

Universidad Nacional, Costa Rica
Sede Regional Chorotega
Campus Liberia

**“Estrategia de fortalecimiento de la gestión del recurso hídrico para la zona territorial de La
Liga Comunal Del Agua, Guanacaste, Costa Rica”**

Modalidad: Pasantía
Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Hidrológica

Sustentante:

Andres Porras Castro
2-0818-0375

Supervisor:

Lic. Marcos Andrés Espinoza López
Liga Comunal del Agua

Equipo asesor:

Dr. Ronald Sánchez Brenes
Universidad Nacional de Costa Rica

Liberia, Costa Rica.

Abril 2025

II. Acta de jurado examinador

El proyecto final de graduación titulado “Estrategia de fortalecimiento de la gestión del recurso hídrico para la zona territorial de La Liga Comunal Del Agua, Guanacaste, Costa Rica”



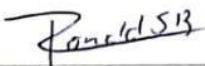
Dra. Darinka Grbic Grbic

Representante de Decanatura, Sede Regional Chorotega



Dra. Andrea Suarez Serrano

Representante de dirección Académica Universidad Nacional, Campus Liberia



Dr. Ronald Sánchez Brenes

Tutor

III. Agradecimientos

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que han contribuido de manera significativa a la realización de este trabajo final de graduación de la Licenciatura en Ingeniería Hidrológica.

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres, cuyo amor, apoyo y sacrificio han sido fundamentales a lo largo de mi carrera académica. Su confianza en mí y su constante aliento me han motivado a perseverar y a dar lo mejor de mí en cada etapa de este proceso.

A mis profesores de la Universidad Nacional, Costa Rica, mi profunda gratitud por su dedicación y enseñanza. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en mi formación profesional, proporcionándome los conocimientos, habilidades y orientación necesarios para desarrollar y completar este proyecto con éxito.

A la Universidad Nacional, Costa Rica, por brindarme la oportunidad de formarme en un ambiente académico de excelencia. La calidad de la educación y los recursos disponibles han sido cruciales para mi desarrollo como profesional en el campo de la Ingeniería Hidrológica.

Mi agradecimiento también va dirigido a la Liga Comunal del Agua, institución en la que realicé mi pasantía. Su colaboración y disposición para permitirme participar en este proyecto han sido invaluable. La experiencia práctica obtenida durante la pasantía ha enriquecido significativamente mi comprensión del tema y ha sido esencial para la realización de este trabajo.

Finalmente, un especial reconocimiento al Ingeniero Marcos Espinoza López, quien supervisó mi trabajo en la empresa. Su orientación experta, su paciencia y su disposición para compartir su conocimiento han sido fundamentales para el éxito de este proyecto. Su apoyo y consejos han sido invaluable en cada etapa de la investigación.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento. Este logro es resultado de su contribución y apoyo incondicional.

IV. Dedicatoria

A mis queridos padres,

Con profunda gratitud y afecto, dedico este trabajo final de graduación a ustedes, quienes han sido el pilar fundamental en cada etapa de mi formación académica y personal. Su apoyo incondicional, comprensión y sacrificios han sido esenciales para que pudiera alcanzar este logro en mi carrera de Ingeniería Hidrológica.

Ustedes me han enseñado el valor del esfuerzo, la importancia de la perseverancia y el significado de trabajar con pasión y dedicación. En cada desafío y en cada éxito, sus palabras de aliento y su fe en mis capacidades me han impulsado a seguir adelante. La Ingeniería Hidrológica, como campo técnico que busca soluciones innovadoras para la gestión del agua, refleja el compromiso y la visión que ustedes siempre han tenido para mi futuro.

Este logro no solo es un testimonio de mi esfuerzo, sino también de su amor y apoyo inquebrantable. A través de este trabajo, quiero expresarles mi más sincero agradecimiento por haber sido la fuente de inspiración y fortaleza en cada paso del camino. Cada descubrimiento, cada desafío superado y cada avance en mi formación profesional lleva consigo un pedazo de su amor y dedicación.

Con todo mi cariño y respeto, les agradezco por ser la base sobre la que se construye este logro y por ser parte integral de mi viaje hacia el futuro.

Con amor y gratitud.

V. Resumen ejecutivo

Este trabajo final de graduación documenta la experiencia adquirida durante la pasantía en la Liga Comunal del Agua en Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. La pasantía se llevó a cabo en el departamento de gestión ambiental, donde se realizaron diversos proyectos significativos en el ámbito de la Ingeniería Hidrológica. El informe se estructura en cuatro capítulos que abarcan la introducción, los antecedentes de la empresa, la sistematización de experiencias y las lecciones aprendidas.

En la introducción, se ofrece una visión general del trabajo, subrayando la importancia del proyecto y su relevancia para la gestión del agua en la región. Se justifica la elección del tema y se definen los objetivos generales del estudio, además de establecer los alcances y limitaciones del trabajo, proporcionando el marco necesario para comprender el propósito y el alcance de la pasantía.

El capítulo sobre los antecedentes de la empresa describe la Liga Comunal del Agua, detallando sus principales actividades y las actividades socioeconómicas asociadas. Esta sección proporciona un contexto integral sobre la organización, resaltando cómo sus operaciones impactan la gestión del recurso hídrico en la región de Hojancha.

En la sistematización de experiencias, se presentan tres proyectos realizados durante la pasantía. El primero y segundo es el diseño de extensiones de ramal, donde se expone el contexto y la necesidad del proyecto, la metodología utilizada para el diseño y los resultados obtenidos, detallando la justificación y objetivos de los estudios, los métodos y procedimientos empleados, y los hallazgos que contribuyen a la gestión hídrica. El tercer proyecto se enfoca en los estudios técnicos realizados a las ASADAS, describiendo las necesidades y contexto de los estudios, los procedimientos técnicos aplicados y las recomendaciones derivadas.

El capítulo final se centra en las lecciones aprendidas, destacando las enseñanzas específicas obtenidas de cada proyecto, así como las generales que abarcan la experiencia completa de la pasantía. Se ofrecen recomendaciones para la Liga Comunal del Agua y para el ejercicio de la ingeniería hidrológica en general, orientadas a mejorar las prácticas y procedimientos en la gestión del agua basadas en los hallazgos y experiencias acumuladas. El informe completo ofrece un análisis detallado y una evaluación crítica de la experiencia adquirida, contribuyendo al conocimiento y a la práctica de la ingeniería hidrológica en la región.

VI. Summary

This final graduation project documents the experience obtained during the internship at the Liga Comunal del Agua in Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. The internship took place in the environmental management department, where various significant projects in the field of hydrological engineering were carried out. The report is structured into four chapters covering the introduction, company background, systematization of experiences, and lessons learned.

In the introduction, an overview of the work is provided, highlighting the project's importance and its relevance to water management in the region. The choice of the topic is justified, and the general objectives of the study are defined, as well as the scope and limitations of the work, providing the necessary framework to understand the purpose and scope of the internship.

The chapter on company background describes the Liga Comunal del Agua, detailing its main activities and the associated socioeconomic activities. This section provides a comprehensive context about the organization, emphasizing how its operations impact water resource management in the Hojancha region.

In the systematization of experiences, three projects conducted during the internship are presented. The first and second are the design of branch extensions, where the project's context and necessity, the design methodology, and the results obtained are outlined. The justification and objectives of the studies, the methods and procedures used, and the findings contributing to water management are also detailed. The third project focuses on technical studies conducted for the ASADAS, describing the needs and context of the studies, the technical procedures applied, and the resulting recommendations.

The final chapter focuses on the lessons learned, highlighting specific insights gained from each project as well as general lessons covering the entire internship experience. Recommendations are provided for the Liga Comunal del Agua and for the practice of Hydrological Engineering in general, aimed at improving practices and procedures in water management based on the accumulated findings and experiences. The complete report offers a detailed analysis and a critical evaluation of the experience gained, contributing to the knowledge and practice of hydrological engineering in the region.

VII. Índice de figuras.

Figura 1. Estructura organizacional de La Liga Comunal del Agua.

Figura 2. Oficinas de la Liga Comunal del Agua.

Figura 3. La agricultura en Guanacaste.

Figura 4. Las Catalinas, atractivo turístico de la zona de Guanacaste.

Figura 5. Ejemplo de plano hidráulico de la extensión de Ramal de los Porras.

Figura 6. Prueba de presión de extensión de ramal Los Porras.

Figura 7. Extensión de ramal de ASADA las Delicias.

Figura 8. Paja de agua para lotes en la Delicias de Nosara, Guanacaste, Costa Rica.

Figura 9. Hidrantes de 3 bocas para la extensión de ramal.

Figura 10. Levantamiento topográfico.

Figura 11. Tanque de almacenamiento de la ASADA de San Juan de Santa Cruz.

Figura 12. Cantidad de años de instalación de las tuberías.

VII Índice de cuadros

Cuadro 1. Volumen del acueducto actual.

Cuadro 2. Balance de aguas con caudal concesionado.

Cuadro 3. Balance de aguas con población futura al 2049.

VII Índice de contenido

Capítulo 1.....	1
1.1 Introducción.....	2
1.2 Justificación.....	3
1.4 Alcance y limitaciones.....	5
1.4.1 Alcances.....	5
1.4.2 Limitaciones.....	5
Antecedentes.....	6
Capítulo 2.....	6
2.1 Descripción de la empresa.....	7
2.2 Actividades socioeconómicas de la zona.....	10
Sistematización de experiencias.....	14
Capítulo 3.....	14
3.1 Extensión de ramal “Los Porras”.....	15
3.1.1 Antecedentes del proyecto.....	15
3.1.2 Metodología que se emplea.....	15
3.1.3 Resultados esperados.....	17
3.2 Extensión de ramal de ASADA La Delicias de Nosara.....	18
3.2.1 Antecedentes del proyecto.....	19
3.2.2 Metodología empleada.....	19
3.2.3. Resultados esperados.....	21
3.3 Estudio técnico de la ASADA San Juan de Santa Cruz.....	24
3.3.1 Antecedentes del proyecto.....	24
3.3.2 Metodología empleada.....	24
3.3.3 Resultados esperados.....	27
Lecciones Aprendidas.....	34
Capítulo 4.....	34
4.1 Lecciones aprendidas específicas.....	35
4.1.1 Planificación de Giras de Campo.....	35
4.1.2 Proyección de Información de Proyectos a los Beneficiarios.....	35
4.1.3 Planificación de Proyectos en Temporada de Lluvias.....	35
4.1.4. Evaluación y Seguimiento Post Proyecto.....	36
4.1.5. Orden y Comunicación Durante la Ejecución del Proyecto.....	36

4.2. Lecciones aprendidas generales.....	36
4.2.1 Sobre la gestión integral de recursos hídricos.....	36
4.2.2. Sobre la evaluación y monitoreo de calidad del agua	37
4.2.3. Sobre el diseño y ejecución de proyectos de infraestructura hídrica	37
4.2.4. Sobre la educación y sensibilización comunitaria.....	37
4.2.5. Sobre la conservación y reforestación	37
4.2.6. Sobre el trabajo interdisciplinario y colaborativo	38
4.2.7. Sobre la adaptación a desafíos locales	38
4.2.8. Sobre la evaluación de impacto y sostenibilidad	38
4.2.9. Sobre las normativas y regulaciones.....	38
4.2.10. Sobre la innovación y tecnología.....	39
4.3 Recomendaciones para la empresa.....	39
4.4 Recomendaciones para el ejercicio de la Ingeniería hidrológica (ser más específicos en que instituciones hagan cada cosa).....	42
4.4.1 Actualización de los perfiles profesionales para la ingeniería hidrológica.....	42
4.4.2 Fortalecimiento del compromiso ético y profesional en la ingeniería hidrológica	42
4.4.3 Mejora académico y formación continua para ingenieros hidrológicos	43
5. Referencias bibliográficas	45
6. Anexos	48

X. Glosario y abreviaturas

ASADA: Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunes.

AyA: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

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

DRAT: Distrito de Riego Arenal Tempisque.

INEC: El Instituto Nacional de Estadística y Censos.

LCA: Liga Comunal del Agua.

ONG: Organización No Gubernamental.

Introducción

Capítulo 1.

En el presente capítulo se encuentra información que introduce al lector de cómo se da la ejecución del proyecto. Se divide en: la declaración del problema, la justificación de la investigación, los objetivos a cumplir, los alcances y las limitaciones.

1.1 Introducción.

En la zona de Guanacaste, Costa Rica, la Liga Comunal del Agua se destaca como un referente en la gestión sostenible de los recursos hídricos. En un contexto gestión hídrica donde la conservación del agua es fundamental para la viabilidad de la región Guanacasteca (Núñez, 2023). Esta entidad local juega un rol fundamental en la protección y preservación de este recurso. La acción local es un pilar fundamental para el desarrollo sostenible al enfocarse en las necesidades específicas de las comunidades y fomentar su capacidad de autogestión y adaptación y puede generar un impacto significativo en una escala global (Recillas, 2022).

En la región Guanacasteca, la carencia de infraestructura y la limitada inversión estatal son elementos de un abandono que se registran como compromisos electorales prometidos por los gobiernos sucesivos y que finalmente quedan en el papel (Zamora 2018). Otras preocupaciones destacadas por los residentes incluyen la falta de asistencia técnica en relación con los procedimientos y tecnologías óptimas para garantizar el suministro de agua potable de calidad en los hogares. Además, la escasez de financiamiento para las asociaciones de acueductos comunitarios (ASADAS), especialmente aquellas de menor tamaño, constituye un desafío adicional para hacer frente a las adquisiciones de insumos, equipos y tecnología necesarios (Muñoz, 2022).

La Liga Comunal del Agua (LCA) tiene su sede en la región de Hojancha, en la provincia de Guanacaste. se destaca como una ubicación estratégica para una empresa que trabaja con ASADAS en toda la provincia debido a dos factores principales: su ubicación geográfica central dentro de la región de Guanacaste, lo que facilita el acceso a las ASADAS ubicadas en diferentes áreas, y su experiencia en gestión del recurso hídrico, adquirida a través de la resolución de desafíos relacionados con la estacionalidad de las lluvias por estar ubicados en la provincia más seca de Costa Rica (Gutiérrez, 2018). Esta ubicación estratégica le permite trabajar en estrecha colaboración con las comunidades locales, así como con otras organizaciones dedicadas a la conservación del medio ambiente.

Costa Rica cuenta con un elevado potencial hídrico que podría conducirla a lograr a largo plazo la seguridad hídrica si se maneja de una óptima y equitativa forma el recurso (Varela, 2007). Esto garantizaría tanto el acceso al agua para el consumo humano como el cumplimiento de las necesidades del desarrollo económico, además de asegurar la sostenibilidad del recurso. No obstante, se enfrenta a conflictos recurrentes por el uso del agua, insatisfacción de las demandas de las comunidades, sectores productivos, riesgos asociados a la contaminación y la sobreexplotación de fuentes hídricas claves, lo que compromete el capital hídrico del país (Vargas, 2019).

En un país reconocido por su abundante riqueza natural y biodiversidad, la Liga Comunal del Agua se posiciona como un ejemplo destacado de la acción local, ya que por medio de su visión y misión hace posible que este objetivo se cumpla a diferencia de otras organizaciones que solo trabajan para su propio beneficio “La (LCA) se fundó con el afán de crear una institución que ayude a la Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales con la gestión del recurso hídrico de una manera sostenible (Rodríguez, 2024).

