

**Universidad Nacional, Costa Rica**  
**Sede Regional Chorotega Campus**  
**Liberia**

**“Fortalecimiento de la gestión de las ASADAS asociadas a la Liga Comunal del Agua en  
el territorio de Nicoya, Hojancha y Nandayure, Guanacaste, Costa Rica”**

Trabajo Final de Graduación – Modalidad Pasantía  
Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Hidrológica

**Sustentante(s):**

Azucena del Carmen Rodríguez Cambronero  
504460447

**Supervisor:**

Ing. Gan Carlos Barrantes Vargas

**Equipo asesor:**

**Tutor**

Ronald Sánchez Brenes

Liberia, Costa Rica.

Abril 2025

## Acta de Jurado Examinador

**Pasantía:** *“Fortalecimiento de la gestión de las ASADAS asociadas a la Liga Comunal del Agua en el territorio de Nicoya, Hojancha y Nandayure, Guanacaste, Costa Rica”*

---

**Dra. Darink Grbic Grbic**

Representante de Decanatura, Sede Regional Chorotega

---

**Dra. Andrea Suarez Serrano**

Dirección Académica Universidad Nacional, Campus Liberia

---

**PhD. Ronald Sánchez Brenes**

Tutor/Pasantía

## Agradecimientos

A Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza en cada paso de este camino. Gracias por las oportunidades y el aprendizaje que me has dado, y por permitirme llegar hasta aquí.

A mi familia, por su amor incondicional y apoyo constante. Sin ustedes, nada de esto sería posible. Gracias por creer en mí y por cada palabra de aliento en los momentos difíciles.

A mi novio, por estar a mi lado y motivarme a seguir adelante. Gracias por tu comprensión, paciencia y por acompañarme en esta etapa tan importante de mi vida.

A mis amigos, quienes han sido un gran soporte en este proceso. Gracias por su compañía, por las risas y por cada momento compartido. Su apoyo ha sido invaluable.

Y a mi tutor, Ronald Sánchez Brenes, por su orientación y dedicación en cada etapa de este trabajo. Gracias por compartir su conocimiento y por el compromiso que ha mostrado en mi formación. Su apoyo ha sido fundamental.



## **Dedicatoria**

A mis queridos sobrinos, Juan Camilo, Sarah y Juan Ignacio, quienes llenan mi vida de alegría y motivación. Este trabajo está dedicado a ustedes, con la esperanza de que encuentren inspiración para alcanzar sus sueños y descubrir que, con esfuerzo y perseverancia, todo es posible. Que siempre se sientan orgullosos de perseguir sus propias metas y de aprender cada día algo nuevo. Son mi mayor orgullo y fuente de felicidad.

## Resumen

El presente trabajo final de graduación en Ingeniería Hidrológica se enfoca en el fortalecimiento de la gestión de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ASADAS) en Nicoya, Hojancha y Nandayure, Guanacaste, Costa Rica. Este proyecto se desarrolló en colaboración con la Liga Comunal del Agua (LCA) para enfrentar los desafíos de estrés hídrico y mejorar la sostenibilidad de los recursos en esta región. El trabajo incluyó proyectos de extensión de redes de distribución, instalación de sistemas de cloración para asegurar la calidad del agua, limpieza y monitoreo de pozos, así como balances hídricos. Estas intervenciones mejoraron la eficiencia en la distribución del agua y cumplieron con normativas de calidad, garantizando agua potable segura y continua para las comunidades. Las lecciones aprendidas y la experiencia adquirida a lo largo del proyecto fortalecieron la capacidad operativa de las ASADAS y promovieron prácticas de uso responsable del recurso hídrico. Además, este proyecto contribuye a la seguridad hídrica y al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible en zonas rurales de Costa Rica.

## Summary

The present graduation project in Hydrological Engineering focuses on strengthening the management of the Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ASADAS) in Nicoya, Hojancha, and Nandayure, Guanacaste, Costa Rica. This project was developed in collaboration with the Liga Comunal del Agua (LCA) to address water stress challenges and improve the sustainability of resources in this region. The work included projects on distribution pipe extensions, installation of chlorination systems to ensure water quality, professional cleaning, and monitoring, as well as water balances. These interventions improved distribution efficiency and met quality standards, ensuring safe and continuous potable water for the communities. The lessons learned and experience gained throughout the project strengthened the operational capacity of the ASADAS and promoted responsible water resource practices. Moreover, this project contributes to water security and supports sustainable development goals in Costa Rica's rural areas.

## Tabla de contenido

Acta de Jurado Examinador .....	ii
Agradecimientos .....	iii
Dedicatoria .....	iv
Resumen.....	v
Summary .....	vi
Glosario de abreviaturas .....	ix
1. Introducción .....	1
1.1 Introducción .....	1
1.2 Objetivos .....	3
1.2.1 Objetivo General .....	3
1.2.1 Objetivos Específicos .....	3
1.3 Justificación .....	4
1.4 Alcances y Limitaciones .....	5
1.4.1 Alcances de la pasantía.....	5
1.4.2 Limitaciones de la pasantía .....	5
2. Antecedentes .....	6
2.1 Descripción de la Liga Comunal del Agua .....	6
2.2 Actividades socioeconómicas de las zonas de influencia de la Liga Comunal del Agua .....	7
3. Sistematización de experiencias.....	10
3.1 Proyecto 1. Extensiones de ramal en las ASADAS de Puerto Humo, Dulce Nombre, Nicoya, Guanacaste.....	10
3.1.1 Antecedentes del proyecto de extensiones de ramal en las ASADAS de Puerto Humo, Dulce Nombre, Nicoya, Guanacaste .....	11
3.1.2 Metodología de Trabajo .....	12
3.1.3 Resultados .....	15
3.2 Proyecto 2. Instalación de clorador en ASADA Pozo de Agua, Nicoya, Guanacaste.....	17
3.2.1 Antecedentes del proyecto de instalación de clorador en ASADA Pozo de Agua, Nicoya, Guanacaste.....	17
3.2.2 Metodología de Trabajo .....	18
3.2.3 Resultados .....	20



3.3 Proyecto 3. Limpieza y monitoreo con endoscopio en pozos de la ASADA Finca Los Sueños, Santa Cruz, Guanacaste.....	22
3.3.1 Antecedentes del proyecto de limpieza y monitoreo con endoscopio en pozos de la ASADA Finca Los Sueños, Santa Cruz, Guanacaste .....	22
3.3.2 Metodología de trabajo.....	23
3.3.3 Resultados .....	25
3.4 Proyecto 3. Proyecto CONSTRUYE: Revisión de pozos con endoscopio y balances hídricos en ASADAS de los cantones de Hojancha, Nandayure, Santa Cruz, Guanacaste .....	26
3.4.1 Antecedentes del Proyecto CONSTRUYE: Revisión de pozos con endoscopio y balances hídricos en ASADAS de los cantones de Hojancha, Nandayure, Santa Cruz, Guanacaste .....	26
3.4.2 Metodología de Trabajo .....	26
3.4.3 Resultados .....	29
4. Lecciones aprendidas .....	29
4.1 Lecciones aprendidas por proyecto.....	29
4.2 Lecciones en general .....	31
4.3 Recomendaciones para la Liga Comunal del Agua .....	32
4.4 Recomendaciones para el ejercicio de Ingeniería Hidrológica .....	33
5. Bibliografía.....	34
ANEXOS .....	37



INGENIERÍA  
HIDROLÓGICA  
UNIVERSIDAD NACIONAL

## **Glosario de abreviaturas**

**LCA:** Liga Comunal del Agua Hojancha, Nicoya y Nandayure.

**ASADA:** Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios.

**MCA:** Metros Columna de Agua.

**USEDES:** Unidad de Servicios y Desarrollo.

**ARESEP:** Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos.

**CBRN:** Corredor Biológico Rio Nosara.

## **1. Introducción**

En el siguiente capítulo se desarrollará la introducción, objetivos, justificación, alcances y limitaciones de la pasantía.

