inversión, financiamiento, planes de acción, permite identificar los puntos fuertes y débiles de la organización, ya que aporta la información necesaria para conocer el comportamiento operativo de la empresa y su situación económica-financiera.

Sin embargo, el no disponer de los valores de egresos, implica un sesgo en la información que puede generar no actuar de la manera más eficiente. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, con fines del proyecto, se utilizarán estos valores de ingresos como referencia para plantear el plan de mejora, con medidas de corto, mediano y largo plazo.

6.4 Discusión de resultados

Por medio de los resultados obtenidos durante la ejecución del presente proyecto, se procede a discutir, detallar y analizar dichos resultados. La discusión se presentará en tres fases, las cuales irán desarrollándose a lo largo del presente capítulo.

6.4.1 Discusión de los principales hallazgos del proyecto

Para el desarrollo de la presente sección, se seleccionaron los principales hallazgos de los resultados obtenidos, con el fin de discutir la importancia de estos.

- Incumplimiento con el reglamento de calidad de las aguas para consumo humano

Dentro de los resultados obtenidos por medio de los análisis de calidad de aguas, se logró verificar con base en el Decreto Ejecutivo 3892-S para el uso de agua para consumo humano, que los parámetros de cloro libre residual y de conductividad eléctrica incumplen con los valores expuestos (Tabla 18).

Tabla 18. Parámetros que se encuentran fuera de los valores admisibles del reglamento para consumo de agua potable.

Parámetro	Valor Obtenido	Valor Máx. Admisible	Unidad
Cloro residual libre	0.02	0.3-0.6	mg/L
Conductividad	419	400	μS/cm

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

Con respecto a dichos parámetros, se logró identificar que el cloro residual es el que genera mayor preocupación, debido a que verificó que la ASADA dejó de utilizar el sistema de desinfección ubicado en el tanque de abastecimiento, el cual funcionaba por medio de pastillas de cloro. Esto debido a quejas de la comunidad de que el agua tenía un mal sabor y que en algunas ocasiones el agua presentaba sedimentos de cloro.

Una de las posibles consecuencias de que el cloro no estaba funcionando como se debe, puede ser ocasionado debido al exceso de este a la hora de la desinfección del agua, ya que el encargado de esta labor, indicó que no tenían una metodología concreta para la aplicación del cloro. Otra posible causa, es debido al mal manejo del producto almacenado, ya que se verificó

que las pastillas tenían más de cinco años de haberse comprado.

Lo anterior representa un panorama de posibles retos para la comunidad, ya que si llegara a existir un problema en el agua, debido a algún contaminante orgánico, la ausencia de un sistema de desinfección puede ocasionar un brote en la comunidad con problemas de salud.

- Afectación de la disponibilidad Hídrica

Se logró identificar por medio de una revisión bibliográfica, que el caudal concesionado por parte de Dirección de Agua (DA), el pozo dispone de 1.16 L/s, sin embargo, la última prueba de bombeo realizada en dicho pozo, se obtuvo un caudal de poco más del doble de capacidad (2,83 L/s). Aunado a esto, la estimación de los abonados activos por parte del Haya (110) excedió el valor real (96), generando una mayor demanda en la comunidad. Lo cual implicó que el haya determinará que la ASADA se encuentra en No Factibilidad Técnica a partir de octubre del año 2022, conforme a la minuta No.GSD-UEN-GAR-2022-04039 (Anexo 11).

Dicha situación genera que la ASADA necesite actualizar los estudios abonados activos indicando los micromedidores instalados y actualizando los estudios de oferta hídrica, por medio de una prueba de bombeo de 72h que permita verificar la capacidad hídrica del pozo y así poder determinar si es necesario actualizar la concesión con DA y a su vez, eliminar la No Factibilidad Técnica brindada por AyA.

Sin embargo a pesar de dicha situación, la ASADA se negó de realizar dichos estudios, generando que no puedan disponer de nuevas cartas de disponibilidad de agua, negando así la posibilidad de brindar el servicio de abastecimiento de agua potable a nuevos abonados.

- Necesidad de diagnóstico y mejoría de infraestructura del acueducto

El acueducto de la ASADA ha sido administrado por personas de la comunidad, quienes no disponen de un acompañamiento técnico desde sus inicios, sino que han ido trabajando de manera empírica, lo cual ha llevado a tener algunos riesgos a nivel de infraestructura y sanitarios, los cuales fueron identificados durante los análisis del apartado 6.2.1 de los resultados. Por lo que se pueden mencionar algunos puntos clave a considerar de dicha situación.

Inicialmente se logró identificar que la red de conducción y distribución del sistema, si bien es cierto que se encuentran entre los años de vida útil, se encuentran próximos a disponer de su máxima capacidad. Por lo cual este es un punto importante por valorar. Aunado a esto, se identificó la ausencia de válvulas liberadoras de aire, lo cual ha generado que en los puntos donde existe una variación de nivel, se han generado rupturas en las tuberías, debido a la presencia de aire, que genera un golpe de ariete en las tuberías.

Por otra parte, enfocándose en el pozo, se logró identificar problemas en el diseño de la cachera de descarga, debido al mal manejo en los mantenimientos y mejoras. Dentro de los principales problemas se encuentra la falta de una válvula de tipo check horizontal (Anexo 13), lo que puede ocasionar que el agua se devuelva de la cachera al pozo. Aunado a esto, se identificó una mala colocación del switch y manómetro, ya que se ubicaba antes de la unión de tope, lo que genera que si se desea realizar una acción de mantenimiento, estas no puedan separarse y deban cortarse de la base, lo cual requeriría un remplazo de la tubería a la cual se encuentran actualmente unidas.

Por último, se logró identificar problemas en la estructura del tanque de abastecimiento, específicamente enfocadas en las fisuras que se ubican en diferentes sectores del tanque, lo que puede ocasionar filtraciones de contaminantes exteriores al cuerpo de agua presente, el cual para complicar la situación, no está siendo desinfectado, puede llegar a ocasionar una afectación en la salud de las personas al momento de consumir dicha agua.

- Déficit organizacional de la ASADA Juan Díaz.

Para la elaboración del presente apartado, se tomó en cuenta las medidas correctivas derivadas del plan GIRA, en relación con el aspecto organizacional de la ASADA Juan Díaz, donde se identificaron dos puntos clave para oportunidad de mejorar el gestionamiento de la ASADA.