En resumen, el objetivo principal de la pasantía fue el fortalecimiento de la gestión del recurso hídrico, mediante el departamento de gestión ambiental y sus proyectos, la información recopilada y la sistematización de experiencias conjunto a el accionar sustantivo de la Liga Comunal del Agua, Hojancha, Guanacaste Costa Rica.

1.2 Justificación.

La gestión del recurso hídrico en Guanacaste, Costa Rica, representa un desafío multifacético que afecta no solo la disponibilidad y calidad del agua, sino también la sostenibilidad ambiental, el desarrollo económico y la calidad de vida de las comunidades locales.

La ausencia de una planificación integral y a largo plazo en la gestión del agua ha generado una asignación inadecuada de recursos y una respuesta reactiva ante los problemas emergentes, la carencia de estrategias claras para la gestión sostenible del recurso hídrico agrava la situación, dejando a la región vulnerable a crisis hídricas y conflictos por el agua en el futuro. La infraestructura hídrica existente en Guanacaste se encuentra en muchos casos obsoleta, subdesarrollada o mal mantenida. (Astorga, 2022). Esto se traduce en pérdidas significativas de agua debido a fugas en sistemas de distribución, ineficiencias y limitaciones en el acceso al agua potable, lo que afecta tanto a la población como a las actividades económicas de la región.

La experiencia adquirida a través de una pasantía en la Liga Comunal del Agua en Guanacaste, Costa Rica, ofrece una valiosa oportunidad para los ingenieros hidrológicos en formación. A través de este programa, se pueden identificar tres justificaciones generales que destacan la importancia y los beneficios de esta experiencia.

En primer lugar, la experiencia directa en la gestión comunitaria con las ASADAS ayuda a fortalecer las habilidades de comunicación y la capacidad para involucrar a las partes interesadas en la toma de decisiones relacionadas con los recursos hídricos ya que según él (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2016) en la actualidad, las ASADAS constituyen, después del AyA, el segundo ente operador más importante del país pues su injerencia y aportes en el tema del abastecimiento de agua potable a las zonas rurales ha ido en aumento año tras año.

En segundo lugar, el diseño de sistemas de gestión hídrica sostenibles y con las normativas del AyA, estas habilidades son fundamentales para abordar los desafíos ambientales y sociales asociados con los recursos hídricos de manera efectiva y sostenible. La Ley No. 1634 en Costa Rica, conocida como la Ley General de Agua Potable, tiene como objetivo asegurar el acceso justo y sostenible al agua potable, estableciendo derechos y responsabilidades para ciudadanos y autoridades, así como estándares de calidad del agua, regulación de infraestructuras, promoción de la participación comunitaria y mecanismos de cumplimiento y sanciones para garantizar su aplicación efectiva.

Desde su promulgación, las Organizaciones no Gubernamentales (ONG) han desempeñado un papel integral en la gestión de la conservación de sostenibilidad en el manejo de los recursos naturales del país. Esto se logra mediante la planificación y ejecución de procesos que involucran la colaboración entre el Estado, la sociedad civil, la empresa privada y los individuos interesados y comprometidos en la construcción de un entorno ambientalmente equilibrado y saludable (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, (2022).

En tercero, esta experiencia ayuda a desarrollar un enfoque holístico y ético hacia la gestión de los recursos hídricos, lo que es esencial para enfrentar los desafíos actuales y futuros relacionados con el agua. El fortalecimiento de la capacidad operativa y estratégica de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados (ASADAS) ha sido impulsado significativamente por la Liga Comunal del Agua. Esta organización ha desempeñado un papel crucial en el proceso de mejorar las capacidades de las ASADAS para gestionar eficazmente sus servicios. Esto incluye actividades como la optimización de la operación de los acueductos, el análisis de los balances hídricos, la mejora de la gestión contable y la identificación de medidas de adaptación frente a cambios en los patrones de lluvia (Universidad para la Paz, 2023).

Una pasantía en la Liga Comunal del Agua Guanacaste, Costa Rica, proporciona el desarrollo de capacidades ingenieriles mediante la ejecución de distintas acciones que colaboren con su acción sustantiva. A través de esta experiencia, los pasantes pueden aplicar sus conocimientos teóricos en proyectos reales, desarrollar habilidades técnicas y fortalecer su comprensión de la importancia de la sostenibilidad en la gestión del agua. Además, contribuyen al desarrollo local y global al promover prácticas sostenibles en la gestión de los recursos hídricos.

1.3 Objetivo general.

Fortalecer la gestión del recurso hídrico, mediante el departamento de gestión ambiental y sus proyectos, la información recopilada y la sistematización de experiencias en la pasantía, mejorando el accionar sustantivo de la Liga Comunal del Agua, Hojanca, Guanacaste Costa Rica.

1.4 Alcance y limitaciones.

1.4.1 Alcances

El proyecto busca mejorar la gestión ambiental en la región de Guanacaste, especialmente en lo relacionado con el recurso hídrico, mediante el fortalecimiento del recurso hídrico gracias al departamento de gestión ambiental de la Liga Comunal del Agua. Se espera que los proyectos generen material informativo claro y accesible sobre los servicios ofrecidos por el departamento de gestión ambiental, lo que puede mejorar la conciencia y comprensión de la importancia de la gestión del agua en la comunidad. El establecimiento de mecanismos de colaboración efectiva entre el departamento de gestión ambiental y sus beneficiarios potenciales puede fomentar la participación comunitaria y fortalecer el accionar de la Liga Comunal del Agua.

1.4.2 Limitaciones

Es posible que el proyecto enfrente limitaciones en términos de recursos financieros, humanos y materiales para llevar a cabo todas las actividades planificadas de manera óptima. Aunque se centra en la región de Guanacaste, el proyecto puede enfrentar desafíos para llegar a todas las comunidades de manera efectiva debido a limitaciones geográficas, de infraestructura o de acceso. El entorno político, social o ambiental puede cambiar durante la ejecución del proyecto, lo que podría afectar su implementación y resultados. La capacidad de implementar efectivamente el plan de acción y mantener la colaboración efectiva a largo plazo entre el departamento de gestión ambiental y sus beneficiarios puede ser un desafío que requiera un seguimiento continuo.

Antecedentes

Capítulo 2.

En el presente capítulo se encuentra información sobre la descripción de la empresa y las actividades socioeconómicas de la zona.

2.1 Descripción de la empresa

La visión que la LCA tiene según Oreamuno (2022) es que “Todas las comunidades del territorio acceden a servicios de agua y saneamiento sostenibles y de calidad, participando activamente en el manejo y protección del recurso hídrico” y la misión es el fortalecimiento de la gestión comunitaria del agua, promoviendo organizaciones que presten servicios de calidad.

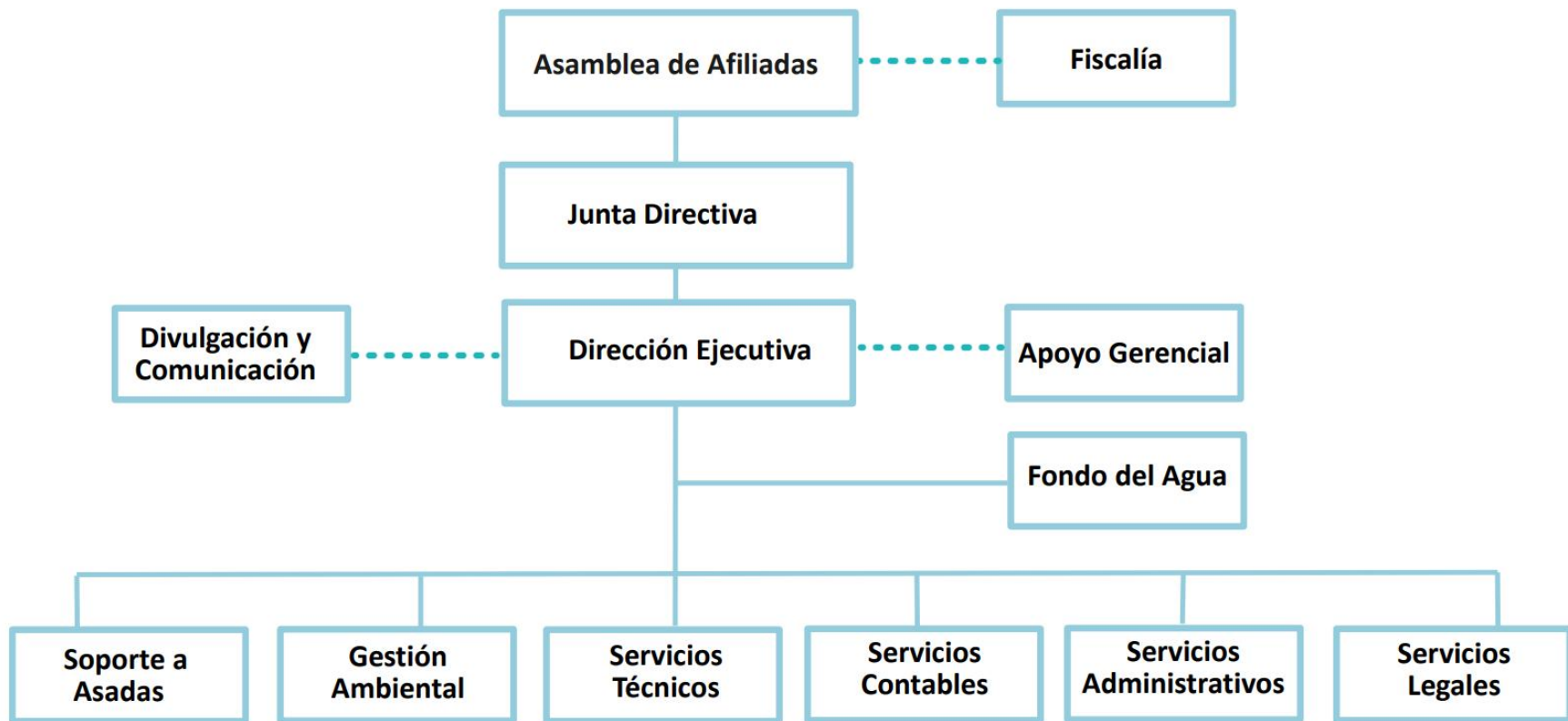
Se presentará la estructura organizacional de la empresa por medio de un organigrama, donde se ve reflejado el orden jerárquico de arriba hacia abajo de cada uno de los departamentos que conforman a la institución (Figura1).

Figura 1.

Estructura organizacional de La Liga Comunal del agua.



Organigrama de la LCA



Fuente: LCA, 2022.

Los objetivos estratégicos que tiene la LCA como norma para realizar su trabajo son los siguientes (Oreamuno, 2022):

El objetivo de impacto social se deriva de la Visión y Misión de La LCA, representando la perspectiva de máximo interés para la organización. Se enuncian como sigue: Garantizar a todas las comunidades el acceso a agua y saneamiento de calidad, en línea con la Visión (V), y Consolidar la Asociatividad entre los actores que gestionan el recurso hídrico, conforme a la Misión (M) establecida.

El objetivo de la perspectiva de sostenibilidad financiera es consolidar una estructura financieramente sostenible. Aunque se reconoce el éxito actual en la consecución de la sostenibilidad financiera, se enfatiza la necesidad de establecer una estructura formal para gestionar los recursos financieros de manera más eficaz, lo que respalda la aspiración de consolidación expresada.

El objetivo de la perspectiva de clientes, o más bien, de partes interesadas en el contexto de la LCA, se centra en ampliar el posicionamiento y representatividad de la organización en la gestión comunitaria del agua. Además, se busca profundizar la relación con clientes y socios mediante la provisión de más y mejores servicios y programas de valor. Estos objetivos reflejan el enfoque de la Liga hacia el fortalecimiento de sus relaciones y su influencia en el territorio a través de los servicios que ofrece a las partes interesadas.

El objetivo de la perspectiva de procesos de la LCA representa la estrategia operativa para influir en las perspectivas estratégicas anteriores, marcando el primer nivel de control de la organización sobre las variables relacionadas. Este objetivo incluye: Fortalecer y diversificar los mecanismos para la sostenibilidad financiera y la proyección programática, expandir la prestación de servicios incorporando el saneamiento, posicionar los logros y acciones de la organización a través de una estrategia de comunicación integral, promover tecnologías y conocimientos en un contexto de cambio climático, e implementar estrategias de relevo generacional y equidad de género para nuevos liderazgos en la gestión comunitaria del agua y saneamiento. Estos objetivos reflejan la orientación estratégica de la LCA hacia la mejora continua y la adaptación a los desafíos actuales y futuros.

El objetivo de la perspectiva de gente y recursos se centran en adquirir los recursos necesarios para impulsar la organización hacia el cumplimiento de su plan estratégico. Este objetivo incluye: desarrollar las capacidades y el conocimiento del equipo humano en tecnologías apropiadas para la gestión del recurso hídrico, proveer a la (LCA) de la infraestructura y herramientas necesarias para su desarrollo, e incorporar y desarrollar una estructura administrativa para la organización. Estas metas subrayan la importancia de fortalecer los recursos humanos y materiales para lograr los objetivos estratégicos de la LCA.

Figura 2.

Oficinas de la Liga Comunal del Agua.



Fuente: LCA, 2022.

El objetivo general de la LCA es mejorar la calidad de vida de las comunidades a través del acceso garantizado a agua y saneamiento de calidad, fortaleciendo la asociatividad entre los actores de la gestión del recurso hídrico (Universidad para la Paz, 2023). Esto se logrará mediante la consolidación de una estructura financiera sostenible, la ampliación del posicionamiento y representatividad de la organización en la gestión comunitaria del agua, la implementación de una estrategia operativa para influir en las perspectivas estratégicas, y la adquisición de recursos humanos y materiales necesarios para impulsar la organización hacia el cumplimiento de su plan estratégico.

2.2 Actividades socioeconómicas de la zona

Históricamente, Guanacaste se distinguió por ser una de las regiones con mayores índices de pobreza y desigualdad en el país, con una estructura económica predominantemente vinculada al sector agropecuario tradicional. Esta situación ha experimentado una transformación significativa, y en la actualidad la economía se orienta más hacia el turismo y otros servicios. Asimismo, ha sido escenario de importantes inversiones públicas, como el Distrito de Riego Arenal Tempisque (DRAT)

y, más recientemente, el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber. Además, alberga extensas áreas de reservas naturales protegidas y es la provincia que ha logrado la mayor recuperación de cobertura forestal en las últimas décadas (Aguilar, 2018).

Las principales actividades socioeconómicas en las zonas costeras de Guanacaste, que utilizan recursos naturales como insumos para su desarrollo, son la pesca y el turismo. Estas actividades han mostrado una notable dinámica en el período estudiado de 1990 a 2005 y son de gran importancia para las comunidades costeras. La variabilidad climática podría afectar negativamente la productividad de estas actividades. Dado que las actividades costeras relacionadas con recursos naturales tienen una significativa relevancia social y económica en esta región, cualquier impacto climático adverso es motivo de preocupación (Moreno. et al. 2017).