### **1.1 Introducción**

El agua potable es un derecho imprescindible que tienen todos los seres humanos, satisface necesidades relacionadas a la salud y condiciones de vida. Sin embargo, a nivel mundial aún hay deficiencias en la calidad, presión, organización, ausencia de planificación de usos, en base a lo anterior es importante mencionar que parte fundamental de la distribución de agua potable son los sistemas de bombeo que ayudan a lograr una calidad, cantidad para abastecer y una continuidad de flujo de agua potable adecuada para toda la comunidad, repercutiendo de forma directa en el bienestar de los seres humanos (Hernández et al., 2011).

Guanacaste posee un clima bastante caracterizado, con dos épocas a lo largo del año. La primera se denomina época seca y abarca los meses de diciembre hasta abril, y la segunda comienza a partir de mayo hasta noviembre, con una interrupción generalmente en el mes de julio donde las lluvias se ven interrumpidas por el fenómeno conocido como el “veranillo de San Juan”. Las precipitaciones promedio que posee la provincia de Guanacaste son aproximadamente 1700 mm por año y la temperatura promedio es alrededor de 29 °C, colocando a la provincia como zona con estrés hídrico (Solano y Villalobos, 2001).

En Costa Rica en las zonas rurales hay asociaciones llamadas ASADAS que se encargan de operar, administrar, dar mantenimiento y desarrollar los sistemas de acueductos y alcantarillados (AyA, 2013).

Las ASADAS tienen una labor crucial y compleja. Su responsabilidad abarca desde cumplir con las normativas legales, técnicas y administrativas hasta garantizar la resolución de los problemas en los servicios de agua potable y alcantarillado comunal. Además, deben elaborar presupuestos y planes de trabajo, vigilar aspectos legales, generar informes para el AyA y sus colaboradores, promover campañas de consumo responsable y, además, gestionar, mantener y operar los acueductos rurales para asegurar la sostenibilidad de los sistemas de agua potable (Rodríguez, 2021).

La Liga Comunal del Agua Hojancha, Nicoya y Nandayure [LCA], tiene su sede en Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. Esta organización nace como un apoyo sistémico e interdisciplinario para las ASADAS de la provincia de Guanacaste. La LCA ofrece a sus afiliadas un amplio y moderno catálogo de servicios de alta calidad, que añaden valor y eficiencia a la gestión de los acueductos rurales que solicitan su ayuda. Estos servicios incluyen la implementación de expedientes electrónicos, asistencia en trámites legales ante AyA o Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP), facturación electrónica, realización de pruebas de calidad de agua, elaboración de estados financieros, diseño de acueductos, venta de insumos, balances hídricos, estudios técnicos, entre otros. La LCA vela por la gestión integral del recurso hídrico (Rodríguez, 2021).

Debido a lo anteriormente expuesto, el objetivo principal de la pasantía en la Liga Comunal del Agua (LCA) es brindar asistencia técnica a las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados (ASADAS) mediante la aplicación de conocimientos profesionales que les permitan un mejoramiento en el desempeño de sus labores.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Brindar asistencia técnica a las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados (ASADAS) de Hojancha, Nicoya y Nandayure mediante la aplicación de conocimientos profesionales que les permitan un mejoramiento en el desempeño de sus labores.

### **1.2.1 Objetivos Específicos**

1. Desarrollar balances hídricos, estudios técnicos, controles operativos, inscripción y aforos de nacientes y pozos mediante herramientas profesionales que permitan el conocimiento de la disponibilidad y condiciones del recurso hídrico con el que cuenta la ASADA.
2. Dar asesoría y apoyo en cuanto a proyectos de extensiones, cambios de tubería y problemas generales en el equipo mediante conocimientos profesionales para que la ASADA brinde un servicio eficiente y óptimo a los usuarios.
3. Realizar instalaciones de tanques, bombas, cloradores siguiendo lineamientos profesionales que aprueben el funcionamiento de los equipos para que la ASADA cuente con un funcionamiento adecuado.

### 1.3 Justificación

En medio de las desafiantes condiciones de sequía y estrés hídrico que afectan a las zonas tropicales secas, como la provincia de Guanacaste, surge la necesidad imperante de acciones concretas para salvaguardar el acceso al agua potable y asegurar la sostenibilidad de sus recursos hídricos (Solano y Villalobos, 2001). En este contexto, la realización de una pasantía profesional en una organización como la Liga Comunal del Agua que vela por la mejora de la gestión del recurso hídrico en las ASADAS (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2021) permite brindar recomendaciones para el fortalecimiento de estas asociaciones para el bienestar comunitario y un paso importante en el camino hacia un desarrollo sostenible y equitativo.

En primer lugar, la realización de estudios técnicos detallados, como aforos en pozos y nacientes, es fundamental para evaluar con precisión la disponibilidad de agua en la región. Esta información proporcionará una base sólida para la toma de decisiones en la gestión de los recursos hídricos, permitiendo identificar áreas de escasez y diseñar estrategias efectivas para su mitigación (Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos [CFIA], 2024). Asimismo, la colaboración en la extensión o cambios de tuberías (ramales) y la asesoría personalizada a las ASADAS fortalecerán su capacidad operativa, facilitando una distribución equitativa y eficiente del agua entre las comunidades (Bejarano, 2013).

En segundo lugar, la instalación y configuración de equipos, como tanques, bombas y cloradores, colaborará a la eficiencia y seguridad de los sistemas de abastecimiento de agua, sino que también fomenta prácticas más sostenibles en su uso. Al garantizar la disponibilidad y calidad de los insumos esenciales para estos sistemas, se promueve el uso responsable del

recurso hídrico, reduciendo así el impacto ambiental y contribuyendo a la conservación de los ecosistemas locales (Suárez et al., 2019).

## **1.4 Alcances y Limitaciones**

### **1.4.1 Alcances de la pasantía**

1. Actividades: Estudios técnicos, Balances hídricos, Inscripciones de nacientes y pozos, Aforos a pozos y nacientes, Extensiones de ramal, Asesorías a problemas que tenga la ASADA, Venta de insumos, Entrega de insumos, Instalación de tanques, bombas, cloradores y cualquier otro sistema relacionado con los acueductos.
2. Entregables: Informe de sistematización de experiencias y bitácora.
3. Recursos: Equipo de gestión ambiental, equipo de ventas y materiales, computadora, internet, GPS, recipientes graduados, multiparámetro Hanna Instruments, pH metro, entre otros.
4. Cronograma: se espera completar la pasantía de febrero a diciembre.

### **1.4.2 Limitaciones de la pasantía:**

1. Limitación: áreas remotas, falta de transporte, condiciones climáticas adversas y poca capacidad de respuesta de las ASADAS.
2. Impacto: Algunas ASADAS se encuentran muy alejadas y en zonas de difícil acceso por lo que la falta de transporte propio puede generar dificultad a la hora de realizar diversas actividades como balances hídricos y controles operativos. Además, ante lluvias intensas hay comunidades que quedan incomunicadas por desbordamiento de ríos. También, la falta de respuesta por parte de las ASADAS puede generar atrasos en proyectos establecidos.