Inicialmente, se identificó que la ASADA no cuenta con bitácoras de trabajo, que permitan disponer de un registro de las labores realizadas en el acueducto, como lo son las labores de fontanería, principalmente enfocados en los protocolos de mantenimiento. Así mismo, se identificó que no se dispone de una bitácora para el registro de las mejoras realizadas a nivel de

infraestructura del acueducto, ni para llevar un control del inventario de equipo disponible o faltante en caso de emergencias.

Posteriormente, se logró verificar que la ASADA no dispone de una computadora para la administración de información, lo cual es una problemática para poder mantener un control sobre los pagos por brindar el servicio de agua potable, para mantener un control de los estudios realizados en la ASADA, como los son los estudios de la calidad del servicio de agua potable, las revisiones de control, aforos, pruebas de bombeo, levantamientos topográficos, entre otros.

6.4.2 Discusión de resultados con respecto a objetivos planteados

Al concluir con el proyecto, a pesar de las limitantes afrontadas a lo largo de desarrollo de este, se logró cumplir con la totalidad de los objetivos planteados. En este apartado se describen las principales razones de cumplimiento de los objetivos del proyecto.

- ✓ Objetivo 1: Se realizó el diagnóstico de los principales riesgos y peligros que afecten el funcionamiento de la infraestructura del acueducto presente en la comunidad de Juan Díaz, por medio de visitas de campo y análisis técnico, de manera que este objetivo fue cumplido.
- ✓ Objetivo 2: Se realizó un diagnóstico operativo de la ASADA mediante la aplicación de la herramienta GIRA en la ASADA de Juan Díaz, cumpliendo así con lo estipulado en el objetivo número 2.
- ✓ Objetivo 3: Se aplicó un análisis de oferta y demanda hídrica a través de un balance hídrico, el cual permitió conocer la realidad de la ASADA con respecto a la capacidad hídrica que dispone el acueducto, de modo que se verificó que la ASADA dispone del agua para cubrir con la demanda actual, siendo este sostenible en los próximos 20 años. Por lo tanto, se logró cumplir con lo planteado en el objetivo mencionado.
- ✓ Objetivo 4: Se desarrolló una propuesta de plan para mejorar el gestionamiento hídrico de la ASADA de Juan Díaz, con base en los principales resultados obtenidos del diagnóstico de la estructura, de la herramienta GIRA y del balance hídrico (ver anexos). Por lo tanto, se logró verificar que este objetivo fue cumplido.

6.4.3 Discusión de resultados con respecto a la metodología del proyecto

El diseño metodológico empleado para el desarrollo del presente proyecto, logró cumplir con los objetivos planteados, sin embargo se lograron identificar algunas opciones de mejora con respecto a la propuesta de plan de mejora para el gestionamiento hídrico de la ASADA, al balance hídrico y a la Herramienta GIRA.

Con respecto al balance hídrico del acueducto, se identificó que como oportunidad de mejora, poder actualizar los datos de oferta hídrica, ya que los datos utilizados fueron tomados de la última prueba de bombeo realizada en el pozo (año 2018). Lo que representa un sesgo en la información utilizada debido a la diferencia de años que representa esta información. Esto le permitiría a la ASADA tener un mejor panorama de la oferta hídrica y así poder tomar mejores decisiones para la sostenibilidad del servicio desde un enfoque preventivo.

En relación con la herramienta GIRA, se propone disponer de un mejor manejo de la información económica de la ASADA; es decir, tener la información actualizada de los ingresos y salidas mensuales, ya que esta es una carencia de la herramienta aplicada. Esto con el fin de disponer un mejor panorama de acción, tanto a corto, como mediano y largo plazo, de las medidas a emplearse en la propuesta del plan para mejorar el gestionamiento hídrico de la ASADA.

6.5 Propuesta de Plan de Mejora para el Gestionamiento Hídrico de la ASADA

A lo largo de la propuesta se mencionan recomendaciones sobre medidas de prevención, mitigación y mejoras, con el fin de mejorar la gestión del recurso hídrico de la ASADA. La propuesta elaborada del proyecto, se compone de tres ejes fundamentales: propuestas de corto plazo, mediano plazo y largo plazo. Las cuales para efectos del apartado, se resumieron y se dio énfasis en las principales recomendaciones a tomarse en cuenta (Figura 23). El completo plan se puede observar en el anexo 17.



Figura 23. Ejes fundamentales abarcados en la elaboración del plan de mejora del gestionamiento hídrico de la ASADA Juan Díaz.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

Punto 1. Medidas de corto plazo

Para el caso del primer eje, que se enfoca en las medidas de corto plazo, se recomiendan tomar énfasis en 5 puntos. El punto uno menciona la implementación de una bitácora de trabajo, la cual es de suma importancia debido a que actualmente no se controla las actividades realizadas en lo que respecta reportes de mejoras, mantenimiento, limpieza, inventarios, entre otros. Implementando dicha bitácora se puede mantener un control operativo de todas las actividades realizadas y poder disponer de un respaldo ante reclamos o dudas. Aunado a esto, el punto dos hace énfasis a la digitalización de los datos por medio de una computadora, ya que actualmente la ASADA carece de esta metodología, lo cual implica una limitación en orden, almacenamiento y capacidad de respuesta. Como por ejemplo con el control de los cobros por consumo, ya que en casos de extraviarse un documento físico, no hay registros que respalden quienes han realizados los pagos y quienes no, entre otros muchos casos más.

Aunado a esto, el punto tres se enfoca en la calidad de las aguas brindadas, ya que estas actualmente no disponen de un tratamiento de desinfección, el cual implica un posible riesgo en la salud de las personas en caso de que surja una contaminación en el agua administrada a los

abonados de la comunidad. Por lo cual, implementar nuevamente la correcta desinfección de las aguas, brindaría una seguridad con respecto esta posible problemática, asegurando así la salud de las personas que consuman el agua brindada.

Por último, con relación a la prueba de bombeo, esta se deriva a la incertidumbre de la capacidad actual del caudal de producción del pozo que abastece a la comunidad. Ya que, de acuerdo con la última prueba realizada la capacidad es de aproximadamente 2.83 L/s, sin embargo la concesión de aguas brindada es de 1.16 L/s. Generando así, que el AyA utilice el valor concesionado como referencia y estableciendo que la ASADA de Juan Díaz se encuentra en un estado de “No Factibilidad Técnica”. Por lo que esta prueba de bombeo indicaría la capacidad actual del pozo y se podría levantar la decisión tomada por el AyA o caso contrario, conocer si es necesario buscar fuentes nuevas de agua potable.