Se ha observado un incremento en el empleo secundario, con muchas personas obteniendo ingresos complementarios mediante trabajos adicionales. La problemática de la delincuencia e inseguridad ha impulsado la contratación de servicios de seguridad privada y comunitaria. En contraste, el empleo público se ha mantenido estable, sin crecimiento. El sector agropecuario, en cambio, expulsa empleo y muestra poca integración en la cadena productiva. El nuevo proyecto de riego no está vinculado eficazmente con el sector productivo. El sistema proteccionista del Estado, mediante subsidios, no revitaliza el sector agropecuario, limitándose a ser compensatorio y asistencialista. La región enfrenta problemas de mercado y comercialización; los productos se generan en Guanacaste, se venden al Valle Central a precios bajos y se comercializan nuevamente en la región a precios elevados, evidenciando un problema de intermediarios (Román. 2016).

La población de Guanacaste ha crecido de manera constante, impulsada en parte por la migración interna y el atractivo del turismo, lo que ha resultado en una mayor demanda de servicios públicos y vivienda. Aunque el turismo ha elevado el ingreso per cápita en ciertas áreas, existen disparidades significativas entre las zonas turísticas y las áreas rurales. Las zonas costeras muestran un mayor desarrollo económico, mientras que las comunidades rurales enfrentan desafíos en términos de ingresos y oportunidades. La infraestructura educativa y de salud ha mejorado, pero todavía presenta retos, especialmente en áreas remotas. Guanacaste cuenta con varios centros educativos y hospitales, pero la calidad y el acceso pueden ser limitados fuera de los principales centros urbanos (Aguilar, 2018).

En este contexto, es crucial señalar que la cultura local ha experimentado cambios significativos debido a los nuevos procesos socio-históricos y socio-económicos en la región, principalmente influenciados por el desarrollo del turismo. Desde nuestra perspectiva, la cultura local

del cantón ha seguido dos direcciones principales: en primer lugar, una resignificación y revalorización, donde se considera un bien intangible susceptible de ser comercializado, generando ganancias a partir de este producto cultural. Esto ha impulsado las tradiciones locales, que ahora funcionan como mercancía y generan utilidades, lo cual ha llevado a la aparición de profesionales de la cultura local, como folcloristas, que comercializan las manifestaciones culturales y tradiciones en el mercado turístico (Morales, 2009).

Figura 3.

La agricultura en Guanacaste.



Fuente: Fernández, 2018.

Guanacaste presenta una dinámica socioeconómica compleja caracterizada por una economía diversificada, pero con una creciente dependencia del turismo. A pesar de los avances en infraestructura y desarrollo, persisten desafíos significativos en términos de equidad social, acceso a servicios y sostenibilidad ambiental. El futuro de Guanacaste dependerá de un equilibrio entre crecimiento económico y conservación del medio ambiente, así como de la mejora continua en la calidad de vida de sus habitantes. Implementar políticas que promuevan la inclusión social, la educación y la protección ambiental será fundamental para lograr un desarrollo sostenible y equitativo en la provincia.

Figura 4.

Las Catalinas, atractivo turístico de la zona de Guanacaste.



Fuente: Araya, 2023.

Sistematización de experiencias

Capítulo 3.

En el presente capítulo se presenta las diferentes experiencias realizadas en la pasantía, mediante los proyectos que realiza la Liga Comunal del Agua en el departamento de gestión ambiental.

3.1 Extensión de ramal “Los Porras”.

Según el AyA (2020) una extensión de ramal es la ampliación a la tubería existente de distribución o de recolección del acueducto y del alcantarillado sanitario, se refiere al proceso de extender la longitud de las redes de agua potable y saneamiento. Esta ampliación implica añadir nuevos segmentos de tubería a la infraestructura actual con el fin de alcanzar puntos adicionales que no estaban cubiertos previamente.

En el caso del acueducto, la ampliación de la tubería de distribución permite llevar agua potable a nuevas áreas, mejorando así el acceso a este recurso vital. Esto puede ser necesario debido al crecimiento urbano, la construcción de nuevas viviendas o instalaciones, o para mejorar el servicio en áreas que antes tenían un suministro inadecuado.

3.1.1 Antecedentes del proyecto.

El proceso de ampliación de estas tuberías implica una serie de pasos técnicos y administrativos. Primero, se realiza una planificación detallada que incluye estudios de viabilidad, diseño de ingeniería y obtención de permisos necesarios. Luego, se procede con la construcción, que puede involucrar la excavación de zanjas, la colocación de nuevas tuberías, su conexión con la red existente y, finalmente, pruebas para asegurar la integridad y funcionalidad del nuevo segmento.

Además, la ampliación debe considerar factores como la capacidad de la red actual, la demanda proyectada, el tipo de terreno y las posibles interferencias con otras infraestructuras. También es importante asegurar que los materiales y métodos de construcción cumplan con las normativas y estándares de calidad y seguridad vigentes.

3.1.2 Metodología que se emplea.

En primera instancia se debe de solicitar la paja de agua en el AyA, después de ver que la tubería principal no pasa en frente de la propiedad se inicia el proceso de extensión. El AyA le envía al dueño de la propiedad unas cartas donde indica las mejoras que este tiene que hacer para hacer llegar el agua a su propiedad, comúnmente se solicita tubería de 4 pulgadas con sus respectivos hidrante (AyA, 2020). Después en base a las recomendaciones empleadas se realiza un plano ver (Figura 5) donde vayan todas las partes, se envía al Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica, luego va al AyA y por último a la municipalidad correspondiente.

Después de esto se tiene que autorizar el permiso de construcción de la obra más la ruptura de la calle para implementar el tramo extendido. Después de finalizar la obra se realiza una prueba de presión para que posteriormente sea conectada al sistema principal del acueducto (Figura 6).

Figura 6.

Prueba de presión de extensión de ramal los Porras.



Fuente: Porras, 2024.

3.1.3 Resultados esperados.

La extensión de un ramal en las redes de acueducto y alcantarillado puede generar varios resultados beneficiosos para la comunidad y la infraestructura en este caso fue un servicio brindado para el AyA y se crearon 8 pajas de agua más y una extensión de 800 metros de tubería de 4 pulgadas. A continuación, se detallan algunos de los resultados más generales:

Mejora en la cobertura de servicios

La ampliación permite llevar agua potable y servicios de alcantarillado a zonas que previamente no estaban cubiertas, mejorando la calidad de vida de los residentes. Facilita el desarrollo

de nuevas urbanizaciones, complejos habitacionales y áreas industriales o comerciales al proporcionar la infraestructura necesaria para su funcionamiento.

Incremento en la capacidad de suministro y recolección

Con la ampliación, se puede suministrar un mayor volumen de agua a las áreas conectadas, satisfaciendo la demanda creciente de la población. Aumenta la capacidad de la red para recolectar y transportar aguas residuales, reduciendo el riesgo de desbordamientos y mejorando la eficiencia del sistema de saneamiento.

Reducción de riesgos sanitarios y ambientales

Al proporcionar acceso a agua potable y un sistema adecuado de recolección de aguas residuales, se disminuyen los riesgos de enfermedades relacionadas con el agua y la exposición a contaminantes. Una red de alcantarillado eficiente evita la contaminación del suelo y cuerpos de agua locales, contribuyendo a la preservación del medio ambiente.

Optimización del funcionamiento del sistema

Mejora la distribución del agua dentro de la red, asegurando que todas las áreas conectadas reciban un suministro adecuado. Al actualizar y extender las tuberías, se pueden identificar y reparar fugas, disminuyendo las pérdidas de agua y mejorando la eficiencia del sistema.

Beneficios económicos

La disponibilidad de servicios de agua y alcantarillado aumenta el valor de las propiedades en las áreas conectadas. Las mejoras en infraestructura pueden atraer inversiones comerciales e industriales, impulsando el desarrollo económico de la región.

Mejora en la calidad del servicio

Una red ampliada y bien mantenida ofrece un servicio más estable y confiable, con menos interrupciones y cortes. Al ampliar y modernizar la red, se pueden implementar tecnologías más avanzadas para garantizar una mejor calidad del agua y un servicio más eficiente.

3.2 Extensión de ramal de ASADA La Delicias de Nosara.

Una extensión de ramal consiste en ampliar la tubería existente de distribución o recolección del acueducto y alcantarillado sanitario, refiriéndose al proceso de alargar las redes de agua potable

y saneamiento. Esta ampliación implica la adición de nuevos segmentos de tubería a la infraestructura actual con el objetivo de alcanzar áreas adicionales previamente no cubiertas (AyA, 2020).

En el caso del acueducto, la extensión de la tubería de distribución permite llevar agua potable a nuevas zonas, mejorando el acceso a este recurso vital. Esto puede ser necesario debido al crecimiento urbano, la construcción de nuevas viviendas o instalaciones, o para mejorar el servicio en áreas que anteriormente tenían un suministro inadecuado.

3.2.1 Antecedentes del proyecto

El proceso de ampliación de las tuberías de una ASADA implica una serie de pasos técnicos y administrativos específicos. Inicialmente, se lleva a cabo una planificación exhaustiva que incluye estudios de viabilidad, diseño de ingeniería y la obtención de los permisos necesarios. Posteriormente, se procede con la fase de construcción, que puede involucrar la excavación de zanjas, la instalación de nuevas tuberías, su interconexión con la red existente y, finalmente, la realización de pruebas para asegurar la integridad y funcionalidad del nuevo segmento.

La ampliación debe considerar varios factores críticos, como la capacidad de la red actual, la demanda proyectada, el tipo de terreno y las posibles interferencias con otras infraestructuras. Además, es esencial garantizar que los materiales y métodos de construcción cumplan con las normativas y estándares de calidad y seguridad vigentes. Este proceso técnico debe ser meticuloso para asegurar una integración adecuada y eficiente de los nuevos segmentos de tubería en la infraestructura existente.

3.2.2 Metodología empleada.

En primera instancia se tuvo que tomar en cuenta primero un estudio técnico ya que estaba actualizado con su vigencia de cada 5 años que según el AyA (2020). Es una herramienta fundamental para la ASADA, permitiéndole tomar decisiones informadas tanto en el presente, como la instalación de nuevas pajas y la construcción de obras, como a futuro, incluyendo la identificación de nuevas fuentes de agua, el incremento del volumen de almacenamiento o la determinación de los diámetros adecuados para las tuberías Hidro-geotecnia, (2018). El objetivo principal del estudio es asegurar el cumplimiento con la normativa del AyA y, simultáneamente, preparar la ASADA para implementar las mejoras necesarias de manera eficiente (AyA, 2020).

En este caso primero se pide las pajas de agua después de ver que la tubería principal no pasa en frente de la propiedad se inicia el proceso de extensión. La ASADA le envía al dueño de la

propiedad unas cartas donde indica las mejoras que este tiene que hacer para hacer llegar el agua a su propiedad arrojadas por el estudio previo, comúnmente se solicita tubería de 4 pulgadas con sus respectivos hidrantes, (AyA, 2020). Después en base a las recomendaciones empleadas se realiza un plano donde vayan todas las partes y se envía al Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica, luego va a la ASADA correspondiente.

Después de esto todas las mejoras que vayan en el plano que tienen que ser implementadas y supervisadas. Se tiene que autorizar el permiso de construcción de la obra más la ruptura de la calle para implementar el tramo extendido (Figura 7).

Figura 7.

Extensión de ramal de ASADA las Delicias.



Fuente: Porras, 2024.

Mientras se está realizando la obra un ingeniero del AyA viene a supervisar, para darle el visto bueno a la ASADA, que todo va conforme dice su respectivo plano y al final de todo se dan las pajas de agua que el cliente necesita (Figura 8).

Figura 8.

Paja de agua para lotes en la Delicias de Nosara, Guanacaste, Costa Rica.



Fuente: Porras, 2024.

3.2.3. Resultados esperados.

La extensión de un ramal en las redes de una ASADA puede generar varios resultados beneficiosos para la comunidad y la infraestructura. En este caso fue un servicio brindado para un cliente privado que donó todo a la ASADA y se crearon 30 pajas de agua más y una extensión de

1570 metros de tubería de 4 pulgadas con 8 hidrantes (Figura 9). A continuación, se detallan algunos de los resultados más generales:

Figura 9.

Hidrantes de 3 bocas para la extensión de ramal.



Fuente: Porras, 2024.

Mejora en la cobertura de servicios

La ampliación de las redes de agua potable y alcantarillado permite llevar estos servicios esenciales a áreas previamente no cubiertas, mejorando la calidad de vida de los residentes. Al facilitar el acceso a agua potable y saneamiento, se garantiza un entorno más saludable y se promueve el bienestar comunitario. Además, esta ampliación es crucial para el desarrollo urbano y rural, ya que proporciona la infraestructura necesaria para el crecimiento de nuevas urbanizaciones, complejos habitacionales y áreas industriales o comerciales. Esto no solo impulsa el desarrollo económico, sino que también fomenta un crecimiento ordenado y sostenible en diversas zonas.

Incremento en la capacidad de suministro y recolección

Con la ampliación de la red, se incrementa la capacidad de suministro de agua a las áreas conectadas, satisfaciendo así la demanda creciente de una población en expansión. Esta mejora permite asegurar que el volumen de agua disponible sea suficiente para cubrir las necesidades presentes y futuras de los usuarios. Asimismo, se mejora la eficiencia en la recolección de aguas residuales. Al aumentar la capacidad de la red para recolectar y transportar estas aguas, se reduce el riesgo de desbordamientos y se optimiza el funcionamiento del sistema de saneamiento, lo que es fundamental para mantener un entorno limpio y saludable.

Reducción de riesgos sanitarios y ambientales

La ampliación y modernización de la infraestructura de agua potable y alcantarillado tiene un impacto directo en la salud pública. Al proporcionar un acceso fiable a agua potable y un sistema adecuado de recolección de aguas residuales, se disminuyen significativamente los riesgos de enfermedades relacionadas con el agua y la exposición a contaminantes. Esto contribuye a una mejora general en la salud de la comunidad. Además, una red de alcantarillado eficiente evita la contaminación del suelo y de los cuerpos de agua locales, protegiendo así el medio ambiente y asegurando la sostenibilidad de los recursos naturales.

Optimización del funcionamiento del sistema

La ampliación de la red no solo mejora la cobertura y capacidad, sino que también optimiza el funcionamiento general del sistema. Se mejora la distribución equitativa del agua, asegurando que todas las áreas conectadas reciban un suministro adecuado. Al actualizar y extender las tuberías, se pueden identificar y reparar fugas, lo que reduce las pérdidas de agua y mejora la eficiencia del sistema. Esta optimización es crucial para garantizar un servicio continuo y de calidad a todos los usuarios.

Beneficios económicos

La disponibilidad de servicios de agua y alcantarillado de alta calidad tiene un impacto positivo en el valor de las propiedades en las áreas conectadas. Las mejoras en la infraestructura no solo aumentan el valor de las propiedades, sino que también atraen inversiones comerciales e industriales. Esto impulsa el desarrollo económico de la región, creando oportunidades de empleo y fomentando un entorno favorable para los negocios y el crecimiento económico sostenible.

Mejora en la calidad del servicio

Una red ampliada y bien mantenida ofrece un servicio más estable y confiable, con menos interrupciones y cortes. La calidad del agua y del servicio se mejora notablemente al implementar tecnologías más avanzadas durante la ampliación y modernización de la red. Estas mejoras garantizan que los usuarios reciban agua de alta calidad y que el servicio sea eficiente y continuo, contribuyendo a un mayor nivel de satisfacción entre los usuarios y a la sostenibilidad del sistema a largo plazo.