## 2. Antecedentes

En el siguiente capítulo se redactarán los antecedentes de la Liga Comunal del Agua, así como sus áreas de influencia y las actividades socioeconómicas de la zona.

### 2.1 Descripción de la Liga Comunal del Agua

Según Rodríguez (2024), afirma que, la LCA da inicio cuando en junio de 2016, bajo la dirección de Ana María Lobo (primera directora del proyecto), se establecieron cuatro componentes fundamentales para abordar las necesidades en el ámbito de Corredor Biológico Río Nosara (CBRN), tomando como referencia el Corredor Biológico (CB) MesoamericanoE. Uno de estos componentes se centró en el agua, y se designó a la Liga Comunal del Agua (LCA) como ejecutor de este aspecto. En octubre de 2016, se llevó a cabo un estudio de factibilidad para la creación de la Unidad de Servicios y Desarrollo (USEDES), y el 18 de noviembre del mismo año se celebró la asamblea constitutiva de la LCA, con la participación de nueve ASADAS fundadoras y diecinueve delegados de ASADAS. Inicialmente, AyA mostró resistencia al proyecto, abogando por la ausencia de cuotas y limitando la participación solo a presidentes de ASADAS. Para agosto de 2017, se había desarrollado un marco estratégico y un perfil para la USEDES, definiendo una serie de servicios prioritarios que incluían:

- a) Cloradores
- b) Contabilidad
- c) Control operativo
- d) Muestreo

- e) Expediente y archivo de documentos
- f) Diagnóstico técnico
- g) Apoyo gestión proyectos

Además, se propuso la implementación de un piloto para poner en marcha la redacción de la Liga Comunal del Agua y sus servicios prioritarios, abordando así las necesidades identificadas en el ámbito del CBRN, especialmente en lo relacionado con el suministro y gestión del agua.

La visión de la LCA recae en garantizar que todas las comunidades en el territorio tengan acceso a servicios de agua y saneamiento que sean sostenibles, de calidad y que participen de manera activa en la gestión y protección del recurso hídrico. La misión de la institución es fortalecer la administración comunitaria del agua, fomentando la creación de organizaciones que ofrezcan servicios de alta calidad. Nuestro objetivo es consolidar la colaboración entre diferentes entidades involucradas en la gestión completa del recurso hídrico, promoviendo la asociatividad y la coordinación de esfuerzos (Rodríguez, 2024).

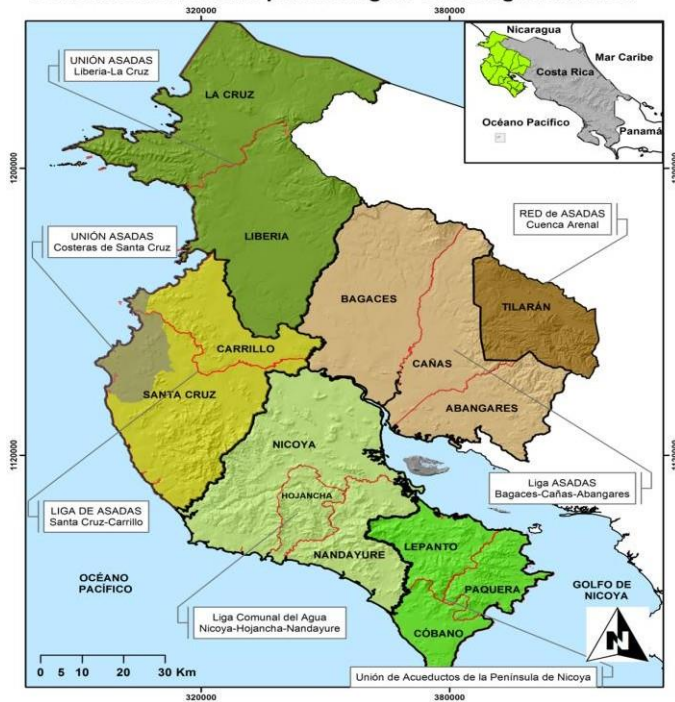
## **2.2 Actividades socioeconómicas de las zonas de influencia de la Liga Comunal del Agua**

La LCA desarrolla sus labores en los cantones de Nicoya, Hojanca y Nandayure (**Figura 1**) (Rodríguez, 2024), comunidades dedicadas a la agricultura, ganadería, pesca y turismo (Instituto de Desarrollo Rural [INDER], 2016).

### **Figura 1.**

*Zonas de influencia de la LCA.*

**Propuesta de Alcance de Territorios de las Ligas, Federaciones o Uniones de ASADAS para la Región Chorotega. Abril 2017**



**Fuente:** Rodríguez, 2024.

Según datos del INDER (2016), durante la última década, los sectores productivos del territorio se han enfocado principalmente en la agricultura, ganadería y pesca. Sin embargo, en las cabeceras de cantón, con un énfasis particular en el distrito central de Nicoya, las actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler han experimentado un notable crecimiento como actividad económica. Según datos proporcionados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería en 2015, las principales actividades en los distritos rurales del territorio son las siguientes:

- a) Cultivo de arroz
- b) Producción de café
- c) Explotación forestal

- d) Ganadería
- e) Cultivo de granos básicos
- f) Cultivo de hortalizas
- g) Producción de melón y sandía
- h) Pesca
- i) Servicios y comercio relacionados
- j) Turismo

De acuerdo con las actividades económicas actuales en los cantones mencionados, se destacan los tres principales grupos ocupacionales en cada uno:

<b>Cantón</b>	<b>Actividades económicas</b>
Nicoya	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajos elementales</li> <li>• Venta minorista y servicios directos</li> <li>• Profesiones científicas y técnicas</li> </ul>
Nandayure	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajos elementales</li> <li>• Venta minorista y servicios directos</li> <li>• Actividades agropecuarias y pesca especializada</li> </ul>
Hojancha	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajos elementales</li> <li>• Venta minorista y servicios directos</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Actividades agropecuarias y pesca especializada</li></ul>
--	---

Según la definición establecida para los trabajos elementales, estas funciones incluyen la venta de productos en la calle, la prestación de servicios de seguridad y vigilancia de bienes, la limpieza, lavado y planchado de ropa, así como labores simples relacionadas con la agricultura, la pesca, la construcción y las industrias manufactureras. Con el 62% de la población total residenciada en zonas rurales del territorio, se ha dado lugar al surgimiento de asentamientos rurales a lo largo de los años, impulsados por el Instituto de Desarrollo Rural (INDER). Estos asentamientos han fomentado la práctica de la agricultura familiar campesina (INDER, 2016).

### **3. Sistematización de experiencias**

En el presente capítulo se realizará una explicación de algunas de las actividades que se desarrollaron durante el primer período de la pasantía, donde se explicarán los antecedentes de las actividades, la metodología de los trabajos y los resultados obtenidos.