Punto 2. Medidas de mediano plazo

El segundo eje, se enfoca en las medidas de mediano plazo, y estas se dividen en 3 puntos. El punto uno menciona la creación de un plan de actualización de los estudios de campo, ya que estos no se han actualizado en los últimos 5 años y no se mantiene un orden de análisis. Es decir, no se observa un patrón donde se apliquen los análisis de calidad de aguas, aforos, entre otros.

El punto dos hace énfasis en la implementación de válvulas liberadoras de aire en la línea de distribución e impulsión del agua, debido a la inexistencia de estas en el sistema actual, lo que ha ocasionado que en los cambios de nivel, se dañen tuberías debido al movimiento brusco del agua y a la presencia del aire en las tuberías. Implementar este tipo de válvulas brinda una seguridad en las tuberías, evitando que se dañen por los cambios bruscos de presión en el sistema.

Aunado a esto, el punto tres menciona la creación de un plan de mantenimiento y limpieza de la estructura del acueducto, la cual está enfocada en el pozo y tanque, ya que como se observó en el apartado 6.2.1, existe un mantenimiento y limpieza prácticamente nula en el sistema, lo que ocasiona un deterioro las estructuras y en la calidad del servicio brindado.

Punto 3. Medidas de largo plazo

Dentro de las recomendaciones brindadas para las medidas de largo plazo, se enfocaron en 4 puntos, los cuales implican los mayores costos de inversión y que requieren más tiempo para

poder aplicarse, pero que igual requieren de una clara importancia para el desarrollo de la ASADA de Juan Díaz.

Inicialmente, el punto uno se enfoca en la construcción de una oficina para la administración de la ASADA, ya que actualmente no se dispone de una. Lo cual implica que no exista un lugar en el cual se puedan guardar información específica de la ASADA, generando así que se dé la oportunidad de extraviarse documentos. Así mismo, la ausencia de una oficina, implica que no exista un lugar de trabajo para la junta directiva, ni para reuniones con otros miembros de otras juntas directivas, entre otros.

El punto dos se enfoca en el tiempo de vida útil de los componentes del sistema. Ya que de acuerdo con el fontanero y presidente de la ASADA, si bien es cierto que no se tiene una estimación exacta del tiempo de vida actual de las tuberías, se indicó que están pronto a cumplir con su vida útil, lo cual generaría que exista un deterioro en la calidad del sistema, que puede generar aún mayores costos en reparaciones y posibles afectaciones en la continuidad del abastecimiento de agua.

El punto tres menciona el levantamiento catastro de todos los componentes del sistema, ya que actualmente la ASADA carece de este tipo de información. Contar con este tipo de documentos permitiría tener una mejor capacidad de respuesta ante imprevistos, ya que se contaría con la información de la ubicación exacta de todo el sistema, y a su vez, a contar con la información específica del equipo, que en caso de necesitar un remplazo, se cuente con la información de que componente comprar.

Por último, el punto cuatro se enfoca en la identificación de mejoras en el diseño actual del sistema. Ya que, si bien es cierto que el sistema actual cumple con la demanda actual de la comunidad de Juan Díaz, la composición del acueducto se encuentra un poco obsoleta. Por ende se recomienda en un futuro poder disponer de propuestas de mejora, que permitan brindar un servicio de mayor calidad con la mejor eficiencia posible. Esto se puede realizar con apoyos brindados por el AyA, mediante la Oficina Regional de Acueductos Rurales (ORAC).

Capítulo VII. Conclusiones y Recomendaciones

El presente capítulo aborda las conclusiones y recomendaciones derivadas a partir de los resultados obtenidos del proyecto. Las cuales se describen a continuación.

7.1 Conclusiones

A partir de la evaluación de la situación actual de la ASADA, se logró identificar algunos problemas con respecto a la infraestructura, como lo fue el no tener una oficina para la ASADA. Aunado a esto se identificó que la cachera de descarga del pozo, se encuentra con un sistema no adecuado, debido al mal diseño de los accesorios para su funcionamiento. Así mismo, se identificaron fisuras en el tanque de abastecimiento, que pueden ocasionar contaminación en el cuerpo de agua, que a su vez, se complica debido a que el sistema no mantiene en funcionamiento la desinfección de las aguas para consumo humano.

Por medio del balance hídrico se logró concluir que la ASADA se encuentra en una situación compleja, debido a que la concesión que disponen no es suficiente para un funcionamiento sostenible a futuro, y no hay información actualizada de la prueba de bombeo para poder disponer de una concesión mayor. Sin embargo, se determinó que, para los próximos 20 años, la ASADA dispone de la capacidad para abastecer a la comunidad actual.

El desarrollo de la herramienta GIRA permitió conocer el grado de vulnerabilidad de la ASADA Juan Díaz el cual es moderado, además, se obtuvieron medidas derivadas de la herramienta las cuales enfatizan los ejes de sanitarios, infraestructura, administrativo y operacional. La parte sanitaria se localizó primordialmente agrietamientos en el tanque de almacenamiento y falta de sistemas de cloración. El segundo eje, se considera un plan de sustitución de elementos que ya cumplieron su vida útil. Por último, el eje administrativo y operacional se considera relevante al desarrollo de planes de mantenimiento y la documentación por medio de una bitácora de los procesos y eventualidades ocurridas en sistema. Por lo dicho anteriormente, se concluye que se cumplió con el objetivo dos del documento.

La elaboración de las propuestas de mejora para la ASADA, permitió brindar medidas a corto, mediano y largo plazo, que favorecerían el gestionamiento hídrico de la ASADA en caso de

ser aplicadas por parte de la ASADA.

7.2 Recomendaciones

Se recomienda valorar la construcción de una oficina para mejorar la administración de la ASADA. Así mismo, se recomienda mejorar el diseño de la cachera de descarga del pozo para mejorar la condición y evitar una afectación del equipo del pozo.

Se recomienda disponer de una bomba dosificadora de cloro en la cachera de descarga, para brindar una mejor calidad de las aguas y evitar posibles afectaciones de salud en la comunidad por alguna contaminación orgánica en las aguas.