3.3 Estudio técnico de la ASADA San Juan de Santa Cruz.

Un **estudio técnico para una ASADA** (Asociación Administradora de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunes) es un análisis detallado y especializado que tiene como objetivo evaluar las condiciones actuales y la capacidad de los sistemas de abastecimiento de agua que operan bajo la gestión de la ASADA. Estos estudios se realizan siguiendo las normativas técnicas establecidas por el AyA (2020), especialmente la Norma Técnica para el Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Saneamiento y Pluvial.

3.3.1 Antecedentes del proyecto

El objetivo de este estudio es realizar una evaluación técnica del Acueducto de San Juan de Santa Cruz, basándose en la Norma Técnica para el diseño y construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Saneamiento y Pluvial del AyA. A través de este análisis, se llevará a cabo un diagnóstico de las condiciones actuales de las infraestructuras correspondientes a los sistemas de impulsión, distribución y almacenamiento de agua para la comunidad. Con la información obtenida, se podrán proponer mejoras que optimicen la eficiencia del sistema y que contemplen las necesidades futuras de la población.

La ASADA de San Juan de Santa Cruz, mediante este estudio técnico, busca analizar las condiciones operativas actuales del sistema de abastecimiento. Para ello, se requiere realizar una evaluación detallada de las condiciones hidráulicas de funcionamiento, el balance entre la oferta y demanda del recurso hídrico disponible, así como el balance de capacidad de almacenamiento, todo bajo una proyección de 25 años.

Este análisis es esencial para formular recomendaciones orientadas a futuras inversiones en infraestructura, tanto a corto, mediano como largo plazo. Con el fin de asegurar la sostenibilidad y eficiencia del sistema.

3.3.2 Metodología empleada

A continuación, se presenta la metodología que se emplea para la realización del estudio técnico.

Levantamiento topográfico

El primer paso consiste en la ejecución del levantamiento topográfico ver figura 10 completo del sistema de acueducto. Este proceso incluye la medición de alturas, distancias y diámetros de las tuberías y accesorios correspondientes a los sistemas de impulsión, distribución y conducción del acueducto. El levantamiento topográfico permitirá obtener una representación precisa de la infraestructura existente, considerando las variaciones de elevación que afectan la presión y el flujo hidráulico. (Figura 10)

Figura 10.

Levantamiento topográfico del acueducto.



Fuente: Porras, 2024.

Dimensionamiento de tanques de almacenamiento.

Se lleva a cabo la evaluación de los tanques de almacenamiento del sistema, determinando su capacidad volumétrica y la altura a la que están instalados. Esta información es crucial para el cálculo

de la presión disponible en las redes de distribución y su capacidad de suministro a los usuarios, considerando tanto el estado actual como las proyecciones a futuro.

Aforo de fuentes y pozos

Se procede a la medición del caudal de las nacientes y pozos. Si existe una prueba de bombeo de 72 horas reciente, se emplean esos datos; en caso contrario, se realiza un aforo volumétrico directo para determinar la capacidad de extracción de las fuentes subterráneas. Este paso es esencial para establecer el balance hídrico disponible para la comunidad.

Recopilación de información histórica

Se recopila información relacionada con los años de instalación de cada tramo de tubería y de los equipos de bombeo. Esto incluye datos históricos de las infraestructuras, lo que permite evaluar la vida útil remanente de los componentes del sistema y planificar adecuadamente las futuras intervenciones de mantenimiento o renovación.

Modelación hidráulica con software EPANET

Con los datos obtenidos, se procede a modelar el sistema en el software EPANET. Este software permite simular el comportamiento hidráulico de la red, delimitando las presiones y velocidades de flujo en cada sector de las tuberías de impulsión y distribución.

- **Tuberías de impulsión:** Se inicia el análisis con las tuberías de impulsión, a las cuales se les incorpora el fenómeno del golpe de ariete para determinar la presión admisible en condiciones de operación transitoria.
- **Tuberías de distribución:** Posteriormente, se modela la red de distribución, tomando en cuenta la altura de los tanques de almacenamiento y su impacto en la presión disponible en los puntos de consumo.

Balance hídrico

Se realiza un balance hídrico detallado, que compara el caudal producido por las fuentes (medido en metros cúbicos) con el consumo de agua en la comunidad. Este balance permite identificar posibles déficits o excedentes en el suministro, y sirve como base para evaluar la capacidad del sistema frente a las necesidades actuales y futuras de la población.

Proyección a 25 Años con crecimiento poblacional

Utilizando el factor de crecimiento poblacional (3.51), proporcionado por el El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) para el distrito de Santa Cruz, se realiza una proyección a 25 años. Esta proyección estima el número de nuevas conexiones que el sistema podrá soportar, basándose en el balance entre la oferta y la demanda de agua. También se considera el volumen de almacenamiento necesario para emergencias, de acuerdo con el Reglamento a la Ley de Declaratoria del Servicio de Hidrantes como Servicio Público (Ley N° 8641 de 2008), asegurando que el sistema tenga capacidad suficiente para atender situaciones de incendio.

Evaluación de escenarios y propuestas de mejora

El análisis se efectúa en dos escenarios:

- Condición actual: Se evalúan las condiciones operativas del sistema en su estado actual.
- Proyección a 25 años: Se analiza el sistema bajo la proyección de crecimiento poblacional y demanda futura, con el fin de identificar las mejoras necesarias para garantizar la eficiencia y sostenibilidad del suministro a largo plazo.

Normativa aplicada

Todo el estudio se realiza en conformidad con la Norma Técnica para el Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial del AyA (2016). Esto garantiza que las recomendaciones y mejoras propuestas cumplan con las regulaciones nacionales.

3.3.3 Resultados esperados

Inadecuación de los diámetros de tuberías

El análisis revela que las tuberías actualmente instaladas en el sistema de acueducto presentan diámetros inferiores a los estipulados por la Norma Técnica para el Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable del AyA (2016). Esta discrepancia afecta negativamente la capacidad hidráulica del sistema, limitando el caudal y la eficiencia en la distribución del agua. El uso de tuberías con diámetros subdimensionados genera una mayor pérdida de presión, lo que impacta la calidad del servicio, particularmente en los sectores más distantes o en aquellos con mayores demandas. Esta situación requiere una intervención prioritaria para la sustitución de las tuberías por otras que cumplan con los estándares establecidos, asegurando un flujo adecuado y optimizado.

Insuficiencia de almacenamiento

El estudio concluye que la capacidad actual de almacenamiento es insuficiente para satisfacer tanto las necesidades actuales como las proyecciones futuras de la población servida (Cuadro 1). Esto constituye una vulnerabilidad crítica en el sistema, especialmente frente a situaciones de emergencia o demandas pico. El almacenamiento es un componente esencial para garantizar la continuidad del suministro de agua potable y para cubrir las demandas en periodos de alto consumo o interrupciones en la captación. Como medida inmediata, se recomienda la construcción de un nuevo tanque de almacenamiento con capacidad suficiente para cubrir las proyecciones a 25 años, considerando el crecimiento poblacional y los requisitos para emergencias, conforme a la normativa aplicable para el almacenamiento en situaciones de incendio (Ley N° 8641 del 2008).

Cuadro 1.

Volumen del acueducto actual.

Uso	Volumen (m³)
Volumen de regulación	49.11
Volumen de reserva por interrupciones	58.46
Volumen contra incendios	57
Volumen total	164.57
Volumen de almacenamiento actual	34.7
Blance de volumen de almacenamiento	-129.87

Fuente: Liga Comunal del Agua, 2024.

Dependencia de una única fuente de abastecimiento actualmente

El acueducto de la ASADA de San Juan depende de una única fuente de abastecimiento de agua potable. Esta situación genera un alto riesgo de desabastecimiento en caso de que la fuente se vea comprometida por problemas de calidad del agua, reducción del caudal o fallas en la infraestructura asociada. La falta de redundancia en las fuentes compromete la resiliencia del sistema y pone en riesgo la sostenibilidad del suministro. Como parte de las recomendaciones, se debe

explorar y desarrollar nuevas fuentes de abastecimiento para diversificar la oferta de agua, reducir el riesgo de desabastecimiento y garantizar la estabilidad del servicio.

Balance hídrico positivo, pero vulnerable

El análisis del balance hídrico muestra que, en la situación actual, la ASADA mantiene un balance de aguas positivo, es decir, la cantidad de agua disponible supera la demanda (Cuadro 2). Sin embargo, las proyecciones a largo plazo indican que este equilibrio se deteriorará si no se adoptan medidas correctivas. El crecimiento poblacional, junto con el incremento en las demandas futuras podría llevar a un déficit de agua en el mediano plazo. (Cuadro 3), Por lo tanto, es imprescindible iniciar la búsqueda de nuevas fuentes de agua y mejorar la eficiencia en la utilización del recurso para asegurar la sostenibilidad a largo plazo.

Cuadro 2.

Balance de aguas con caudal concesionado.

Rubro	Datos
Servicios	351
Población	1232
Caudal promedio diario (l/s)	4.06
Caudal máximo diario (l/s)	4.87
Caudal máximo horario (l/s)	8.77
Caudal concesionado	5.4
Balance de aguas	0.53

Fuente: Liga Comunal del Agua, 2024.

Cuadro 3.

Balance de aguas con población futura al 2049.

Rubro	Datos
Servicios	1040
Población	3651
Dotación bruta teórica	191
Caudal promedio diario (l/s)	12.04
Caudal máximo diario (l/s)	14.4
Caudal máximo horario (l/s)	25.92
Caudal concesionado(l/s)	5.4
Balance de aguas (l/s)	-20.52

Fuente: Liga Comunal del Agua, 2024.

Necesidad de reparación del tanque de almacenamiento elevado

El tanque de almacenamiento elevado, que es una infraestructura crítica dentro del sistema de acueducto, presenta deterioro y requiere reparaciones (Figura 11). Esta estructura juega un papel vital en el suministro y regulación del agua, dado que proporciona presión hidráulica a través de la gravedad y asegura el almacenamiento para emergencias. La falta de mantenimiento oportuna podría resultar en una disminución en la calidad del servicio o en interrupciones no planificadas. Se recomienda un análisis estructural detallado del tanque para determinar el alcance de las reparaciones necesarias y la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para extender su vida útil.

Figura 11.

Tanque de almacenamiento de la ASADA de San Juan de Santa Cruz.



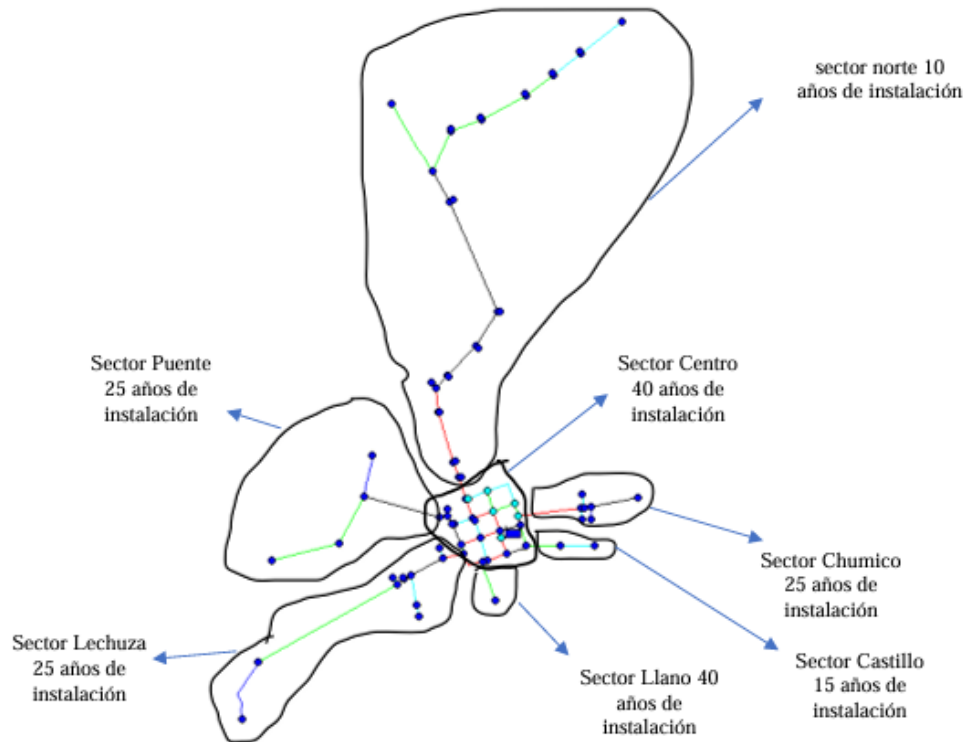
Fuente: Porras, 2024.

Tuberías de distribución obsoletas

El estudio ha identificado que, en varios sectores, las tuberías de distribución no solo carecen del diámetro adecuado, sino que también han superado su vida útil (Figura 12). Estas tuberías representan un riesgo significativo en términos de pérdidas de agua, roturas frecuentes y reducción de la eficiencia operativa del acueducto. La antigüedad de los materiales implica un mayor riesgo de fugas y fallas, lo que incrementa los costos operativos y afecta la calidad del servicio. Es esencial un programa de reemplazo de tuberías en las áreas más críticas, priorizando aquellas con mayor deterioro y con diámetros no conformes a las especificaciones técnicas actuales.

Figura 12.

Cantidad de años de instalación de las tuberías.



Fuente: Liga Comunal del Agua, 2024.

Limitaciones para nuevas conexiones

Para poder otorgar nuevas disponibilidades de agua potable, se hace necesario realizar mejoras significativas en la infraestructura actual. El acueducto, en su estado actual, presenta limitaciones que impedirán la expansión del servicio sin comprometer la calidad y continuidad de este. La implementación de mejoras en las redes de impulsión y distribución, junto con la ampliación de la capacidad de almacenamiento, es fundamental para asegurar que el sistema pueda atender la demanda futura derivada del crecimiento poblacional y del desarrollo urbano en la zona. Esto incluye la planificación de inversiones en infraestructura que garanticen la disponibilidad y calidad del agua para nuevos usuarios en los próximos 25 años.

Se recomienda llevar a cabo una limpieza exhaustiva del pozo mediante cepillado para reducir la corrosión en las tuberías y eliminar la mayor cantidad de suciedad posible. Además, es necesario sustituir el equipo de bombeo actual por una bomba de 5Hp con capacidad de 90 GPM, junto con la instalación de los componentes necesarios para asegurar su óptimo funcionamiento. La sustitución de las tuberías del sector Centro y El Llano es prioritaria, dado que estas han superado los 40 años de uso, lo que excede su vida útil. También se sugiere planificar la renovación de las tuberías en los

sectores Chumico, Puente, Lechuza, Los Castillo y el sector Norte, en orden de prioridad, ya que algunas se encuentran cerca de su límite de vida útil.