#### **3.1 Proyecto 1. Extensiones de ramal en las ASADAS de Puerto Humo, Dulce Nombre, Nicoya, Guanacaste.**

##### **Proyectos:**

1. Puerto Humo, Nicoya, Guanacaste.
2. Dulce Nombre, Nicoya, Guanacaste.

### 3.1.1 Antecedentes del proyecto de extensiones de ramal en las ASADAS de Puerto

#### Humo, Dulce Nombre, Nicoya, Guanacaste.

El sistema de abastecimiento de agua en muchas comunidades enfrenta una serie de desafíos que limitan su efectividad y capacidad para satisfacer la demanda creciente. Entre los principales problemas se encuentran las **bajas presiones** (menos de 15 mca) en la red de distribución, una condición que no solo afecta la calidad del servicio, sino que también compromete la capacidad de respuesta ante emergencias, como incendios. Este problema se agrava por la presencia de **diámetros de tuberías que no cumplen con las normativas (menos de 4" en la red principal)** establecidas para la instalación de hidrantes, lo cual es crítico para asegurar un suministro adecuado en situaciones de emergencia, esto es establecido por la Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial del AyA, (2017).

Además, muchos de estos sistemas han alcanzado o **superado su vida útil proyectada**, que según el AyA es de 20 años, lo que implica un mayor riesgo de fallos y una necesidad urgente de reemplazo o rehabilitación. La **infraestructura** existente (redes de distribución, impulsión, clorinadores y sistemas de bombeo, tanques de almacenamiento), muchas veces **obsoleta**, se convierte en una limitante significativa para el crecimiento de nuevas unidades habitacionales. Esto es particularmente problemático en áreas urbanas en expansión, donde la demanda de servicios básicos como el agua potable está en constante aumento.

Estos antecedentes destacan la necesidad de una intervención integral y planificada para actualizar y mejorar la red de abastecimiento de agua.

### 3.1.2 Metodología de Trabajo

Se siguieron los siguientes métodos para ejecutar el proyecto de extensiones de ramal en las ASADAS de Puerto Humo, Dulce Nombre, Nicoya, Guanacaste.

- **Presupuesto**

**Visita de campo:** Se realizó una visita al sitio del proyecto para evaluar las condiciones actuales de la infraestructura y obtener un panorama completo del trabajo necesario. Durante esta visita, se recolectó información crítica, como la cantidad de previstas, las distancias de tuberías existentes, el estado y tipo de las válvulas, y los diámetros de las tuberías actuales. Estos datos fueron esenciales para elaborar un listado detallado de materiales necesarios para la obra.

**Recolección de información necesaria:** Se procedió a recopilar toda la información obtenida en la visita de campo, incluyendo especificaciones técnicas y requerimientos adicionales. Esta información sirvió para crear un inventario de materiales y estimar los costos.

**Enlistado de materiales:** Con base en la información recolectada, se elaboró un listado detallado de todos los materiales necesarios, incluyendo tuberías, válvulas, hidrantes, y otros componentes específicos.

**Precios y costo total de la obra:** Se realizó una cotización de todos los materiales enumerados, incluyendo mano de obra y otros costos asociados, para presentar un presupuesto total del proyecto.

- **Aprobación de la cotización**

**Orden de inicio:** Una vez aprobado el presupuesto, se emitió una orden de inicio formal que autorizó el comienzo del proyecto.

- **Propuesta de tiempos de entrega y aprobación de esta**

**Cronograma del proyecto:** Se desarrolló un cronograma que estableció los tiempos estimados de entrega de materiales, las fases de construcción y los plazos para cada etapa del proyecto. Este cronograma fue aprobado por todas las partes involucradas antes de proceder.

- **Entrega de materiales**

**Recepción de materiales:** Todos los materiales listados y cotizados fueron entregados en el sitio del proyecto según el cronograma aprobado.

- **Coordinación con actores involucrados**

**Coordinación:** Se llevó a cabo una coordinación efectiva con todos los actores involucrados en el proyecto, incluyendo operadores de maquinaria, ASADA (Administradora de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados), fontaneros y otros técnicos especializados.

- **Inicio de la obra**

**Inicio de construcción:** Comenzó la obra conforme al cronograma, con la participación de todos los actores previamente coordinados.

**Recorrido con concedores de la tubería vieja:** Antes de iniciar la instalación de la nueva tubería, se realizó un recorrido con personas que tenían conocimiento de la infraestructura existente para identificar valvulería y otras condiciones que pudieran afectar el desarrollo del proyecto.

- **Instalación de tubería**

**Conexión de tubería:** Se llevó a cabo la instalación de la nueva tubería utilizando tubería con campana especial a prueba sísmica. Se utilizó un lubricante especial en el empaque de la campana para asegurar un empalme exitoso.

**Instalación de previstas:** Se emplearon silletas o abrazaderas para la derivación de previstas, utilizando adaptadores de PVC a polietileno y mangueras de polietileno certificadas para agua potable.

**Instalación de hidrantes:** Los hidrantes se instalaron según las recomendaciones técnicas de los bomberos de Costa Rica, componiéndose de válvula, niple, cabezote, cubre válvula, codo HG y Tee PVC.

**Instalación de valvulería:** Las válvulas (de paso, aire y desagüe) se instalaron estratégicamente para sectorizar el sistema, evacuar aire y drenar el agua.

- **Conexión de la red de tubería vieja con la nueva**

**Conexiones de tuberías:** Se realizó la conexión entre la red de tubería vieja y la nueva, utilizando reducciones de diámetro cuando fue necesario para mejorar las condiciones de caudal.

- **Prueba de presión**

**Prueba de presión:** La nueva red de tuberías se llenó y presurizó a 160 psi durante una hora, utilizando una bomba manual especial, para detectar posibles fugas y anomalías.

- **Entrega del proyecto finalizado**

**Entrega final:** Una vez completadas todas las etapas del proyecto y realizadas las pruebas necesarias, se procedió a la entrega formal del proyecto finalizado, asegurando que todas las especificaciones y estándares de calidad se cumplieron.

### **3.1.3 Resultados**

Los resultados del proyecto de mejora del sistema de abastecimiento de agua fueron altamente satisfactorios y abordaron de manera efectiva los problemas identificados en la fase de antecedentes.

En primer lugar, se logró la regulación de las presiones en la red de tuberías. Mediante la instalación de válvulas estratégicamente ubicadas y la actualización de las tuberías principales, se consiguió un flujo de agua constante y adecuado en toda la red. Esto no solo mejoró la eficiencia del suministro de agua, sino que también aumentó la capacidad del sistema para responder a demandas puntuales elevadas y situaciones de emergencia, como incendios.

En segundo lugar, la infraestructura del sistema de agua fue actualizada para cumplir plenamente con las normativas vigentes. Todas las instalaciones, incluidas las tuberías, válvulas, hidrantes y otros componentes, fueron seleccionadas y colocadas según los

estándares técnicos y regulatorios. Esto aseguró no solo la calidad del agua suministrada, sino también la durabilidad y fiabilidad del sistema en el largo plazo. El cumplimiento de las normativas garantiza que el sistema de abastecimiento de agua es seguro y sostenible, proporcionando tranquilidad a los residentes y cumpliendo con las exigencias legales y de salud pública.

### **Figura 2.**

*Evidencias de proyecto Puerto Humo, Nicoya, Guanacaste.*



### **Figura 3.**

*Evidencias del proyecto Dulce Nombre, Nicoya, Guanacaste.*



### **3.2 Proyecto 2. Instalación de clorador en ASADA Pozo de Agua, Nicoya, Guanacaste.**

#### **3.2.1 Antecedentes del proyecto de instalación de clorador en ASADA Pozo de Agua, Nicoya, Guanacaste.**

Los sistemas de abastecimiento de las comunidades han presentado problemas significativos que afectan la calidad del agua suministrada y su conformidad con las normativas vigentes. Uno de los problemas más graves es la presencia de coliformes fecales y *Escherichia coli* en el agua potable, indicadores claros de contaminación fecal que representan un riesgo importante para la salud pública. Estos microorganismos patógenos pueden causar enfermedades gastrointestinales y otras infecciones, lo que subraya la urgencia de abordar esta problemática con la instalación de cloradores.