Se recomienda disponer de una prueba de bombeo de 72 h para verificar si la producción del pozo puede ser mayor y mejorar el balance hídrico del sistema, o para valorar la búsqueda de una nueva fuente de agua, para evitar que la comunidad esté en una crisis hídrica a futuro.

Es recomendable, que la ASADA cumpla con todas las medidas de mejora que surgieron a partir de la herramienta GIRA, ya que la vulnerabilidad en temas de infraestructura se encuentra dentro de un rango moderado con un 40%.

A partir del desarrollo del análisis se sugiere el desarrollo de proyectos que amplíen la disponibilidad de financiamiento de externos para investigación de fuentes de abastimiento que cumpla con los parámetros legales.

Referencias Bibliográficas

- AECID. (2017). La importancia de las aguas subterráneas en la gestión integrada de los recursos hídricos: aplicaciones prácticas en proyectos de cooperación internacional para el desarrollo. Recuperado de https://intercoonecta.aecid.es/Gestin%20de%20conocimiento/relatoria_igme_web.pdf
- Arias, F. (2006). El Proyecto de Investigación. 5ª ed. Caracas: Episteme
- Atahualpa, L., (2016). Evaluación de la capacidad hidráulica de la red de distribución del acueducto de San Francisco de León Cortés. Costa Rica.
- AyA. (2012). Reglamento de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados comunales. Recuperado de <https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Reglamento%20de%20ASADAS.pdf> [consulta: 10 06 2022].
- AyA. (2013). Manual para las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ASADAS) de Costa Rica. <https://www.aya.go.cr/ASADAS/documentacionAsadas/Manual%20para%20las%20ASADAS%20-%20Cedarena%20-%20Transparencia%20y%20Rendici%C3%B3n%20de%20Cuentas.pdf>
- AyA. (2017). Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable de Saneamiento y Pluvial. Recuperado de <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Norma%20dise%C3%B1o%20y%20construccion%20sistemas%20agua,%20saneamiento%20y%20pluvial.pdf> [consulta: 10 06 2022].
- AyA. (2019). Manual de uso de la calculadora de balance hídrico para ASADAS (Versión 1). Recuperado de <https://www.aya.go.cr/ASADAS/documentacionAsadas/Manual%20Calculadora%20Balance%20Hidrico.pdf> [consulta: 10 06 2022]
- Bueno, D. et al., (2020). Análisis de agua no contabilizada en el sistema de abastecimiento urbano

- del municipio de Facatativá, Colombia. *Tecnura*, 24(63), pp. 73-87. [en línea] disponible en <https://n9.cl/40r5b>
- Cobarrubias, C. (2016). Decisiones sobre la factibilidad técnica económica de proyectos de inversión.
- Campos, M., (2017). Métodos de Investigación Académica, Fundamentos de Investigación bibliográfica. Universidad de Costa Rica. Disponible en [https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/76783/Campos%20Ocampo,%20Melvin.%202017.%20M%C3%A9todos%20de%20Investigaci%C3%B3n%20acad%C3%A9mica.%20\(versi%C3%B3n%201.1\).%20Sede%20de%20Occidente,%20UCR.pdf?sequence=1](https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/76783/Campos%20Ocampo,%20Melvin.%202017.%20M%C3%A9todos%20de%20Investigaci%C3%B3n%20acad%C3%A9mica.%20(versi%C3%B3n%201.1).%20Sede%20de%20Occidente,%20UCR.pdf?sequence=1)
- Cotler H., Garrido A., Mondragón R., Díaz A. (2007). Delimitación de cuencas hidrográficas de México, a escala 1:250,000, INEGI-INE-CONAGUA. Documento técnico. México. 35 pp.
- Espinoza, M. (2021). Evaluación Del Funcionamiento Del Sistema De Agua Potable Para La Elaboración De Un Plan De Mejora De La Infraestructura Para El Abastecimiento De La Asada De San Juan, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica.
- Essam, M. (2007). Water Flow and Chemical Transport in a Subsurface Drained Watershed, University of Illinois, United States of América.
- Fernández, M. (2020). Estado de la Región Huetar Caribe.
- Gómez-Reyes, Eugenio. (2013). Valoración de las componentes del balance hídrico usando información estadística y geográfica: la cuenca del Valle de México. *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 4(3), 5-6. Recuperado de https://rde.inegi.org.mx/RDE_10/Doctos/RDE_10_Art1.pdf [consulta: 10 06 2022]
- Hansen, V. E. (1979)., Israelsen, & GE Stingh, 'Irrigation Principles and Practices'.
- INDER. (2016). Consejo Territorial de Desarrollo Rural Nandayure-Hojancha-Nicoya [en línea] disponible en <https://www.inder.go.cr/nahoni/PDRT-Nandayure-Hojancha-Nicoya.pdf> [consulta: 10 06 2022]

- IMTA. (2019). ¿Qué es una cuenca? [en línea] disponible en <https://www.gob.mx/imta/articulos/que-es-una-cuenca-211369> [consulta: 10 06 2022]
- INTA. (2013). ¿Qué es el balance hídrico en suelos? [en línea] disponible en <https://inta.gob.ar/audios/%C2%BFque-es-el-balance-hidrico-en-suelos> [consulta: 10 06 2022]
- López. (2003). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Moroney, A. & Hurtado, A. (2021). Estudio de Sostenibilidad Técnica del Servicio de Agua Potable del Acueducto Comunal de La Garita, La Cruz, Guanacaste, Costa Rica.
- National Geographic. (2020). El acueducto, la obra maestra de la ingeniería Romana. [en línea] disponible en https://historia.nationalgeographic.com.es/a/acueductos_8592
- Nava, R. & Marbelis A. (2009). Análisis financiero: una herramienta clave para una gestión financiera eficiente. *Revista Venezolana de Gerencia*, 14(48), 606-628. [en línea] Disponible en http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-99842009000400009&lng=es&tlng=es.
- Organización de las Naciones Unidas. (2006). Guías para la calidad del agua potable. Organization of American States, General Secretariat. Disponible en <https://n9.cl/7y9xq>
- Organización de las Naciones Unidas. (2014). Agua y Saneamiento. [en línea] disponible en <https://n9.cl/wo231>
- Organización de las Naciones Unidas, (2015). Objetivos de desarrollo sostenible. [en línea] disponible en <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/> [consulta: 10 06 2022].
- Rodríguez, R. A. & Abdel, I. (2009). Estudio de factibilidad económico financiero para la producción de uniformes corporativos en la Empresa de Industrias Locales Varias de Holguín (Bachelor's thesis, Universidad de Holguín, Facultad de Ciencias Económicas, Departamento de Economía. Recuperado de <https://repositorio.uho.edu.cu/xmlui/bitstream/handle/uho/3696/In%c3%a1s%20Abdel%2>

[0Razzaq%20Alabsi%20Rodr%c3%adguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.researchgate.net/publication/328111111/figure/fig/1/figure-pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rose, Calvin. (2004). An Introduction to the Environmental Physics of Soil, Water and Watersheds, University of Cambridge, United Kingdom.