Por otra parte, se recomienda la construcción de un nuevo tanque de almacenamiento de 350 m³, preferiblemente de concreto o acero vitrificado. Actualmente, la ASADA depende de una única fuente de abastecimiento, y la inspección realizada al pozo muestra que este se encuentra en malas condiciones, lo que sugiere evaluar la perforación de un nuevo pozo. Además, se sugiere instalar macromedidores en la salida del pozo y los tanques para controlar el agua no contabilizada, y añadir válvulas de aire y limpieza.

LECCIONES APRENDIDAS

Capítulo 4.

En el presente capítulo se presenta las diferentes lecciones aprendidas en la pasantía, mediante los proyectos que realiza la Liga Comunal del Agua en el departamento de gestión ambiental.

4.1 Lecciones aprendidas específicas

A continuación, se les describen las lecciones aprendidas específicas durante la pasantía en la Liga Comunal del Agua.

4.1.1 Planificación de giras de campo

La planificación de giras de campo es fundamental para garantizar una distribución adecuada del tiempo y recursos. Un aspecto clave es la estimación precisa del tiempo de traslado y ejecución de actividades en cada sitio de visita. Durante la pasantía, se observó que algunas giras superaban las ocho horas de jornada laboral, lo que generaba agotamiento en el equipo y afectaba la eficiencia. Para mitigar esto, se recomienda la implementación de un **cronograma detallado**, que considere no solo el tiempo de traslado, sino también posibles retrasos por condiciones geográficas, accesibilidad, y las tareas a realizar en el sitio. Es necesario también prever periodos de descanso y posibles contingencias. La utilización de software de planificación de rutas y tiempos, como GIS (Sistemas de Información Geográfica) o herramientas de optimización de logística, puede ser útil para mejorar la precisión de la planificación.

4.1.2 Proyección de información de proyectos a los beneficiarios

La transparencia en la comunicación con la comunidad es esencial en proyectos de infraestructura, especialmente cuando involucran ASADAS o proyectos comunitarios. Durante la pasantía, se observó que la falta de información adecuada generó quejas por parte de los beneficiarios debido a las zanjas para la instalación de tuberías o interrupciones en los servicios. Para evitar estos inconvenientes, se recomienda la implementación de un plan de comunicación participativo desde las primeras etapas del proyecto, donde se realicen reuniones informativas y se distribuyan folletos o boletines que expliquen los beneficios y las posibles afectaciones temporales. Además, se pueden utilizar plataformas digitales y redes sociales para mantener a la comunidad informada en tiempo real, minimizando así las reacciones negativas.

4.1.3 Planificación de proyectos en temporada de lluvias

El factor climático es un determinante crucial en la ejecución de proyectos durante la temporada de lluvias. En la pasantía, se constató que las lluvias intensas retrasaban los trabajos, aumentando los costos y el tiempo de ejecución. Para mitigar estos riesgos, es recomendable incluir un análisis climático en la fase de planificación de los proyectos, utilizando pronósticos meteorológicos avanzados y considerando ventanas óptimas de ejecución. En caso de que la ejecución en temporada lluviosa sea inevitable, se deben desarrollar planes de contingencia que incluyan métodos de trabajo bajo lluvia o la protección de áreas de trabajo sensibles para evitar inundaciones

o deslizamientos de tierra. La flexibilidad en los plazos y la priorización de actividades críticas antes de la temporada de lluvias son estrategias que pueden mejorar la eficiencia del proyecto.

4.1.4. Evaluación y seguimiento post proyecto

El seguimiento post-proyecto es una práctica esencial para asegurar la calidad y durabilidad de las mejoras implementadas. En uno de los proyectos durante la pasantía, se evidenció que la falta de una inspección post-implementación llevó a la ruptura de una tubería de más de 30 años, que no había sido considerada en el diagnóstico inicial. Es crucial realizar un monitoreo exhaustivo durante al menos 15 días posteriores a la implementación de mejoras, verificando la integridad de las conexiones y componentes del sistema. Se recomienda el uso de pruebas de presión y calidad de materiales para asegurar que la infraestructura existente pueda soportar las nuevas condiciones operativas. Además, debe crearse un protocolo de emergencia para posibles fallos imprevistos durante el periodo de prueba.

4.1.5. Orden y comunicación durante la ejecución del proyecto

El control de inventarios y la comunicación fluida entre los equipos de trabajo son fundamentales durante la ejecución de los proyectos. En la pasantía, se presentó una situación donde no se registraron adecuadamente los materiales utilizados para una reparación de emergencia, lo que generó vacíos en el presupuesto y descontrol en la logística. Para evitar esto, se debe implementar un sistema de gestión de materiales, que incluya el registro en tiempo real del uso de recursos y una partida de materiales de contingencia dentro del presupuesto. Además, el uso de herramientas digitales para la comunicación interna, como aplicaciones de gestión de proyectos, puede facilitar el seguimiento de recursos, tareas, y necesidades inmediatas, minimizando errores y asegurando una respuesta rápida y eficiente en situaciones de emergencia.

4.2. Lecciones aprendidas generales

Realizar una pasantía profesional en la Liga Comunal del Agua en Hojancha, Guanacaste, como ingeniero hidrológico puede proporcionar valiosas lecciones y experiencias que enriquecerán la formación profesional del estudiante. A continuación, se detallan algunas de las principales lecciones generales durante esta experiencia:

4.2.1 Sobre la gestión integral de recursos hídricos.

Se aprende a gestionar los recursos hídricos de manera integral, considerando tanto las necesidades de la comunidad como la sostenibilidad ambiental. Se participa en la planificación y

ejecución de proyectos de captación, almacenamiento y distribución de agua, entendiendo cómo equilibrar la oferta y demanda del recurso.

Involucrar a la comunidad en la planificación de los proyectos de gestión hídrica para asegurar que sus necesidades se alineen con los objetivos de sostenibilidad ambiental. La participación desde etapas tempranas mejora la aceptación y éxito de los proyectos.

4.2.2. Sobre la evaluación y monitoreo de calidad del agua

Se desarrollan habilidades para evaluar y monitorear la calidad del agua, crucial para asegurar que los recursos hídricos sean seguros para el consumo humano. Se realiza análisis de calidad del agua en laboratorios y en campo, aprendiendo a utilizar equipos y técnicas de muestreo y análisis.

Establecer un programa regular de monitoreo de calidad del agua para detectar cualquier anomalía o contaminación. Usa técnicas avanzadas de análisis en campo y laboratorio para garantizar la seguridad del recurso.

4.2.3. Sobre el diseño y ejecución de proyectos de infraestructura hídrica

Se gana experiencia en el diseño y ejecución de proyectos de infraestructura hídrica, incluyendo la construcción de sistemas de captación, almacenamiento y distribución. Se trabaja en proyectos específicos, desde la fase de diseño hasta la implementación, supervisando la instalación de tuberías, tanques de almacenamiento y sistemas de riego.

Mejorar la comunicación en aspectos del desarrollo del proyecto para que no existan malentendidos durante la ejecución de la obra, ni exista pérdida de materiales.

4.2.4. Sobre la educación y sensibilización comunitaria

Se aprende sobre la importancia de la educación y la sensibilización comunitaria en la gestión de recursos hídricos. Se participa en programas educativos y talleres para la comunidad, desarrollando habilidades de comunicación y divulgación científica.

Implementar programas educativos periódicos para la comunidad sobre la importancia del uso racional del agua y su conservación. Esto puede incluir talleres prácticos y campañas de concienciación.

4.2.5. Sobre la conservación y reforestación

Se entiende el vínculo entre la conservación de ecosistemas y la gestión del agua. Se involucra en proyectos de reforestación y conservación de cuencas hidrográficas, aprendiendo sobre técnicas de restauración ecológica y su impacto en el ciclo hidrológico.

Impulsar proyectos de reforestación y conservación de cuencas con especies nativas que protejan los ecosistemas locales y mejoren la infiltración del agua. Evaluar el impacto de estas actividades en la mejora del ciclo hídrico.

4.2.6. Sobre el trabajo interdisciplinario y colaborativo

Se aprende a trabajar en equipos interdisciplinarios y colaborar con diversas entidades y actores comunitarios. Se colabora con otros ingenieros, biólogos, agrónomos, y líderes comunitarios en proyectos multifacéticos, fortaleciendo sus habilidades de trabajo en equipo y gestión de proyectos.

Fortalecer la colaboración con profesionales de diversas áreas (ingeniería, biología, agronomía) para generar soluciones más completas y efectivas en la gestión del agua, combinando distintas perspectivas y conocimientos.

4.2.7. Sobre la adaptación a desafíos locales

Se desarrolla la capacidad de adaptar soluciones técnicas a las condiciones y desafíos locales específicos, como la escasez de agua y el cambio climático. Se diseñan e implementan soluciones innovadoras y adaptativas para la gestión del agua en un contexto de limitaciones hídricas y cambios en los patrones climáticos.

Desarrollar tecnologías y prácticas adaptadas al contexto local, considerando problemas como la escasez de agua o el cambio climático. Soluciones basadas en la naturaleza, como la cosecha de agua de lluvia, pueden ser clave.

4.2.8. Sobre la evaluación de impacto y sostenibilidad

Se aprende a evaluar el impacto y la sostenibilidad de los proyectos hídricos a largo plazo. Se realizan estudios de impacto y seguimiento post-implementación de proyectos, analizando datos y retroalimentando los procesos para mejorar la sostenibilidad de las intervenciones.

Realizar evaluaciones periódicas del impacto de los proyectos hídricos, para garantizar su sostenibilidad a largo plazo. Usa esta retroalimentación para ajustar o mejorar futuras intervenciones.

4.2.9. Sobre las normativas y regulaciones

Se conoce las normativas y regulaciones locales y nacionales relacionadas con la gestión del agua. Se trabaja en la obtención de permisos y aseguramiento del cumplimiento regulatorio, entendiendo el marco legal y administrativo de la gestión hídrica en Costa Rica.

Asegurar de que todos los proyectos cumplan con las regulaciones locales y nacionales. Mantener una actualización constante sobre normativas que pueden afectar la gestión de recursos hídricos en la región.

4.2.10. Sobre la innovación y tecnología

Se familiariza con el uso de tecnologías avanzadas y métodos innovadores para la gestión del agua. Se implementa y evalúa nuevas tecnologías de monitoreo y gestión del agua, como sensores remotos, sistemas de riego automatizados, y software de modelación hidrológica. Explorar e implementar nuevas tecnologías de monitoreo, como el uso de sensores inteligentes y sistemas automatizados de riego, para mejorar la eficiencia en la gestión de recursos hídricos y reducir pérdidas.

4.3 Recomendaciones para la empresa.

En los siguientes apartados se presentarán algunas recomendaciones para la Liga Comunal del Agua.

4.3.1. Planificación eficiente de giras de campo

Recomendación: Implementar un software de gestión de logística y planificación de rutas para optimizar el uso del tiempo y los recursos durante las giras de campo.

Sustento: Se recomienda utilizar herramientas como **Google Earth Pro** o **ArcGIS** para trazar rutas y analizar accesibilidad a los sitios de visita. Estas herramientas permiten no solo planificar la ruta más corta, sino también evaluar la topografía, condiciones del terreno y tiempos estimados de traslado. Además, el uso de aplicaciones de **GPS y planificación de rutas**, como **Route4Me** o **Google Maps API**, permite crear itinerarios personalizados que integren variables como tiempos de tránsito y paradas programadas.

- **Cómo aplicarlo:** Utilizar estos programas para crear cronogramas detallados de visitas, asignando tiempos estimados para cada actividad. Se puede capacitar al personal en el uso de estas herramientas para mejorar la precisión y la planificación de giras. Además, combinar estas herramientas con **calendarios compartidos** (como Google Calendar o Microsoft Teams) para coordinar los equipos y evitar la sobrecarga de trabajo.

4.3.2. Mejorar la proyección de la información a la comunidad

Recomendación: Desarrollar un sistema de comunicación continua y bidireccional con la comunidad utilizando medios digitales y tradicionales para garantizar la transparencia y el entendimiento de los proyectos.

Sustento: Se pueden implementar plataformas de comunicación como **WhatsApp Business** o **Facebook Groups** para mantener a los beneficiarios informados en tiempo real sobre los avances y posibles inconvenientes de los proyectos. Además, la creación de una **página web oficial** de la ASADA o la empresa, con una sección de actualizaciones en vivo sobre los proyectos (blog, videos explicativos, etc.), puede ser una forma efectiva de informar a la comunidad y fomentar la participación. Herramientas como **SurveyMonkey** o **Google Forms** pueden ser útiles para recopilar comentarios de la comunidad antes, durante y después de las obras.

- **Cómo aplicarlo:** Crear grupos de mensajería específicos para cada comunidad involucrada, donde se puedan compartir los detalles de las obras (cronogramas, mapas de intervención, videos). Adicionalmente, distribuir boletines físicos o digitales con infografías y explicaciones sencillas, asegurando que todos los grupos tengan acceso a la información. Esto también puede incluir reuniones comunitarias (presenciales o virtuales) para despejar dudas antes de iniciar los trabajos.

4.3.3. Optimización de proyectos en temporada de lluvias

Recomendación: Implementar herramientas de pronóstico meteorológico avanzado y desarrollar un plan de contingencia que permita ajustar los proyectos a las condiciones climáticas adversas.

Sustento: Herramientas como **Weather Underground**, **AccuWeather**, y **Windy** ofrecen pronósticos meteorológicos detallados, que incluyen alertas de lluvias intensas, tormentas y otros fenómenos climáticos. Estas plataformas pueden integrarse a un cronograma de trabajo flexible, que permita adelantar o retrasar fases críticas del proyecto según las condiciones climáticas. También se recomienda la aplicación de **protocolos de seguridad y contingencia**, como los recomendados por organismos internacionales como la **FAO** y la **Organización Internacional del Trabajo (OIT)** para el trabajo en condiciones climáticas adversas.

- **Cómo aplicarlo:** Establecer una rutina diaria de verificación meteorológica antes de salir al campo, usando apps como **Windy** o **AccuWeather Pro** para recibir alertas personalizadas sobre el clima. Asimismo, tener un plan B claro y definido que contemple la paralización de

trabajos o la reubicación de recursos en caso de lluvias extremas. Este plan debe incluir la identificación de actividades que pueden realizarse bajo techo o en condiciones controladas.

4.3.4. Monitoreo y seguimiento post proyecto

Recomendación: Implementar un sistema de seguimiento post-proyecto utilizando tecnologías de monitoreo remoto y registro de datos para evaluar la infraestructura tras la finalización de los trabajos.

Sustento: Tecnologías como los **sensores de presión y flujo de agua** instalados en las tuberías pueden ayudar a detectar fallas tempranas o fluctuaciones en el rendimiento de los sistemas instalados. Estos sensores pueden estar conectados a plataformas de monitoreo remoto como **SCADA** (Supervisory Control and Data Acquisition), que permite a los ingenieros recibir alertas automáticas cuando se detectan anomalías. Para la inspección visual de infraestructura subterránea, se pueden utilizar cámaras robóticas o de inspección que ayuden a identificar daños sin necesidad de excavaciones adicionales.

- **Cómo aplicarlo:** Instalar sensores en los puntos más críticos de las extensiones o mejoras realizadas, los cuales están conectados a un sistema de monitoreo central. Complementar con inspecciones visuales periódicas utilizando **drones** para revisar la infraestructura externa y cámaras robotizadas para tuberías subterráneas. Capacitar al equipo en el uso de estas tecnologías y establecer un calendario de revisiones cada 15 días para garantizar que los trabajos se ejecuten correctamente.