Además, se ha detectado un incumplimiento de las normativas establecidas para la calidad del agua potable. Este incumplimiento puede estar relacionado con la inadecuada gestión y mantenimiento de la infraestructura de suministro, así como con posibles fallas en los procesos de tratamiento del agua, como lo es la ausencia de cloradores. La falta de conformidad con los estándares regulatorios no solo compromete la salud de los residentes, sino que también puede resultar en sanciones legales y la pérdida de confianza en el sistema de abastecimiento.

Otro problema identificado fue la irregularidad en los niveles de pH del agua, que tienden a ser alcalinos. Un pH fuera del rango óptimo puede afectar tanto la salud humana como la integridad de las tuberías y otros componentes del sistema de distribución. El agua con un pH alcalino puede tener un sabor desagradable y puede provocar la acumulación de depósitos

minerales en las tuberías, lo que a su vez puede reducir el flujo de agua y aumentar el riesgo de fallos en el sistema.

### 3.2.2 Metodología de Trabajo

Se siguieron los siguientes pasos para ejecutar el proyecto de instalación de clorador en ASADA Pozo de Agua, Nicoya, Guanacaste.

- **Presupuesto**

**Visita de campo:** Se realizó una visita al sitio del proyecto para evaluar las condiciones actuales y obtener una comprensión completa de los requisitos. Durante esta visita, se recogió información necesaria para enlistar los materiales necesarios.

**Recolección de información necesaria:** Se recopiló información detallada sobre la cantidad y tipo de materiales necesarios para el proyecto, incluyendo especificaciones técnicas y condiciones del sitio. Esta información se utilizó para crear un inventario y estimar los costos.

- **Propuesta de proyecto**

**Enlistado de materiales:** Con base en la información recolectada, se elaboró un listado detallado de todos los materiales necesarios, incluyendo tuberías, clorinador y otros componentes específicos.

**Precios y costo total de la obra:** Se realizó una cotización de todos los materiales y servicios enumerados, incluyendo mano de obra y otros costos asociados, para presentar un presupuesto total del proyecto.

- **Aprobación de la cotización**

**Orden de inicio:** Una vez aprobado el presupuesto, se emitió una orden de inicio formal que autorizó el comienzo del proyecto.

- **Entrega de materiales**

**Recepción de materiales:** Todos los materiales listados y cotizados fueron entregados en el sitio del proyecto según el cronograma aprobado.

- **Fabricación del clorinador a la medida del tanque**

**Fabricación del clorinador:** Se fabricó un clorinador a la medida del tanque de almacenamiento, tomando en cuenta las dimensiones, altura y pendiente especificadas durante la recolección de información.

- **Instalación del sistema de clorinación**

**Instalación de una válvula de paso:** Se instaló una válvula de paso para desviar el agua hacia el clorinador desde la red de impulsión.

**Instalación de desviación con silleta:** Se instaló una desviación con silleta del diámetro de la tubería de impulsión a 1/2”.

**Extensión de la desviación:** Se extendió la desviación desde el tubo de impulsión hasta el punto donde se ubicará el clorinador.

**Instalación del clorinador:** El clorinador se instaló en la ubicación prevista según las especificaciones técnicas.

**Conexión del clorinador con el tanque de almacenamiento:** Se conectó el clorinador con el tanque de almacenamiento para liberar el agua clorada al sistema.

- **Calibración del clorinador**

**Calibración del clorinador:** Se calibró el clorinador durante un período de 5 días para asegurar que funcionara correctamente y que los niveles de cloro en el agua fueran los adecuados.

### **3.2.3 Resultados**

Los resultados del proyecto de mejora del sistema de abastecimiento de agua fueron altamente satisfactorios, cumpliendo con los objetivos establecidos y resolviendo los problemas identificados en la fase de antecedentes.

**Regulación del pH:** Se logró estabilizar el pH del agua a niveles óptimos, eliminando la irregularidad y manteniéndolo dentro del rango adecuado. Esto se consiguió mediante la implementación de un sistema de cloración eficaz que, además de desinfectar, ayudó a

equilibrar las propiedades químicas del agua. La regulación del pH no solo mejoró la calidad del agua, sino que también protegió la infraestructura del sistema contra la corrosión y la acumulación de depósitos minerales.

**Eliminación de coliformes fecales y Escherichia coli:** La instalación y calibración del clorinador resultó en la eliminación completa de coliformes fecales y Escherichia coli del suministro de agua. Las pruebas realizadas durante y después de la calibración confirmaron que los niveles de estos contaminantes se redujeron a cero, garantizando que el agua distribuida a los residentes es segura para el consumo humano y libre de patógenos peligrosos.

**Cumplimiento de normativas de sistemas de desinfección del agua:** Con la implementación del nuevo sistema de cloración, se alcanzó el pleno cumplimiento de las normativas vigentes en materia de sistemas de desinfección del agua. El sistema instalado no solo cumple con los estándares regulatorios, sino que también asegura una desinfección continua y eficiente del agua, proporcionando tranquilidad tanto a las autoridades como a los usuarios del sistema.

**Figura 4.**

*Instalación de clorador en ASADA Pozo de Agua, Nicoya, Guanacaste.*



### **3.3 Proyecto 3. Limpieza y monitoreo con endoscopio en pozos de la ASADA Finca Los Sueños, Santa Cruz, Guanacaste.**

#### **3.3.1 Antecedentes del proyecto de limpieza y monitoreo con endoscopio en pozos de la ASADA Finca Los Sueños, Santa Cruz, Guanacaste.**

El sistema de abastecimiento de agua en la comunidad ha enfrentado problemas recurrentes que afectan la calidad del agua suministrada. Uno de los problemas más críticos es la presencia de materia fecal en el agua, lo cual indica una contaminación grave y un riesgo significativo para la salud pública. La presencia de materia fecal en el agua puede llevar a la propagación de enfermedades gastrointestinales y otras infecciones, poniendo en peligro la salud de los residentes.

Además, se ha observado que el nivel de arena en el agua varía dependiendo de las condiciones del pozo. Durante ciertos períodos, el agua presenta una menor concentración de arena, mientras que, en otros momentos, la cantidad de arena aumenta considerablemente. Esta variabilidad puede deberse a cambios en el nivel freático, la estructura geológica del pozo, o problemas con el mantenimiento y operación del sistema de extracción, debido a esto se ve la necesidad de hacer un lavado al pozo. La presencia de arena en el agua no solo reduce

su calidad, sino que también puede causar daños a las tuberías y equipos de bombeo, incrementando los costos de mantenimiento y reparación.

### **3.3.2 Metodología de trabajo**

Se siguieron los siguientes pasos para ejecutar el proyecto de limpieza y monitoreo con endoscopio en pozos de la ASADA Finca Los Sueños, Santa Cruz, Guanacaste.

- **Negociación con el cliente**

Se realizó una negociación inicial con el cliente para definir los términos y condiciones del proyecto, incluyendo los objetivos, el alcance del trabajo, los costos y los plazos. Esta negociación aseguró que todas las partes estuvieran de acuerdo con los detalles del proyecto antes de proceder.

- **Visita para conocer accesos y condiciones del o los pozos**

Se llevó a cabo una visita al sitio para evaluar los accesos y las condiciones específicas de los pozos. Durante esta visita, se identificaron las necesidades logísticas, los posibles obstáculos y se recogió información detallada sobre el estado actual de los pozos.