Schosinsky, G., & Losilla, M. (2000). Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual. (23) 43-55.

Shimon, C. (2010). Water Resources. Island Press, United States of America.

Skewes. (2017). Régimen Jurídico de la Desalación de Agua de Mar en Chile. El carácter de Bien de Dominio Público del Agua de Mar y del Borde Costero. Licenciatura. Universidad de Chile

Solano & Villalobos. (1996). Regiones y subregiones climáticas de Costa Rica. San José: Instituto Meteorológico Nacional. Instituto Meteorológico Nacional.

Significados. (2021). Tipos de Investigación. [en línea] disponible en <https://www.significados.com/tipos-de-investigacion/> [consulta: 18 06 2022].

UEN, Gestión de ASADAS. (2017). Protocolo para la Integración Fusión de ASADAS. Recuperado de: <https://www.aya.go.cr/ASADAS/documentacionAsadas/Protocolo%20integracionfusion%20ASADAS.pdf>

UNESCO. (1988). Methods for Water Balance Computation. Instituto de Hidrología de España. España.

United Nations Framework Convention on Climate Change. (2021). ¿Qué es el acuerdo de París? [en línea] disponible en: <https://n9.cl/nh61>

Ugarte. (2020). Acceso al agua se convierte en un derecho humano en Costa Rica.

Vignola, R., Otárola, M. & Trebejo, L. (2014). Integración de actividades y estudios de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. CATIE. Programa de Cambio Climático y Cuencas.

Vílchez, F., Ruíz, D., Sancho, F., Bolaños, C., Hernández, R., & Guevara, S., (2012). Manual Informativo Manual informativo Aspectos básicos para la gestión de las nuevas Juntas Directivas de las ASADAS. Recuperado de <https://www.aya.go.cr/ASADAS/documentacionAsadas/Aspectos%20B%C3%A1sicos%20de%20las%20ASADAS.pdf>

Vividea, E. (2018). Propuesta de mejora del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad indígena de Amubri del Cantón de Talamanca-Costa Rica.

Anexos



Anexo 1. Entrevista con la Junta Directiva de la ASADA.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022



Anexo 2. Entrevista con miembros de la comunidad de Juan Díaz.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

NOMBRE				MONTO
Walter Viales	4012	4030	18	6.200
Glaci's Agüero	30	30	0	3.500
Sofía Gutiérrez	1.256	1260	4	4.100
Gredy Núñez	798	798	0	3.500
Rigo Núñez	3689	3707	18	6.200
Victor Blanco	1260	1260	0	3.500
Luis Méndez	974	990	16	5.900
Marita Rosales	4613	4711	98	32.600
Juan Carlos Baltodano	3990	4009	19	6.350
Adiel Baltodano	1742	1742	0	3.500
Dodanis Morales	2243	2267	24	7.300
Elizabeth Baltodano	2194	2194	0	3.500
Victor Baltodano	2915	2934	19	6.350
Isabel Navarro	3787	3803	16	5.900
Dominga Díaz Baltodano	1971	1982	11	5.150
María Luisa Díaz	8509	8547	38	10.100
María Elena Peña	2064	2117	53	13.100
Karla Ortiz	970	990	20	6.500
Mildred Ruíz Pérez	1155	1159	4	4.100
Francisco Díaz	792	836	44	11.300
Cita López	2990	3003	13	5.450
Vera Baltodano	1402	1403	1	3.650
Jorge Muñoz	363	378	15	5.750
Alicia Agüero	1.332	1.379	47	11.900
Alis Vargas	295	295	0	3.500
M. De los Ángeles Alpizar	2241	2269	28	9.100
Jhonny Baltodano Zúñiga	3.221	3232	11	5.150
Rodolfo Zúñiga	3.508	3523	15	5.750
María Isabel Zúñiga Gómez	1.212	1224	12	5.300
Consuelo Quesada	3.059	3073	14	5.600
Froilán Agüero	6.584	6620	36	9.700
Miguel Agüero (Lote)	623	623	0	3.500
Miguel Agüero (Casa)	5.272	5299	27	11.400
Escuela Juan Díaz	2.595	2623	28	8.100
Salón Juan Díaz	313	313	0	3.500
Ebais Juan Díaz	626	627	1	3.650
Carlos Agüero	3498	3514	16	9.400
Iglesia Cristiana Juan Díaz	736	737	1	3.650
Vidal González	2061	2065	4	4.100
Eliécer Ramos	429	429	0	3.500

Fecha de lectura: 19/9/22

254.050

Anexo 3. Datos de micro medición de los abonados de Juan Díaz.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

ENCUESTA REALIZADA

Parte 1. Calidad de Aguas

¿Considera usted que el agua que llega a su hogar no tiene problemas con el sabor?

Sí___ No___

¿Considera usted que el agua que llega a su hogar no tiene problemas con el olor?

Sí___ No___

¿Cómo valoraría la calidad de estas aguas? Aceptable o no aceptable

Aceptable___ No aceptable___

Parte 2. Servicio brindado

¿Existe un abastecimiento de agua continuo?

Sí___ Se interrumpe al menos una vez al día___ Constantemente no hay agua___

¿Atienden con rapidez los problemas por una fuga u otro percance?

Sí___ No___

¿Cómo considera la presión del agua que sale de la llaves?

Muy fuerte___ Perfecto___ Muy suave___

¿Cómo considera el servicio brindado por la ASADA con respecto al abastecimiento de agua potable?

Bueno___ Regular___ Deficiente___

Anexo 4. Encuesta aplicada a los abonados de la comunidad de Juan Díaz.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.



Anexo 5. Encuesta aplicada a abonados de la comunidad de Juan Díaz.
Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.



Anexo 6. Encuesta aplicada a abonados de la comunidad de Juan Díaz.
Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.