4.3.5. Gestión de inventarios y comunicación durante la ejecución de proyectos

Recomendación: Implementar un sistema digital de gestión de inventarios y de comunicación para asegurar el control de los materiales utilizados y la correcta documentación de las intervenciones durante el proyecto.

Sustento: Herramientas como **Microsoft Project, Trello, o Asana** pueden ser utilizadas para gestionar las tareas y los recursos de manera eficiente. Estas plataformas permiten registrar cada uso de materiales, mantener un historial de decisiones, y facilitar la comunicación entre los miembros del equipo en tiempo real. Además, se puede utilizar software de **gestión de inventarios** como **Odoo o Zoho Inventory**, que ayudan a automatizar el seguimiento de entradas y salidas de materiales, generando reportes y actualizando el presupuesto en tiempo real.

- **Cómo aplicarlo:** Utilizar **Trello** o **Asana** para asignar tareas específicas a cada miembro del equipo y asegurar la trazabilidad de las decisiones, manteniendo una lista de materiales utilizados en cada fase. Simultáneamente, usar un sistema de gestión de inventarios como **Zoho Inventory** para controlar en tiempo real el consumo de materiales, especialmente en casos de emergencias, garantizando que los datos sean compartidos de manera inmediata con el equipo financiero para ajustar los presupuestos. También se debe capacitar a los equipos en el uso de estas herramientas para optimizar su implementación.

4.4 Recomendaciones para el ejercicio de la Ingeniería Hidrológica

4.4.1 Actualización de los perfiles profesionales.

Es fundamental que el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (CFIA) considere una reforma en sus estatutos para incorporar y actualizar la regulación de la carrera de Ingeniería Hidrológica. En el momento en que se redactaron las reglamentaciones actuales, esta especialidad aún no existía, lo que limita la formalización y el reconocimiento pleno de la disciplina en el ámbito profesional.

Se recomienda que el CFIA establezca una revisión de sus normativas para incluir las competencias específicas de los ingenieros hidrológicos, reconociendo su rol crucial en la gestión de los recursos hídricos y en la sostenibilidad ambiental. Además, se debe promover una mayor flexibilidad en los criterios de contratación y de acceso a proyectos, incentivando así la participación de estos profesionales en áreas de infraestructura hídrica, planificación territorial y consultoría ambiental. Una reforma de este tipo permitiría aumentar la empleabilidad de los ingenieros hidrológicos y fortalecería la interdisciplinariedad en los proyectos de recursos hídricos, contribuyendo a una gestión del agua más eficiente y alineada con los desafíos climáticos y ambientales actuales.

4.4.2 Fortalecimiento del compromiso ético y profesional en la ingeniería hidrológica

Se considera fundamental establecer un aporte filosófico y ético que guíe la profesión hacia un compromiso sólido con la integridad y el respeto al recurso hídrico y a las comunidades. Se debe promover las leyes especializadas que incluye lineamientos claros sobre la responsabilidad ambiental, el manejo adecuado de los recursos naturales, y la obligación de ofrecer soluciones sostenibles y equitativas para la gestión del agua. Este código debe reforzar el deber de transparencia y responsabilidad ante los clientes y la sociedad en general.

Además, es necesario abordar una problemática frecuente: la tendencia a evitar contratar profesionales de ingeniería para abaratar costos o simplificar procesos, lo cual puede derivar en malas prácticas, errores de planificación y proyectos no sostenibles. Esta práctica limita la participación de ingenieros hidrológicos en proyectos clave y reduce las oportunidades laborales en el sector. Para contrarrestar esto, se deben desarrollar campañas informativas y programas de sensibilización que recalquen la importancia del ingeniero hidrológico en proyectos de infraestructura y conservación hídrica.

Promover una cultura de respeto hacia la profesión y una valoración adecuada de su aporte es esencial no solo para mejorar las oportunidades laborales de los ingenieros hidrológicos, sino también para garantizar proyectos más seguros, responsables y sostenibles en el ámbito de los recursos hídricos.

4.4.3 Mejora académica y formación continua para ingenieros hidrológicos

Se le propone a la Universidad Nacional la creación de talleres y programas de capacitación post-graduación que no solo refuercen los conocimientos técnicos, sino que también desarrollen competencias críticas en áreas como la gestión de proyectos y la planificación estratégica. Una excelente herramienta para fortalecer estas habilidades es la integración de la certificación en estándares reconocidos a nivel internacional, como los ofrecidos por el Project Management Institute (PMI). El PMI establece un marco estructurado y riguroso para la dirección de proyectos, que incluye metodologías, principios y prácticas aplicables en todo el mundo.

La certificación en PMI, particularmente el Project Management Professional (PMP), ofrece a los ingenieros hidrológicos una ventaja competitiva, permitiéndoles liderar proyectos de desarrollo hídrico con una perspectiva profesional, integral y metódica. Al contar con esta certificación, los egresados pueden demostrar su competencia en planificación, ejecución, monitoreo y control de proyectos, lo cual es especialmente valioso en proyectos complejos y de gran escala, como los relacionados con la gestión de cuencas, la infraestructura hídrica y la conservación de recursos naturales.

Es importante ser realistas en cuanto a las habilidades que el mercado demanda. Actualmente, la certificación en PMI es reconocida y valorada en diversos sectores, incluyendo la ingeniería hidrológica, y es una herramienta que permite a los profesionales adaptarse rápidamente a los requerimientos del mercado laboral. Un enfoque práctico y realista en los entornos académicos, centrado en el desarrollo de proyectos y en la certificación de competencias, preparará a las futuras

generaciones de ingenieros hidrológicos para asumir roles de liderazgo en la gestión sostenible del agua.

Estas competencias no solo ampliarán sus oportunidades en el sector, sino que también elevarán el nivel profesional de la carrera de ingeniería hidrológica. Con estas certificaciones, los egresados estarán mejor preparados para contribuir a proyectos de alto impacto, tomando en cuenta los estándares internacionales de calidad y eficiencia, y fortaleciendo su papel en el desarrollo sostenible y la seguridad hídrica del país.

5. Referencias bibliográficas

- Asamblea Legislativa (1953). Ley No. 1634. Ley General de Agua Potable. San José, Costa Rica
- Astorga, Y. (2022). *Decimocuarto informe estado de la nación en desarrollo humano sostenible*. [Archivo PDF]. <https://repositorio.conare.ac.cr/rest/bitstreams/73a86b8c-2654-4eeb-b305-20a1c1ed1c32/retrieve>
- Aguilar, M. (2018). *Un guanacaste más urbano y educado aspira a más empleo e inversión*. <https://estadonacion.or.cr/un-guanacaste-mas-urbano-y-educado-aspira-a-mas-empleo-e-inversion/>
- Espinoza, M. 2024. *Plano de extensión de ramal*. [Archivo PDF].
- Araya, A. (2023). *Turismo inteligente: Las Catalinas, Santa Cruz, Guanacaste*. <https://smarcity.university/2023/05/turismo-inteligente-las-catalanas-santa-cruz-guanacaste/>
- Fernández, E. (2018). *Guanacaste: Un pilar en la seguridad alimentaria del país*. <https://www.periodicomensaje.com/guanacaste/2633-guanacaste-un-pilar-en-la-seguridad-alimentaria-del-pais>
- Gutiérrez, E. (2018). *Programa Integral de Abastecimiento de Agua para Guanacaste – Pacífico Norte (PIAAG)* [Archivo PDF]. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos222819.pdf>
- Hidro-geotecnia. (2018) *Estudios Técnicos*. <https://hidrogeotecnia.com/informacion/estudio-tecnico/>
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2020). *Norma técnica de AyA para emitir aval técnico para el aprovechamiento de agua para consumo humano en inmuebles que integran el patrimonio natural del estado* [Archivo PDF]. [https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/NORMA%20AVAL%20T%C3%89CNICO%20\(Ley%209590\)%20ACUERDO%202020-323.pdf](https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/NORMA%20AVAL%20T%C3%89CNICO%20(Ley%209590)%20ACUERDO%202020-323.pdf)
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2020). *Reglamento para la prestación de los servicios del AyA acuerdo de junta directiva no. 2020-442* [Archivo PDF]. [https://www.aya.go.cr/ASADAS/Leyes%20y%20reglamentos/REGLAMENTO%20PRESTACION%20DE%20SERVICIOS%20DEL%20AYA%202021\(RIGE15%20MARZO%2021\).pdf](https://www.aya.go.cr/ASADAS/Leyes%20y%20reglamentos/REGLAMENTO%20PRESTACION%20DE%20SERVICIOS%20DEL%20AYA%202021(RIGE15%20MARZO%2021).pdf)
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2016). *Política Nacional de Agua Potable de Costa Rica 2017-2030. Comisión Interinstitucional. San José, Costa Rica*. [Archivo PDF]

- <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/AyA%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de%20Agua%20Potable%20de%20Costa%20Rica%202017-2030.pdf>
- Instituto Costarricense de Turismo. (2024). *Nueva marca “guanacaste aeropuerto” impulsa el turismo en el mercado internacional* <https://www.ict.go.cr/es/noticias-destacadas/1962-nueva-marca-guanacaste-aeropuerto-impulsa-el-turismo-en-el-mercado-internacional.html>
- Universidad para la Paz, (2023). *Construcción de capacidades en el nivel local para la adaptación al cambio climático en regiones costeras y rurales de Costa Rica* [Archivo PDF]. <https://www.upeace.org/wp-content/uploads/2024/02/Cambio-climatico-y-adaptacion-en-el-Canton-de-Hojancha-Guanacaste.pdf>
- Liga Comunal del Agua. (2022). Presentación para dar a conocer la LCA [Diapositivas de PowerPoint]. Dirección ejecutiva.
- Liga Comunal del Agua. (2024). Estudio Técnico Asada San Juan, Santa Cruz, Guanacaste Costa Rica [Archivo PDF]. Departamento de Gestión Ambiental.
- Muñoz, E. (2022) *GUANACASTECOS LUCHAN POR AGUA DE CALIDAD* Universidad de Costa Rica <https://accionsocial.ucr.ac.cr/noticias/guanacastecos-luchan-por-agua-de-calidad>
- Morales, L (2009). *Santa Cruz de Guanacaste: cultura local, turismo y globalización* [Archivo PDF]. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/economicas/article/download/7113/6797/0>
- Moreno, L; Moya, R; Alfaro, J (2017). *Actividades Socioeconómicas que emplean recursos naturales de la zona marítimo-terrestre y marina en Costa Rica y su relación con la variabilidad climática* <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/politicaeconomica/article/download/9405/11145>
- Núñez, J. (2023). *UNA trabaja con Asadas por la seguridad hídrica de la Región Chorotega* <https://www.unacomunica.una.ac.cr/index.php/junio-2023/4675-una-trabaja-con-asadas-por-la-seguridad-hidrica-de-la-region-chorotega>
- Oreamuno, J. (2022) *Marco estratégico base para 2023-2025 (LCA)*. [Archivo PDF].
- Recillas, D. (2022). *La acción local es fundamental en el desarrollo sostenible de las comunidades* <https://www.iis.unam.mx/blog/la-accion-local-es-fundamental-en-el-desarrollo-sostenible-de-las-comunidades/>
- Rodríguez, E. (2024) *La idea de crear la Liga Comunal del Agua*. [Comunicación personal].
- Román, M. (2016). *Análisis de la situación socioeconómica de la región Chorotega como aproximación de sus resultados en pobreza en 2015 y 2016*. [Archivo PDF]. <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/latinamerica/UNDP-RBLAC-ChorotegaPobrezaCR.pdf>

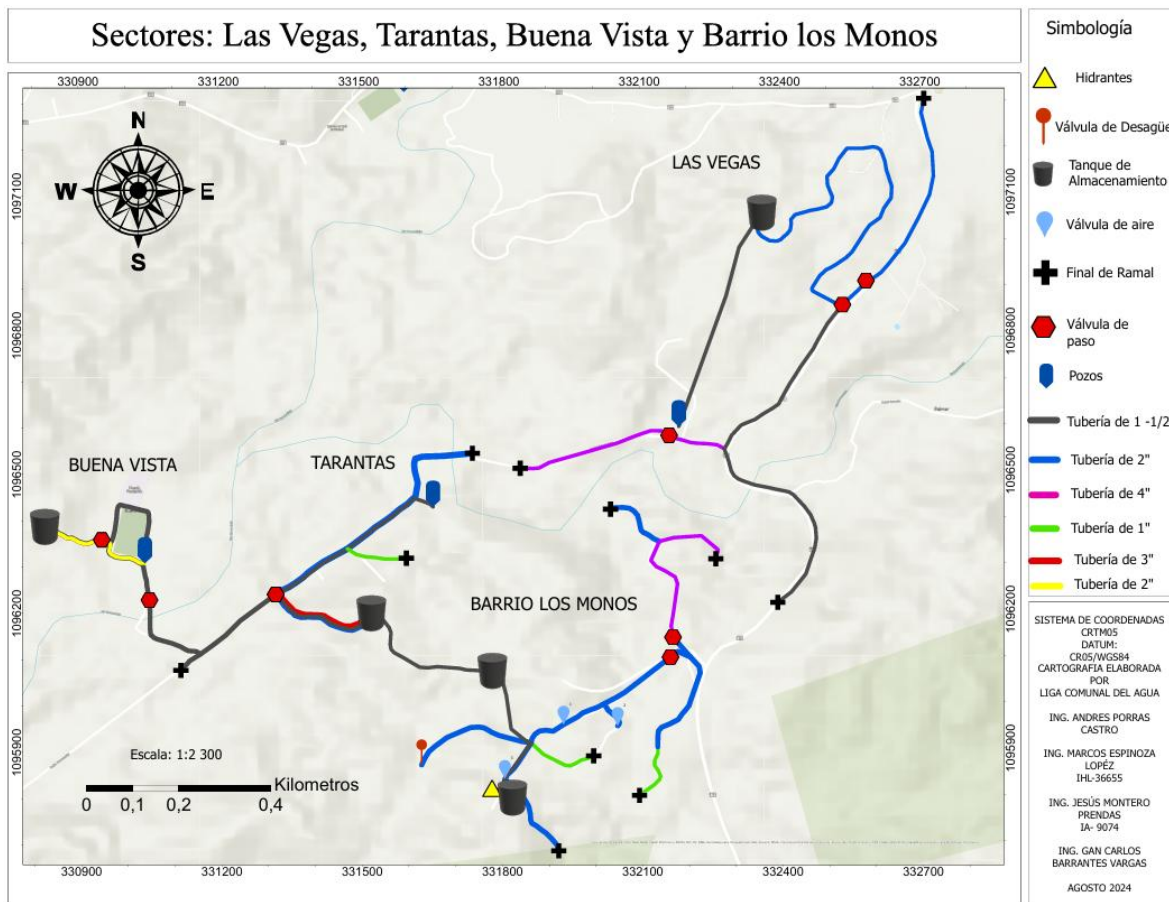
Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2022) *Estrategia del SINAC para la conservación y el uso sostenible del recurso hídrico 2021-2026*. [Archivo PDF]. <https://www.sinac.go.cr/ES/noticias/Documents/Estrategia%20SINAC%20recurso%20h%C3%ADdrico.pdf>