- **Fijación de fechas para el trabajo**

De acuerdo con el cliente, se fijaron las fechas específicas para la realización del trabajo. Este cronograma incluyó la llegada del equipo, las fases de instalación y el tiempo estimado para completar cada etapa del proyecto.

- **Llegada y extracción del equipo**

El equipo necesario para el proyecto fue transportado al sitio del pozo. Dependiendo de las condiciones y el tamaño del equipo, la extracción y manejo del equipo se realizaron con la ayuda de una grúa o manualmente.

- **Instalación de tubería PVC para el sistema de compresor**

Se instaló una tubería de PVC adecuada para el sistema de compresor. Esta tubería fue colocada de manera precisa para asegurar una conexión eficiente y segura con el equipo de compresión de aire.

- **Encendido del equipo**

El equipo de compresión de aire fue encendido y activado para comenzar el proceso de introducción de aire en la columna de agua del pozo. Este paso es crucial para iniciar la limpieza y la mezcla del agua dentro del pozo.

- **Aumento de la presión y aplicación de un detergente biodegradable**

Se aumentó la presión del sistema y se aplicó un detergente biodegradable especializado para limpiar las rejillas y el pozo en general. Este detergente es seguro para el medio ambiente y efectivo para eliminar residuos y contaminantes.

- **Mantenimiento del equipo en condiciones óptimas**

El equipo se mantuvo en operación continua, asegurando que la presión y la mezcla de aire se mantuvieran constantes. Este proceso se mantuvo hasta que el agua extraída del pozo estuvo limpia y sin residuos visibles, garantizando la calidad del agua.

### 3.3.3 Resultados

El proceso de lavado de los pozos resultó en una reducción significativa de la cantidad de arena y materia orgánica presente en el agua de los pozos. La aplicación del detergente biodegradable y la utilización del sistema de compresión de aire lograron limpiar las rejillas y mejorar la calidad del agua extraída.

Sin embargo, a pesar de estas mejoras, no fue posible erradicar completamente la presencia de arena y materia orgánica debido a que los pozos presentan un mal encamisado. Este defecto estructural permite la entrada continua de contaminantes a los pozos, lo que limita la efectividad de las medidas de limpieza implementadas.

#### Figura 5.

*Evidencias de limpieza de pozos en ASADA Finca Los Sueños, Santa Cruz, Guanacaste.*



### **3.4 Proyecto 3. Proyecto CONSTRUYE: Revisión de pozos con endoscopio y balances hídricos en ASADAS de los cantones de Hojancha, Nandayure, Santa Cruz, Guanacaste.**

#### **3.4.1 Antecedentes del Proyecto CONSTRUYE: Revisión de pozos con endoscopio y balances hídricos en ASADAS de los cantones de Hojancha, Nandayure, Santa Cruz, Guanacaste.**

Ante el cambio climático los ecosistemas han sufrido modificaciones severas que involucran períodos más extensos de sequía, disminución de los caudales de las fuentes de abastecimiento, entre otros. Debido a lo anteriormente mencionado es que la Universidad para La Paz con el apoyo financiero de la Embajada de Estados Unidos deciden implementar un proyecto para ayudar a ciertas comunidades de los cantones de Hojancha, Nandayure y Santa Cruz a enfrentar y conocer su panorama ante los efectos generados por el cambio climático en la zona. Para esto la Liga Comunal del Agua le vende los servicios profesionales para realizar los balances hídricos que le permiten a la ASADA conocer su disponibilidad hídrica actual y futura para la toma de decisiones informadas, además, se realizan inspecciones de los pozos concesionados.

#### **3.4.2 Metodología de Trabajo**

Se siguieron los siguientes pasos para ejecutar el Proyecto CONSTRUYE.

- **Negociación con la Universidad para La Paz**

Se realizó una negociación inicial con la Universidad para La Paz para definir los términos y condiciones del proyecto, incluyendo los objetivos, el alcance del trabajo, los

costos y los plazos. Esta negociación aseguró que todas las partes estuvieran de acuerdo con los detalles del proyecto antes de proceder.

- **Carta de responsabilidades a las ASADAS**

Se le brindó a cada ASADA que se involucraría en el proyecto una carta con cada una de las responsabilidades que debería cumplir una vez dentro del proyecto, algunas de estas responsabilidades eran la asistencia obligatoria a capacitaciones, recolección de información para el balance hídrico, entre otras.

- **Completar formulario para balance hídrico**

Se les envió un formulario diseñado en la LCA para obtener la información necesaria para desarrollar el balance hídrico de cada ASADA.

- **Recolección de información y atención de dudas**

Se realizaban llamadas para solicitar el formulario con la información necesaria, además, se atendían dudas para el llenado correcto de la información.

- **Realización del balance hídrico**

Una vez se tenía la información necesaria se empezaron a desarrollar los balances hídricos. Primeramente, se buscaban las fuentes de abastecimiento registradas en Dirección de Aguas para cada ASADA, con esa información se desarrollaba en la Calculadora de Balances Hídricos diseñada por el AyA el cálculo para las fuentes registradas, pero, además, se realizaba el mismo cálculo para caudales aforados por pruebas de bombeo o el método de

aforo tradicional para verificar el panorama real de las fuentes y gestionar recomendaciones con base a esto.

- **Revisión de pozos con endoscopio**

El equipo de revisión de pozos donado por la Universidad para La Paz tiene una cámara más grande de lo contemplada al inicio del proyecto, debido a esto, la LCA le solicitó a las ASADAS que pagaran la extracción del equipo de bombeo con una grúa para poder realizar la inspección. Una vez extraído el equipo de bombeo, se ingresó la cámara dentro del pozo, ente proceso se realizaba un video y se hacía la toma de fotografías de las partes considerables.

- **Informes finales**

Se realizó un informe final para dicha inspección donde se tomó en cuenta el estado del encamisado de los pozos, las rejillas, grava y obstáculos dentro del pozo para determinar su estado, así como los resultados del balance hídrico.

- **Informe físico para cada ASADA**

Una vez realizados los informes se enviaron a la Universidad para La Paz para que los aprobaran, una vez realizadas las correcciones solicitadas se imprimieron y se empastaron. Una vez listos se entregaron en una reunión final a cada ASADA donde se explicó cada parte de los informes.

### 3.4.3 Resultados

El proyecto CONSTRUYE, con el respectivo balance hídrico y revisión con endoscopio de los pozos les permitió a las ASADAS tomar decisiones informadas. El proyecto dio a conocer que el 80% de las 20 ASADAS involucradas no cuentan con caudal concesionado ante Dirección de Aguas para abastecer las necesidades actuales y menos futuras. Además, un 20% de los pozos inspeccionados están próximos a colapsar por lo que las ASADAS deben tomar medidas de forma inmediata para evitar un desabastecimiento a la población.

## 4. Lecciones aprendidas

En el siguiente capítulo se expresan las lecciones aprendidas por proyecto, así como lecciones generales y recomendaciones para la Liga Comunal del Agua.