Anexo 7. Reunión con el presidente de la ASADA de Juan Díaz.
Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

Reporte de Resultados

Cliente: ASADA Juan Diaz
Contacto: Daniel Agüero Valverde
Dirección: Guanacaste Nicoya, Juan Diaz
E-mail: Eugenio346@gmail.com
Actividad: Acueducto
Tel/Fax: 8608 4224

Código de muestra: 20223861
Método de Muestreo: PA-01*
Plan de Muestreo: 72082583
Muestreado por: HMM
Fecha de muestreo: 04/07/2022
Fecha de ingreso: 04/07/2022
Fecha de reporte: 13/07/2022

Descripción:	Pozo	Coordenadas:	lat=10.167682, long=-85.532268			
Análisis	Resultado	Unidades	Valores admisibles	LC	Inc. (U)	Método de Ensayo
Decreto 38924						
Parámetros de Calidad del Agua Nivel Primero (N1)						
pH	6,40	-	6,00 - 8,00	4,01	0,14	¹ PA-4500H *
Temperatura	24,90	°C	18,00 - 30,00	0	0,82	¹ PA-2550 *
Cloro residual libre	ND	mg/L	0,30 - 0,60	0,16		¹ PA-4500Cl *
Conductividad	418,00	µS/cm	VA: 400	3,70	1,01	² PA-2510 *
Turbidez	0,20	UNT	0,00 - 5,00	0,00	0,07	² PA-2130 **
Color aparente	ND	UPT-Co	0,00 - 15,00	5		² PA-2120 **
Olor	Aceptable	-	Aceptable	-		² PA-2150 **
Parámetros de Calidad del Agua Nivel Segundo (N2)						
Aluminio	ND	mg/L	0,00 - 0,20	-		***
Calcio	43,10	mg/L	0,00 - 100,00	-	-	***
Cloruro	1,96	mg/L	0,00 - 250,00	-	0,10	² PA-4110 **
Cobre	ND	mg/L	0,00 - 2,00	-		***
Dureza total	180,00	mg/L	0,00 - 400,00	-	1	² PA-2340. Como CaCO3 **
Fluoruro	ND	mg/L	0,00 - 0,70	-		² PA-4110. VMA para aguas entre (25 y 30) °C **
Hierro	ND	mg/L	0,00 - 0,30	-		VMA (Fe + Mn) es 0,3 mg/L ***
Magnesio	16,70	mg/L	0,00 - 50,00	-	-	***
Manganeso	ND	mg/L	0,00 - 0,50	-		VMA (Fe + Mn) es 0,3 mg/L ***
Potasio	ND	mg/L	0,00 - 10,00	-		***
Sodio	10,90	mg/L	0,00 - 200,00	-	-	***
Sulfato	2,24	mg/L	0,00 - 250,00	-	0,1	² PA-4110 **
Zinc	ND	mg/L	0,00 - 3,00	-		***

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



Lic. Harry Hernández Mena
Regente CQCR # 2753

Anexo 8. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de calidad de aguas del pozo Juan Díaz.
Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

Reporte de Resultados

Cliente: ASADA Juan Díaz	Código de muestra: 20223861
Contacto: Daniel Agüero Valverde	Método de Muestreo: PA-01*
Dirección: Guanacaste Nicoya, Juan Díaz	Plan de Muestreo: 72082583
E-mail: Eugenio346@gmail.com	Muestreado por: HHM
Actividad: Acueducto	Fecha de muestreo: 04/07/2022
Tel/Fax: 8608 4224	Fecha de ingreso: 04/07/2022
	Fecha de reporte: 13/07/2022

Descripción: Pozo **Coordenadas:** lat=10.167682, long=-85.532268

Análisis	Resultado	Unidades	Valores admisibles	LC	Inc. (U)	Método de Ensayo
Parámetros Microbiológicos						
Coliformes fecales	Ausencia	P/A	Ausente	1		*PA-9223 **
Escherichia Coli	Ausencia	P/A	Ausente	1		*PA-9223 **

Validado por:



Dra. Valery Cordeiro Calderón
Regente MQC-2365

Observaciones:

ND: No cuantificable o detectable / LC: Límite de cuantificación / Inc. Incertidumbre / VMA: Valor máximo admisible
* 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, o en las instalaciones de un laboratorio subcontratado.
Los análisis subcontratados fueron realizados por: Primoris, ensayos acreditados.
El muestreo se realizó en la fecha indicada entre las 10.48 y 10.53 horas
Fechas de análisis del 04/07/2022 al 13/07/2022

Las condiciones ambientales durante el muestreo fueron: Soleado | Matriz: AGUAS POTABLES
Los análisis ejecutados en el laboratorio Bioanalítica se realizaron a (22.5 ± 2.5) °C y ((30 a 70) ± 4.5) % HR
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, ni por la representatividad de las muestras recolectadas por el cliente.
La incertidumbre reportada corresponde a un nivel de confianza del 95% (K=2)
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 expediente LE-150



Lic. Harry Hernández Mena
Regente CQCR # 2753

Reporte de Resultados

Cliente: ASADA Juan Diaz
Contacto: Daniel Agüero Valverde
Dirección: Guanacaste Nicoya, Juan Diaz
E-mail: Eugenio346@gmail.com
Actividad: Acueducto
Tel/Fax: 8608 4224

Código de muestra: 20223862
Método de Muestreo: PA-01*
Plan de Muestreo: 72082583
Muestreado por: HHM
Fecha de muestreo: 04/07/2022
Fecha de ingreso: 04/07/2022
Fecha de reporte: 07/07/2022

Descripción:		Pulpería El Almendro		Coordenadas:		lat=10.165681, long=-85.538072	
Análisis	Resultado	Unidades	Valores admisibles	LC	Inc. (U)	Método de Ensayo	
Decreto 38924							
Parámetros de Calidad del Agua Nivel Primero (N1)							
pH	6,60	-	6,00 - 8,00	4.01	0.14	1PA-4500H *	
Temperatura	24,80	°C	18,00 - 30,00	0	0.82	1PA-2550 *	
Cloro residual libre	0,02	mg/L	0,30 - 0,60	0.16	0.11	1PA-4500CI *	
Conductividad	418,00	µS/cm	VA: 400	3.70	1.01	2PA-2510 *	
Turbidez	ND	UNT	0,00 - 5,00	0.00		2PA-2130 *	
Color aparente	ND	UPT-Co	0,00 - 15,00	5		2PA-2120 **	
Olor	Acceptable	-	Acceptable	-		2PA-2150 **	

Anexo 10. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de calidad de aguas de la comunidad de Juan Díaz.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

Como resultado del análisis de capacidad hídrica e hidráulica del acueducto y bajo el análisis de Factibilidad Técnica para el otorgamiento de nuevos servicios. Con base a lo establecido en el artículo 2, 3, 4 y 7 del Reglamento de Prestación de Servicios del AyA; Se determina necesario declarar la zona de cobertura del acueducto Juan Díaz de Nicoya, como Zona en condición de No Factibilidad Técnica.