Vargas, B. (2019). *Plan de Infraestructura y Gestión Integrada de Agua para la región Pacífico Norte 2020 – 2030*. [Archivo PDF]. <https://da.go.cr/wp-content/uploads/2019/02/Documento-base-del-Plan-de-Gesti%C3%B3n-e-Infraestructura-de-los-Recursos-H%C3%ADdricos-Pac%C3%ADfico-Norte-2020-2030.pdf>

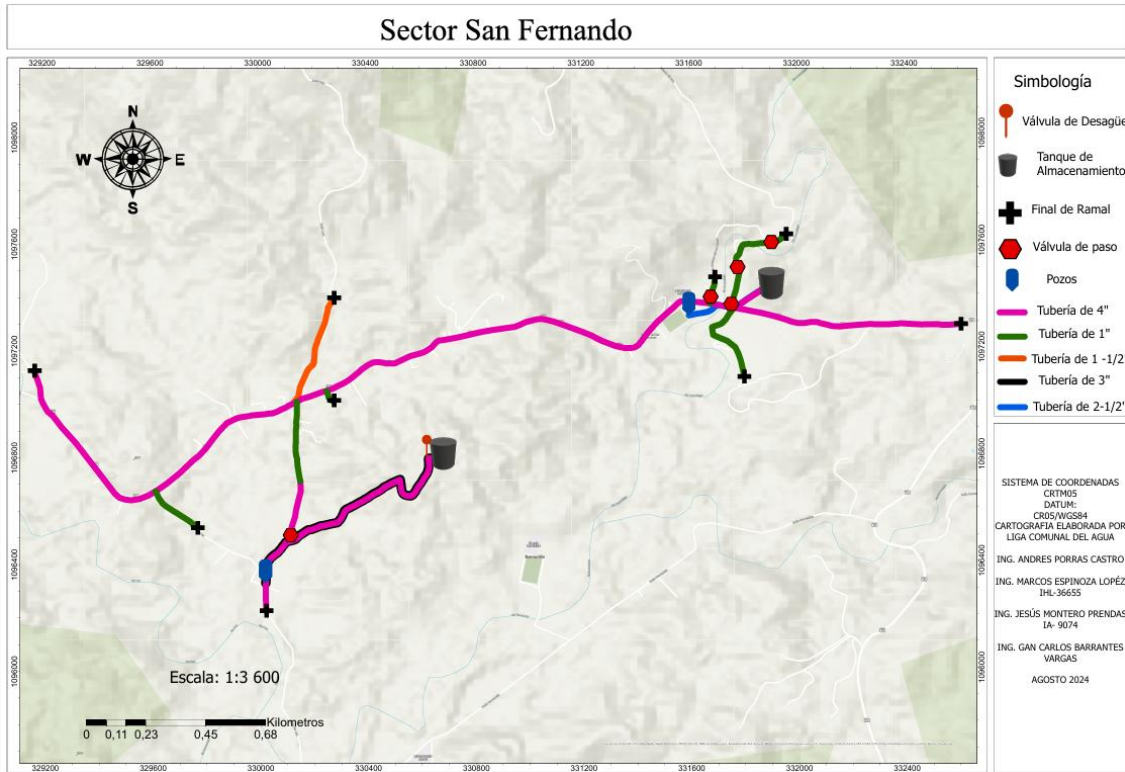
Varela, I. (2007). Estudio de la gestión municipal del agua: enfoque de “gestión de la demanda del agua” en Costa Rica y en países con mayor grado de gestión del recurso hídrico. [Archivo PDF]. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/721/Anexo_3.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Zamora, G. (2018) *Abandono y pobreza decidieron la elección*. http://www.campus.una.ac.cr/ediciones/2018/marzo/2018marzo_pag04.html

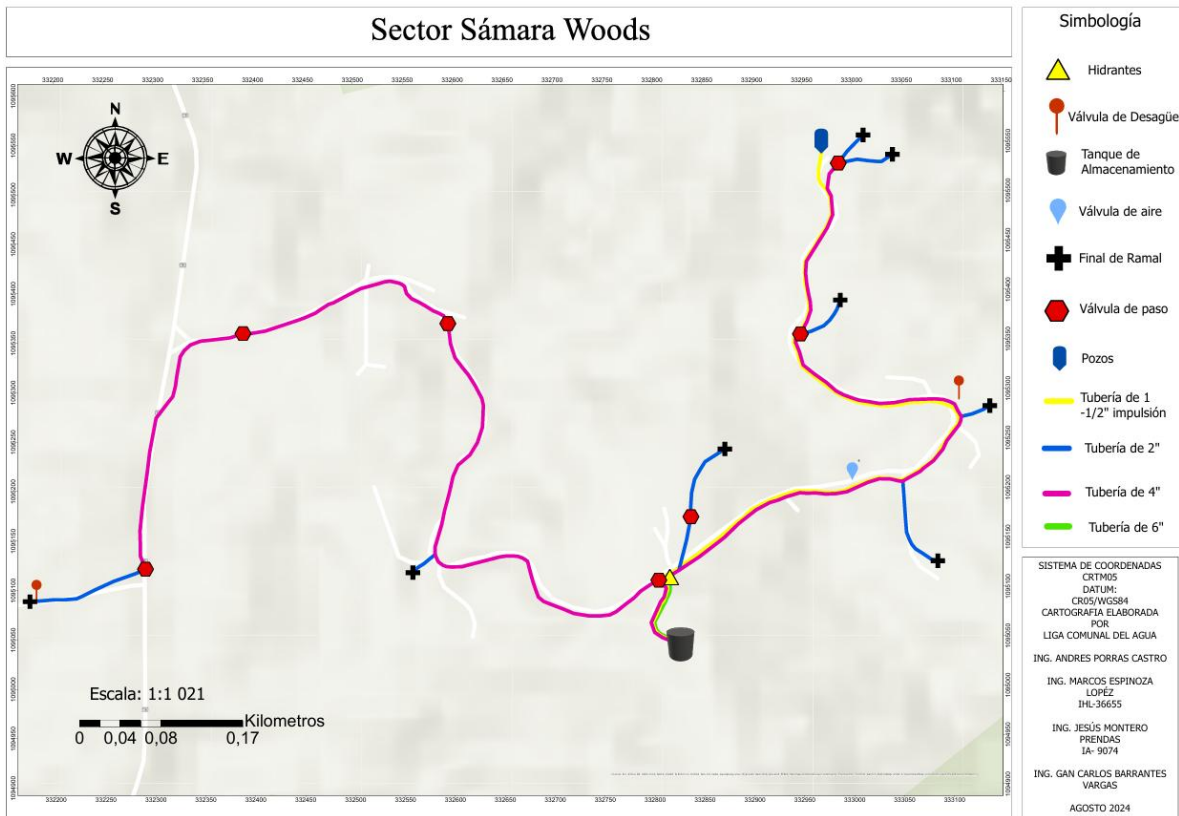
6. Anexos



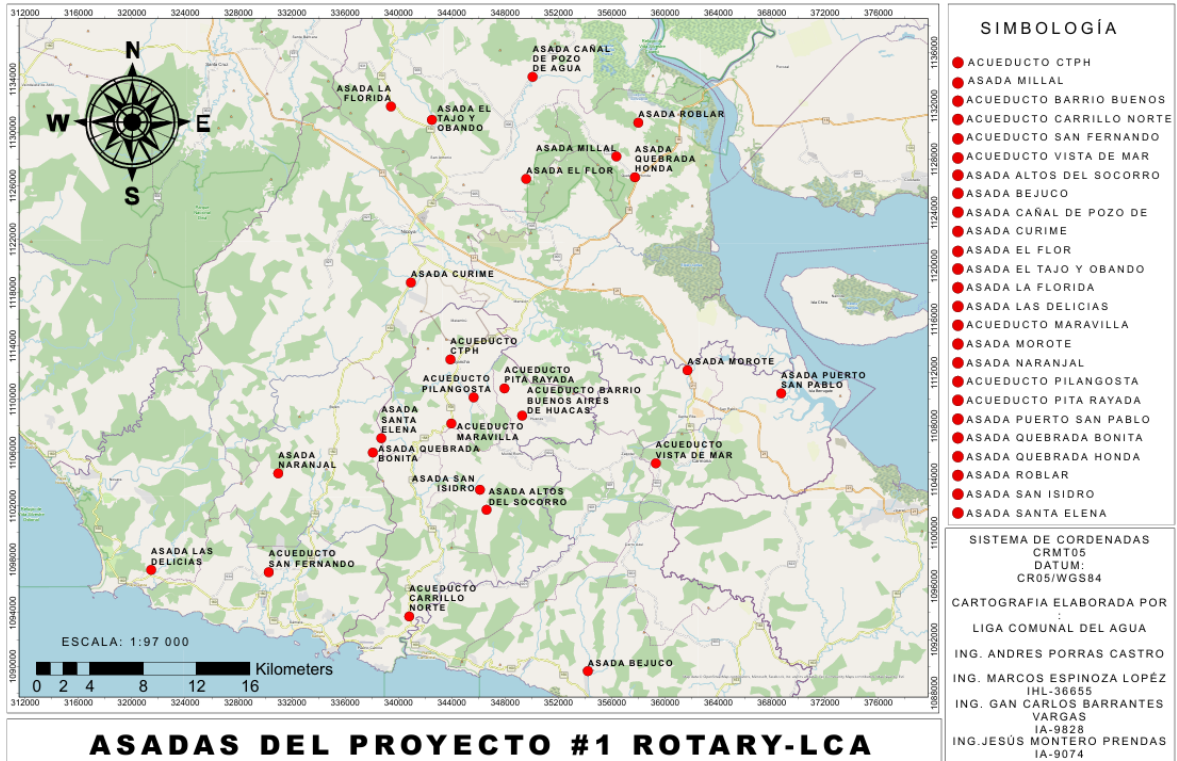
Anexo 1. Mapa de valuación de activos de la ASADA San Fernando de Nicoya.



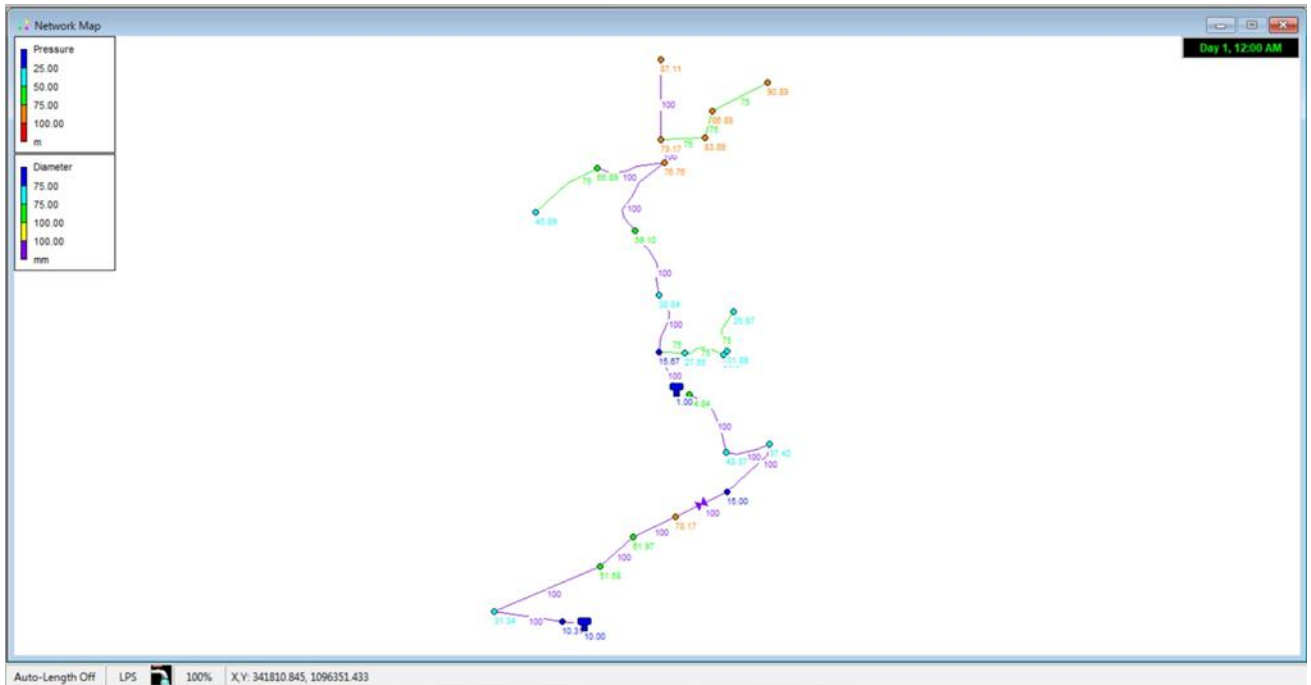
Anexo 2. Mapa de valuación de activos de la ASADA San Fernando de Nicoya.



Anexo 3. Mapa de valuación de activos de la ASADA San Fernando de Nicoya.



Anexo 4. Mapa de la ASADAS del Proyecto Rotary



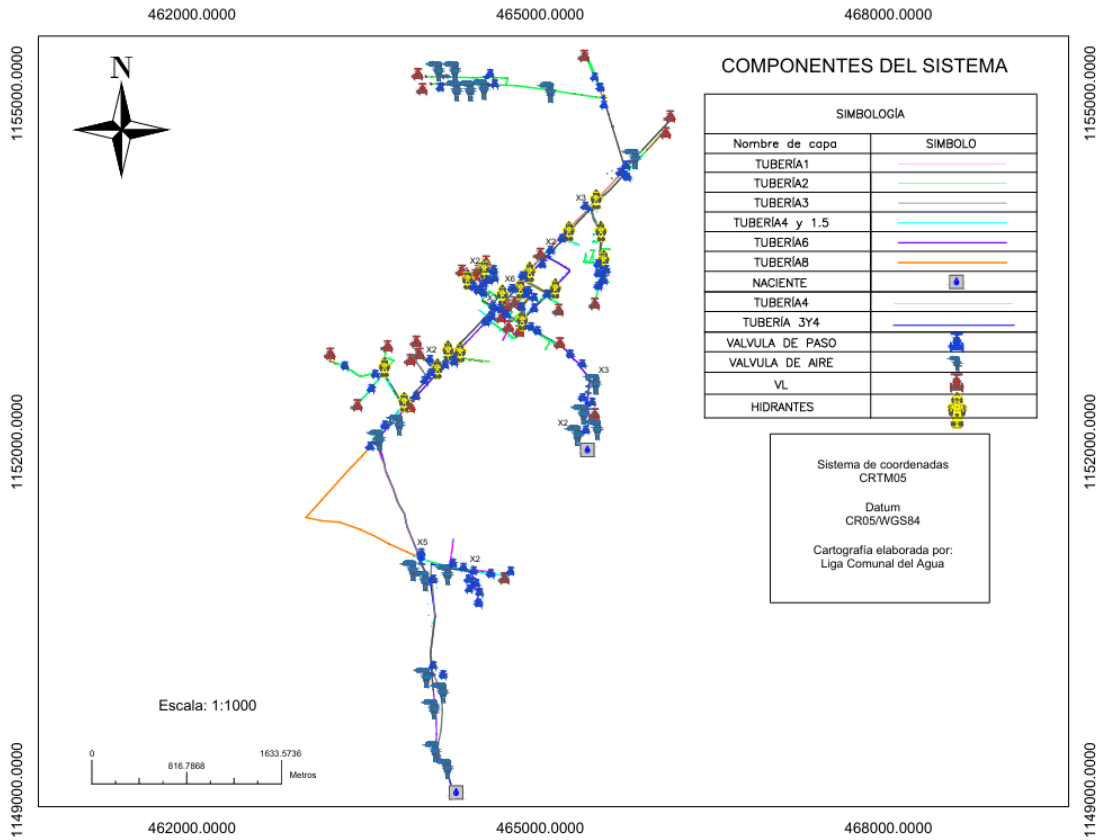
Anexo 5. Modelo en Epanet de la ASADA de Monte Romo.