### 4.1 Lecciones aprendidas por proyecto

- **Proyecto de extensiones de ramal en Puerto Humo y Dulce Nombre, Nicoya, Guanacaste.**

Se aprendió a identificar los sitios adecuados para la colocación de válvulas liberadoras de aire, válvulas de desagüe y válvulas de paso. También se adquirió la habilidad de instalar una silleta en tubería de 4 pulgadas, conforme a las exigencias del AyA para las ASADAS, para realizar las previstas con adaptadores de PVC a polietileno y reducir una tubería de 4 pulgadas a ½ pulgada. Además, se aprendió a instalar hidrantes de 3 bocas. Fue fundamental aprender a acoplar los tubos de 4 pulgadas con campana de empaque (CE), ya que son los requeridos por el AyA y su instalación puede ser

complicada sin una guía adecuada. También se desarrolló la habilidad de determinar el trayecto de la tubería en situaciones complejas, como el cruce de una alcantarilla y una cuneta de concreto. Además, se aprendió a negociar con las ASADAS.

- **Proyecto de limpieza y monitoreo con endoscopio en pozos de ASADA Finca Los Sueños, Santa Cruz, Guanacaste.**

Se aprendió a extraer la bomba de los pozos y a realizar inspecciones con un endoscopio para examinar la estructura interna de los mismos. Este proceso consiste en insertar una sonda con cámara para visualizar el interior del pozo. También se adquirió la habilidad de realizar la limpieza de los pozos, un procedimiento que se lleva a cabo utilizando un compresor que inyecta presión para eliminar la suciedad. Una vez se remueve una parte de la suciedad, se inyecta un jabón biodegradable para retirar los sedimentos y restos de suciedad.

- **Proyecto de instalación de clorador de cámara seca en ASADA Pozo de Agua, Nicoya, Guanacaste.**

Se aprendió el proceso de fabricación del clorador de cámara seca. Este consiste en colocar una silleta del diámetro de la tubería de impulsión a 2", seguido de una llave reguladora para reducir el caudal que pasa por dicha tubería. Luego, se ensambla con una tee de 4", un tubo de 4" y cuatro tees de ½" con sus respectivos tapones. Dentro del tubo de 4" se coloca un tubo sanitario de 3", donde se insertan las pastillas de cloro. Este sistema se conecta al respiradero del tanque mediante un tubo de ½", permitiendo que el agua clorada llegue al tanque. Se aprendió también que, si la tubería de impulsión se cierra (por ejemplo, si la boya se activa), el agua no pasa por el clorador.

- **Proyecto CONSTRUYE.**

Como resultado del proyecto, se adquirió experiencia en la realización de balances hídricos para ASADAS, lo que permitió evaluar de manera precisa la disponibilidad de recursos hídricos actuales y futuros. Además, se aprendió a utilizar un endoscopio, herramienta fundamental para inspeccionar el estado interno de los pozos y garantizar su funcionamiento óptimo. Paralelamente, se desarrollaron habilidades de socialización y comunicación efectiva con las ASADAS, facilitando la coordinación y la comprensión mutua en la toma de decisiones relacionadas con la gestión hídrica.

#### **4.2 Lecciones en general**

Durante el transcurso de este proyecto, se adquirieron y desarrollaron diversas habilidades y conocimientos. En primer lugar, se desarrollaron habilidades para llevar a cabo un proyecto de extensión de ramal desde el inicio hasta su finalización. Este proceso incluye la planificación, ejecución y supervisión de cada una de las etapas de la obra, garantizando que todas las fases se completen de manera eficiente. Además, se aprendió a diseñar un clorador de cámara seca, desde la selección adecuada de materiales hasta el ensamblaje completo del dispositivo. Este conocimiento es crucial para asegurar la correcta cloración del agua, mejorando así la calidad del recurso hídrico suministrado. La habilidad de diseñar y armar este tipo de clorador permite ofrecer soluciones efectivas y duraderas para el tratamiento del agua.

Otro aspecto importante fue la adquisición de conocimientos específicos sobre el uso del endoscopio para inspeccionar el interior de los pozos. Esto permitirá detectar y evaluar posibles problemas estructurales o de obstrucción. Además, se aprendió el procedimiento

adecuado para el lavado de pozos, asegurando su limpieza y mantenimiento óptimos. Estas habilidades son esenciales para mantener la operatividad y eficiencia de los pozos, garantizando un suministro de agua continuo y de calidad. Se aprendió también la importancia de mantener una comunicación fluida y efectiva con las ASADAS). Desde la solicitud de información hasta la prestación de asesorías, se establecen canales de comunicación que facilitaron la cooperación y el intercambio de conocimientos. Esta comunicación efectiva es fundamental para coordinar esfuerzos y asegurar que las necesidades y preocupaciones de las ASADAS sean atendidas de manera adecuada.

Además, se desarrollaron habilidades para realizar controles operativos que verifican la calidad del agua en las ASADAS. Esto incluyó la identificación de deficiencias en ciertas áreas y la formulación de recomendaciones para mejorar los procesos y garantizar que el agua suministrada cumpla con los estándares de calidad. Realizar estos controles es vital para asegurar que las comunidades tengan acceso a agua potable segura y de alta calidad.

#### **4.3 Recomendaciones para la Liga Comunal del Agua**

1. Se recomienda realizar reuniones al inicio de cada semana para planificar las tareas a llevar a cabo, con el fin de evitar la sobrecarga de trabajo en los empleados. Estas reuniones, que no deberían exceder 1,5 horas, son cruciales para establecer prioridades y garantizar una distribución eficiente de las responsabilidades.
2. Es fundamental mantener un inventario actualizado de los materiales en la bodega, asegurando que los empleados puedan desempeñar sus labores sin contratiempos. Para ello, es necesario implementar un sistema adecuado que facilite esta actividad y garantice un flujo de trabajo continuo y eficiente.

3. Para mejorar la entrega de insumos y la eficiencia en los proyectos, se sugiere que la empresa adquiera vehículos. Esto permitirá llegar a zonas de difícil acceso y ampliar el alcance de las operaciones. Este objetivo puede alcanzarse mediante la solicitud de un préstamo a una entidad bancaria, lo que facilitaría la adquisición de los vehículos necesarios para optimizar las operaciones de la empresa.
4. Brindar acceso a las ASADAS a diferentes capacitaciones con temas como calidad de agua, registros de micromediciones y macromediciones, entre otros, donde se les facilite el transporte por medio de diferentes donaciones, esto contribuirá a juntas directivas informas y por ende decisiones fundamentadas.

#### **4.4 Recomendaciones para el ejercicio de Ingeniería Hidrológica**

1. Se considera que brindarles a los ingenieros la oportunidad de desarrollar una pasantía es fundamental para ampliar los conocimientos, sin embargo, es recomendable que se analice adecuadamente el plan de actividades que se realizarán en la pasantía, esto con la finalidad de que se les brinde acceso a diferentes actividades dentro de la empresa y verificar que la pasantía será exitosa tanto para el estudiante como para la universidad.
2. Es fundamental que la universidad en convenio con el Colegio de Ingenieros Civiles pueda ofrecer capacitaciones de técnicas para acceder a la parte social de los proyectos, esto debido a que el conocimiento técnico de los ingenieros muchas veces se ve estropeado por la mala comunicación con la parte social que involucran los proyectos. Además, se considera oportuno desarrollar capacitaciones para reforzar el uso de macromediciones en las ASADAS, permitiéndole a los ingenieros mejorar los resultados de proyectos.