El acueducto de Juan Díaz de Nicoya **No cuenta con Factibilidad Técnica** para emitir constancias de disponibilidad ni constancias de capacidad hídrica para nuevos servicios en su zona de cobertura,

Para superar la condición de No Factibilidad Técnica en el acueducto se requiere:

- I. Aportar informe de prueba de bombeo al pozo por 72 horas, avalada por Geólogo acreditado, cumpliendo la Normativa correspondiente para determinar si se puede aprovechar un caudal mayor al concesionado por la DA del MINAE. Caso contrario, deberá buscarse nueva fuente; pozo o naciente y cumplir con toda la Normativa según corresponda para inscribir a nombre de la ASADA.
- II. Planificar la construcción de nuevo tanque de almacenamiento igual o mayor a 2m³. Elaborar los planos constructivos a través de un profesional en Ingeniería Civil, tramitar y obtener los permisos de construcción ante la Municipalidad correspondiente. Constituir servidumbre de paso y de tubería al pozo de ser requerido.

C.Lidiana Rojas Sánchez - UEN Gestión de Acueductos Rurales
Marlene Betancourt Ortega - UEN Gestión de Acueductos Rurales
Archivo

Anexo 11. Minuta No.GSD-UEN-GAR-2022-04039 de No Factibilidad Técnica del servicio acueducto de la comunidad Juan Díaz
Fuente. AyA, 2022.

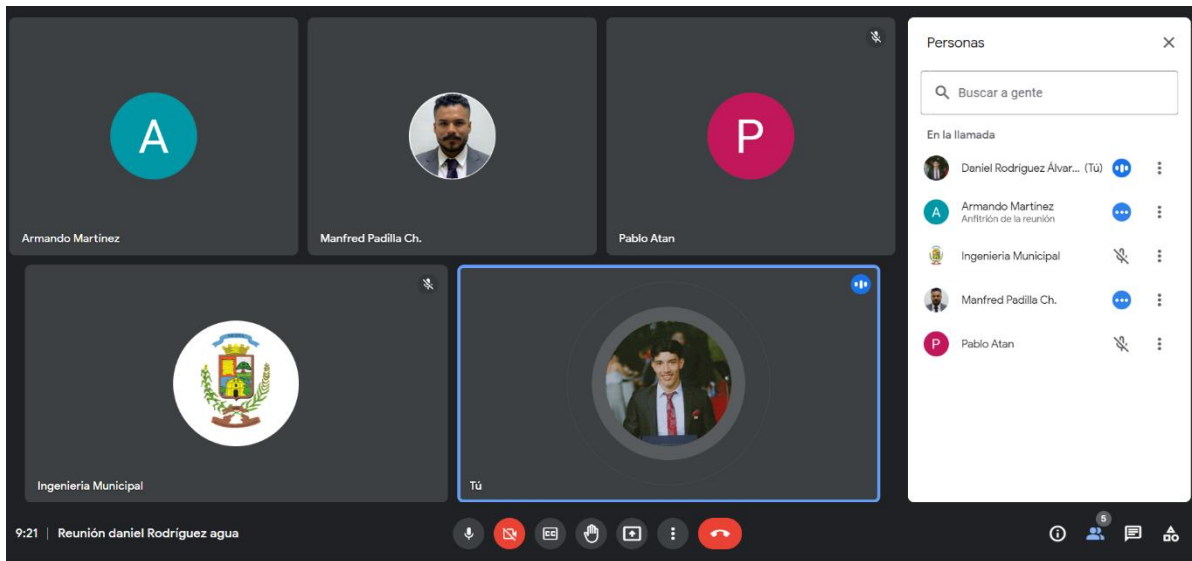
Pozo	Asada Juan Díaz
Coordenadas CRTM05	1124604 N / 332136 E
Duración de la prueba (horas)	24
Profundidad del pozo (m)	30
Profundidad de la bomba (m)	24
Potencia de la bomba (HP)	3
Caudal de bombeo (l/s)	2,4
Material del armado	PVC SDR-26 6"
Nivel estático (m)	7,87
Nivel dinámico (m)	19,41
Abatimiento máximo (m)	11,54
Caudal explotable l/s	2,83
Tiempo de bombeo	16 horas de bombeo y 8 horas de descanso

Anexo 12. Observación de la prueba de bombeo realizada en 2018.

Fuente. PNUD, 2018.



Anexo 13. Observación de check de tipo horizontal
Fuente.



Anexo 14. Exposición de los resultados de la ASADA de Juan Díaz con la Municipalidad de Nicoya.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

Propuestas

Para mejorar la gestión hídrica de la ASADA Juan Díaz



De parte de la Universidad Nacional de Costa Rica, realizamos un estudio en la comunidad de Juan Díaz, con el fin de intentar mejorar el Gestionamiento Hídrico de la ASADA. Este análisis lo realizamos por medio de visitas de campo, entrevistas, encuestas, análisis de las estructuras, entre otros.

Gracias a la información que nos brindó la ASADA y la comunidad, pudimos pensar en algunas propuestas que permitan mejorar el servicio y a su vez, beneficie a la comunidad

Propuestas

1

Calidad de aguas

Volver a utilizar la desinfección del agua por medio del cloro

2

Bitácora de trabajo

Utilizar una bitácora que permita registrar actividades de mejora, mantenimiento, entre otros.

3

Mantenimiento acueducto

Realizar mantenimiento de limpieza y revisión de componentes que han cumplido con su vida útil

4

Mapa de ubicación

Digitalizar un mapa que permita observar la ubicación de todos los componentes del acueducto

5

Apoyo del AyA

Aprovechar el apoyo técnico del AyA para valorar las estructuras hidráulicas del acueducto

6

Oferta Hídrica

Disponer de datos actualizados del pozo, permite conocer la capacidad de la ASADA para brindar el servicio de agua potable

Elaborado por: Ing. Daniel Rodríguez & Ing. Patricia Torres



Anexo 15. Material divulgativo para la ASADA de Juan Díaz, con medidas estratégicas para mejorar la gestión hídrica.