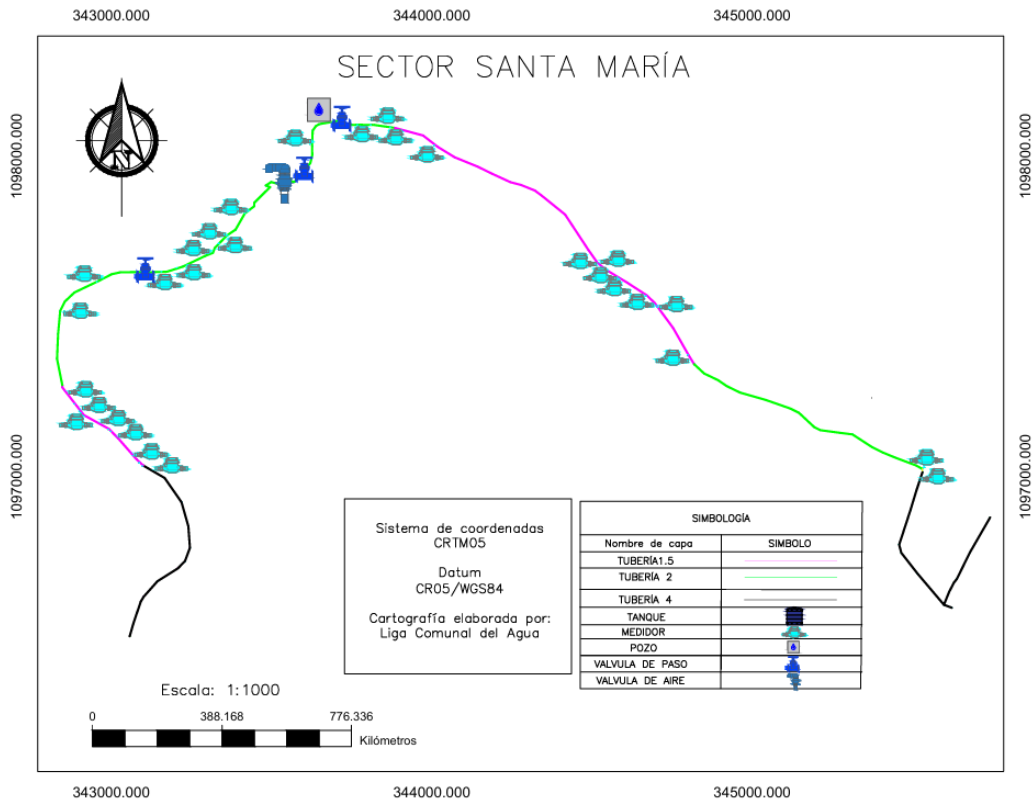
Anexo 6. Instalación de un rebomero en la ASADA de Caimital de Nicoya.



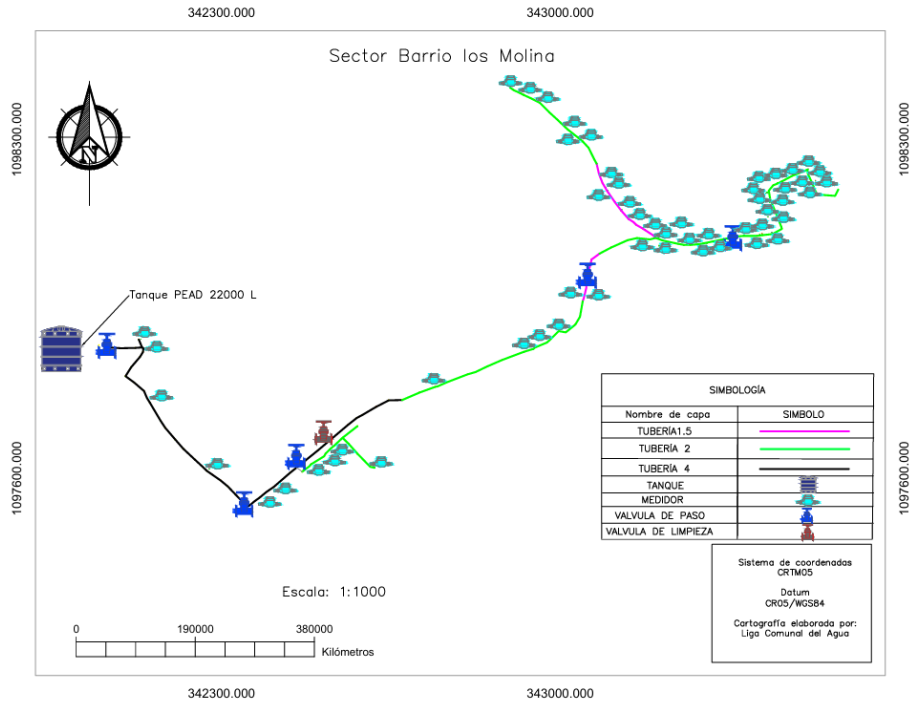
Anexo 7. Medición del tanque de cemento e instalación de tanque de 22 m³ en la ASADA de Juan Díaz



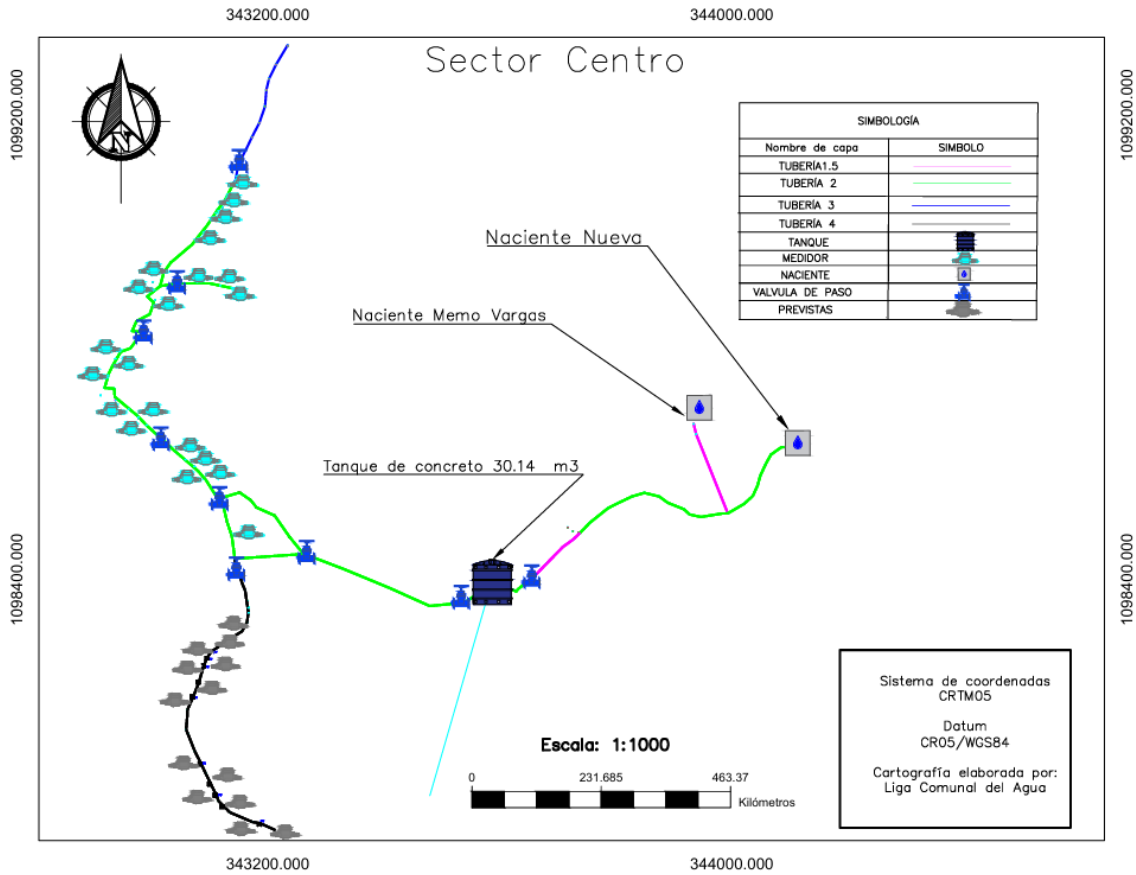
Anexo 8. Mapa de componentes del sistema de la ASADA de Aguas Zarcas



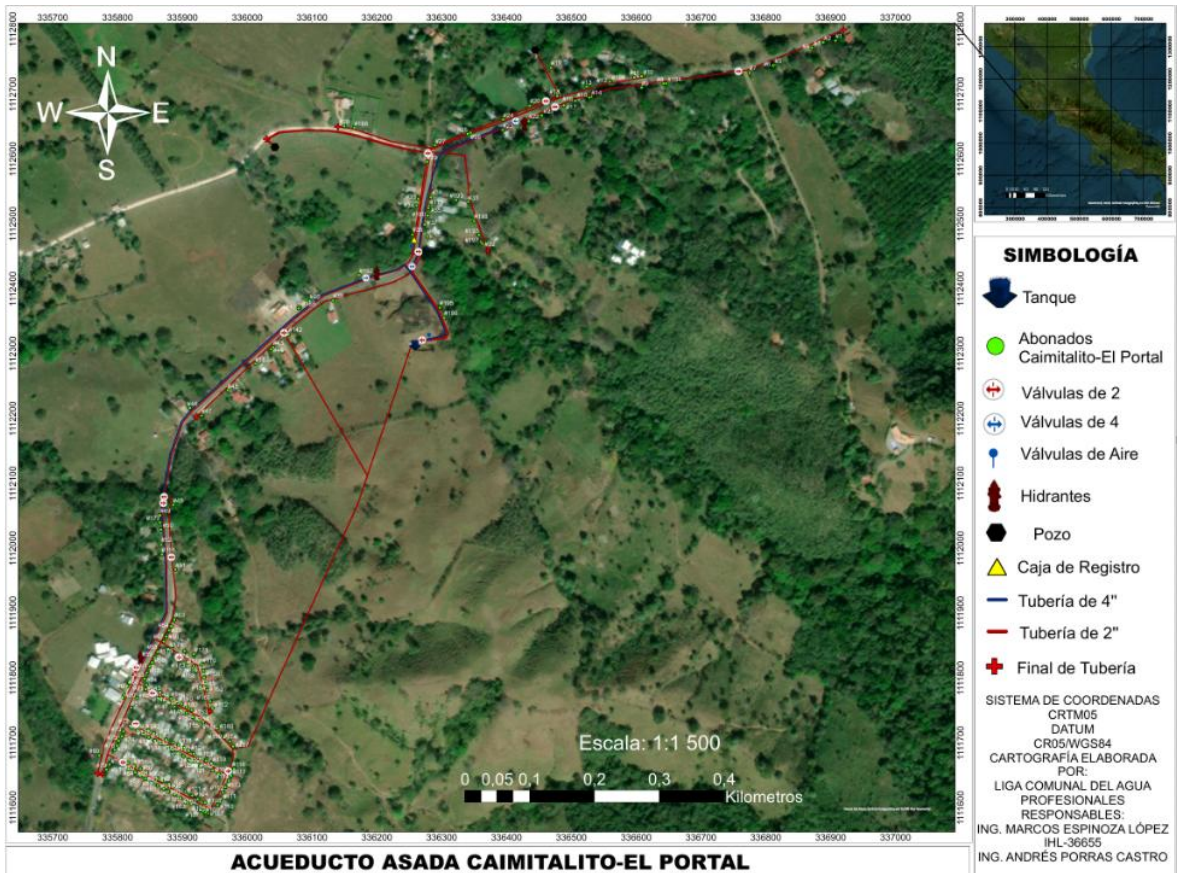
Anexo 9. ASADA Santa Marta de Hojancha sector Santa María.



Anexo 10. ASADA Santa Marta de Hojanca sector Barrio Los Molina.



Anexo 11. ASADA Santa Marta de Hojancha sector centro.



Anexo 11. Mapa de acueducto de Caimitalito.

Presupuesto de pasantía						
Categorías	subcategorías	Costo unitario	Unidad	Cantidad	Subtotal	Notas/observaciones
CD	Material de Oficina	₡ 5 000,00	Global	1	₡ 5 000,00	Lapiceros, folders, hojas
CD	Desgaste del equipo de cómputo	₡ 19 000,00	Mes	10	₡ 190 000,00	(Costo total/años de vida útil)
CI	Honorarios	₡ 340 000,00	Mes	10	₡ 3 400 000,00	Salario de ingeniero (Bachiller)
Giras de campo						
CD	Almuerzo	₡ 5 500,00	Global	100	₡ 550 000,00	Viático de alimentación
CI	Botiquín	₡ 27 000,00	Global	4	₡ 108 000,00	Alcohol, mascarillas, medicamentos para la alergia
CI	Hidratación	₡ 1 300,00	Global	100	₡ 130 000,00	Powerade, gatorade, electrolite
CI	Snacks	₡ 2 000,00	Global	100	₡ 200 000,00	merienda, snacks, frescos
CI	Bloqueador solar	₡ 23 000,00	Global	2	₡ 46 000,00	Bloqueador solar
CI	Repelente	₡ 18 000,00	Global	1	₡ 18 000,00	Repelente contra insectos
OC	Imprevistos	₡ 3 000,00	Día	100	₡ 300 000,00	Imprevistos
OC	IVA	(CI+CD+OC) *13%	Global	1	₡ 643 110,00	Impuesto de venta.
CT=Total					₡ 5 590 110,00	

Anexo 12. Presupuesto completo para la pasantía de 10 meses.

Digrama para pasantía de graduación									
Mes	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Extension de Ramal "Los Porras"									
Extension de Ramal de la ASAD de las Delicis de Nosara									
Mejoramiento de Red y almacenamiento ASADA San Ramon. Nandayure									
Estudio tecnico ASADA San Juan, Santa Cruz Guanacaste									
Prueba de Bombeo de la ASADA del Coco de Abangares									
Promocion de servicios que brinda la institucion									
Entrega de insumos y materiales									
Controles operativos									
Redaccion de reporte avance 1									
Redaccion de reporte avance 2									
Ponencia ante el tribunal 1									
Ponencia ante el tribunal 2									
Entrega Final reporte									
Ruta Critica									

Anexo 13. Cronograma de actividades completo para la pasantía de 10 meses

Anexo 14. Carta de aprobación por parte del supervisor de bitácora.

Ver archivo PDF adjunto.

Anexo 15. Carta de aval por parte del tutor

Ver archivo PDF adjunto