## 5. Bibliografía

Bejarano, E. (2013). Diagnóstico del acueducto de Santa Cruz y propuestas de mejora [Archivo PDF]. <https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Diagn%C3%B3stico%20del%20acueducto%20de%20Santa%20Cruz%20y%20propuesta%20de%20mejora%20Esteban%20Bejarano%20SP.pdf>

Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos [CFIA]. (2024). ¿Qué son los estudios técnicos (estudios básicos)? <https://centrodeayuda.cfia.or.cr/hc/es/articles/1500007818922--Qu%C3%A9-son-los-estudios-t%C3%A9cnicos-estudios-b%C3%A1sicos>

(E. Rodríguez, comunicación personal, 16 de mayo de 2024).

Hernández, L., Chamizo, H. y Mora, D. (2011). Calidad del agua para consumo humano y salud: dos estudios de caso en Costa Rica. *Revista Costarricense de Salud Pública*. 20(1). [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-14292011000100004](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292011000100004)

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados [AyA]. (2013). Manual para las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ASADAS) de Costa Rica [Archivo PDF]. <https://www.aya.go.cr/ASADAS/documentacionAsadas/Manual%20para%20las%20ASADAS%20-%20Cedarena%20-%20Transparencia%20y%20Rendici%C3%B3n%20de%20Cuentas.pdf>

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados [AyA]. (2017). *Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento*

y

pluvial

[Archivo

PDF].

<https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Norma%20dise%C3%B1o%20y%20construcci%20on%20sistemas%20agua,%20saneamiento%20y%20pluvial.pdf>

Instituto de Desarrollo Rural [INDER]. (2016). *Plan de Desarrollo Rural Territorial 2016-2021 Consejo Territorial de Desarrollo Rural Nandayure-Hojancha-Nicoya* [Archivo PDF]. <https://www.inder.go.cr/nahoni/PDRT-Nandayure-Hojancha-Nicoya.pdf>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. Sistematización de una experiencia: EL CASO DE LA USEDES [Archivo PDF]. <https://www.undp.org/es/costa-rica/publicaciones/sistematizacion-de-la-experiencia-usedes-liga-comunal-del-agua>

Rodríguez, C. (01 de marzo de 2021). La Liga Comunal del Agua: un oasis de soluciones para la gestión integral del recurso hídrico en la península de Nicoya. El Mensaje. <https://www.periodicomensaje.com/ambientales/6370-la-liga-comunal-del-agua-un-oasis-de-soluciones-parala-gestion-integral-del-recurso-hidrico-en-la-peninsula-de-nicoya>

Solano, J., y Villalobos, R. (2001). Aspectos Fisiográficos aplicados a un Bosquejo de Regionalización Geográfico Climático de Costa Rica. *Top. Meteor. Oceanogr.*, 8(1), 26-39. [https://www.researchgate.net/publication/228799654\\_Aspectos\\_Fisiograficos\\_aplicados\\_a\\_un\\_Bosquejo\\_de\\_Regionalizacion\\_Geografico\\_Climatico\\_de\\_Costa\\_Rica](https://www.researchgate.net/publication/228799654_Aspectos_Fisiograficos_aplicados_a_un_Bosquejo_de_Regionalizacion_Geografico_Climatico_de_Costa_Rica)

Suárez Serrano, A., Baldioceda Garro, Á. Durán Sanabria, G., Rojas Conejo, J., Rojas Cantillano, D. y Guillén Watson, A. (2019). Seguridad hídrica: gestión del agua en comunidades rurales del Pacífico Norte de Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*,



INGENIERÍA  
HIDROLÓGICA  
UNIVERSIDAD NACIONAL

53(2).

[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2215-](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-)

[38962019000200025](#)

UNA  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
COSTA RICA



INGENIERÍA  
HIDROLÓGICA  
UNIVERSIDAD NACIONAL

## ANEXOS

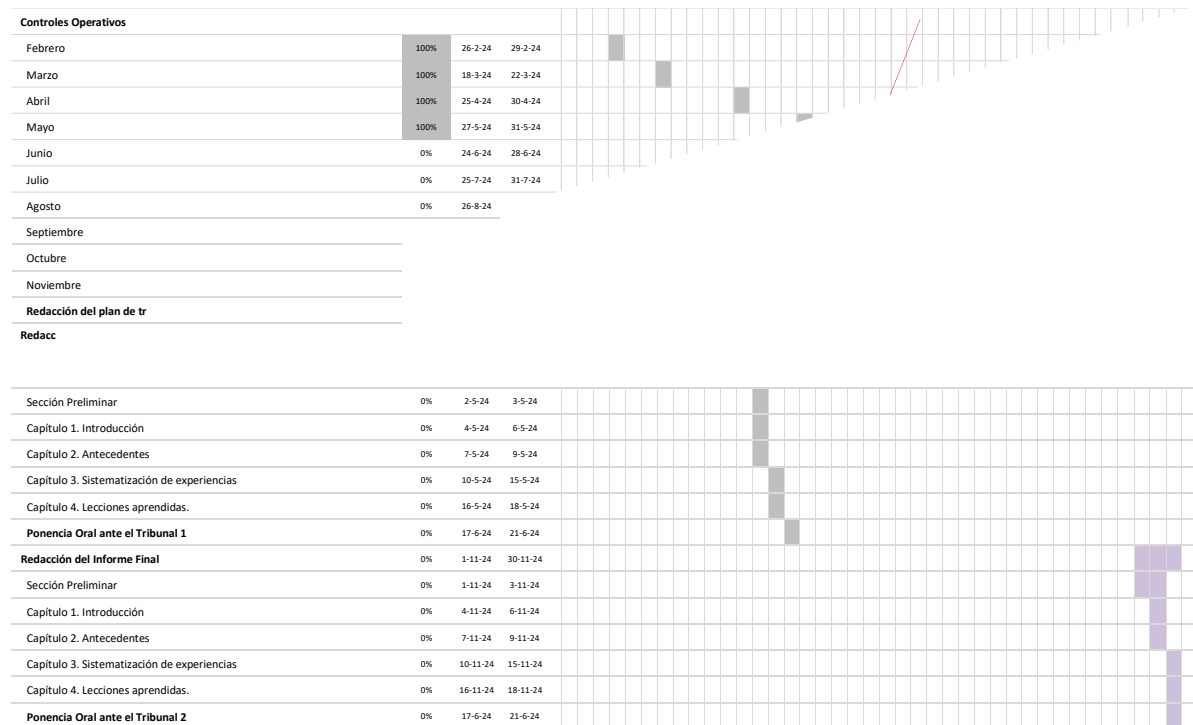
### **Anexo A.**

*Presupuesto propuesto de la pasantía.*

## Anexo B.

### *Cronograma de actividades.*

**Simbología:** Morado = Tareas Sin Realizar; Gris = Tareas Realizadas, Rojo= Tareas prioritarias



**Nota:** Estas actividades están sujetas a cambios por directrices de la empresa.



INGENIERÍA  
HIDROLÓGICA  
UNIVERSIDAD NACIONAL

## Anexo C.

*Supervisión de la colocación de tubería de 4" en proyecto Puerto Humo, Nicoya.*



## Anexo D.

*Realización de control operativo en Barrio Guanacaste.*





INGENIERÍA  
HIDROLÓGICA  
UNIVERSIDAD NACIONAL

## Anexo E.

*Medición de nivel freático del pozo de Finca de Karine en Las Delicias, Nosara.*



## Anexo F.

*Asistencia en lavado de los pozos 1, 2 y 3 de la ASADA Finca Los Sueños, Santa Cruz,  
Guanacaste.*



## Anexo F.

*Aforos de las nacientes de la ASADA San Isidro, Hojancha.*



## Anexo G.

*Revisión de los pozos en ASADA San Pablo, Nandayure.*