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.

Tipo Vulnerabilidad	Tipo de componente	Riesgo Asociado	Medida	Monto de Inversión aprox	Fuente de financiamiento	Pasos a seguir para la solución propuesta	Responsables	Fecha de inicio
Sanitaria	Líneas de Conducción y Distribución	Riesgo operativo por carecer de planos y croquis del sistema de distribución	Contar con un croquis y planos del sistema de distribución	-----	Búsqueda de fondos	Desarrollar un levantamiento topografico del acueducto.	Asociación de la ASADA Juan Diaz	
Sanitaria	Pozo	Contaminación por grietas en la loza	Mantener las paredes y la loza de captación impermeabilizada y libre de grietas	-----	Tarifa ordinaria	Poner en marcha un plan de mantenimiento de la estructura de la ASADA.	Asociación de la ASADA Juan Diaz	
Sanitaria	Tanque de Almacenamiento	Contaminación por cercanía de letrinas, animales, viviendas y basura	Identificar y corregir fuentes de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, basura, viviendas)	-----	Tarifa ordinaria	Realizar un estudio de transito de contaminantes de los tanques septicos secarnos a la fuente de abastecimiento. Asegurar el tanque de almacenamiento con malla	Asociación de la ASADA Juan Diaz	
Sanitaria	Tanque de Almacenamiento	Contaminación por paredes agrietadas	Mantener las paredes de los tanques metálicos pintadas y libres de corrosión, y los tanques de concreto impermeabilizado y libre de grietas	-----	Tarifa ordinaria	Ejecutar plan de mantemiento periodico.	Asociación de la ASADA Juan Diaz	
Sanitaria	Tanque de Almacenamiento	Contaminación por falta o sistema de cloración fuera de operación	Contar con un sistema de cloración funcional, operativo y con un buen mantenimiento	-----	Tarifa ordinaria	Poner bomba dosificadora de cloro en el tanque de almacenamiento de la ASADA	Asociación de la ASADA Juan Diaz	
Infraestructura	Prevención	Pérdida de presiones y fugas de agua	Asegurar la calidad de las tuberías de manera que se eviten las fugas de agua	-----	Tarifa ordinaria	Apartir del levantamiento topografico del acueducto realizar una modelacion hidraulica para determinar puntos estrategicos para colorcar valvulas de purga.	Asociación de la ASADA Juan Diaz	
Infraestructura	Registro de infraestructura	Deterioro de la calidad del sistema por utilizar componentes que sobrepasen su vida útil	Realizar un plan de sustitución de aquellos componentes que han cumplido su vida útil	-----		Realizar un inventario del acueducto con caractericas y su fecha de instalacion. Reemplazar los accesorio y tuberias que cumplan con el ciclo de vida.	Asociación de la ASADA Juan Diaz	
Operativa	Procedimientos	Procedimientos de control y mantenimiento desactualizados	Revisar anualmente los procedimientos de control con el fin de buscar mejoras en los mismos	-----	Tarifa ordinaria	Implementar una bitacora de trabajo. Designar labores de mantenimiento del acueduto. Desarrollar documentacion con plan de mantenimiento de la ASADA	Asociación de la ASADA Juan Diaz	
Emergencias	Planificación	Desabastecimiento de materiales para reparar daños, largas esperas de abastecimiento	Identificar los materiales pertinentes a mantener en bodega para atención a emergencias	-----	Búsqueda de fondos	Ejecutar un plan de emergencias del acueducto ante posibles desastre naturales. Realizar un inventario de posibles estructuras afectadas anteeventualizadas.	Asociación de la ASADA Juan Diaz	

Anexo 16. Plan de propuestas correctivas ASADA Juan Díaz
Fuente. Rodríguez & Torres, 2022

Tipo de componente	Estado actual	Solución propuesta	Tiempo de ejecución	Metodología de revisión de avance	Responsable
Área administrativa	Ausencia de bitácora para el manejo del acueducto.	Documentar todos los sucesos que ocurran en el acueducto por medio de una bitácora de trabajo	1 mes	Reportes	ASADA
	No cuentan con oficina para la administración de la ASADA	Construir una oficina administrativa	5 años	Reportes e inspección	ASADA
	Todos los datos se manejan de manera manual	Implementar computadora para digitalizar la información	6 meses	Reportes	ASADA
	Datos de oferta hídrica desactualizados	Realizar prueba de bombeo de 72 h	6 meses	Reportes	ASADA
	Falta de un plan de mantenimiento del acueducto	Generar un plan de mantenimiento que cumpla con el reglamento N.º 2001-175	2 meses	Reportes	Estudiantes de la Universidad Nacional y ASADA
Pozo	Se encuentra con vegetación y falta de mantenimiento	Limpiar la vegetación y dar mantenimiento.	2 meses	Reporte e Inspección	ASADA y comunidad
	Déficits en el diseño y estado de la tubería de la cachera de descarga del pozo	Rediseñar tubería de descarga del pozo, según normativa AyA.	6 meses	Reporte e Inspección	Estudiantes de la Universidad Nacional y ASADA
Tanque de almacenamiento	Incumplimiento de Reglamento No 38924-S	Utilizar sistema de desfincción	1 mes	Reporte e Inspección	ASADA
	El tanque se encuentra con deterioros, como fisuras y grietas.	Reparar los deterioros del tanque y dar mantenimiento	2 años	Reporte e Inspección	ASADA
	Ausencia de infraestructura de protección del tanque	Construir malla para proteger el tanque de acciones antropogénicas	1 año	Reporte e Inspección	ASADA
Red de distribución	No cuentan con válvulas liberadoras de presión	Establecer puntos en la red de tubería para colocar válvulas	6 meses	Reporte e Inspección	ASADA
	Tuberías y accesorios que cumplieron su vida útil	Reemplazar la tubería que cumplió con su vida útil	2 años	Reporte e inspección	ASADA
	Desconocimiento de la ubicación de todos los componentes del sistema	Realizar un levantamiento catastro de todos los componentes	2 años	Reporte e Inspección	ASADA

Anexo 17. Propuesta de Plan para la gestión del recurso hídrico de la ASADA Juan Díaz

Fuente. Rodríguez & Torres, 2022.