Universidad Isaac Newton.

Facultad de Ingeniería

Carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil

Trabajo Comunal Universitario

Mejora de la red hidráulica del Acueducto Rural de La Tigra

Institución:

Asociación de Acueducto Rural La Tigra de San Carlos

Funcionario responsable en la Institución:

María Abigail Barquero Blanco

Coordinador en la Universidad:

Ing. Luis Guillermo Loria Salazar

Estudiante:

Juan Carlos Avila Rojas

Fecha de inicio: 20/01/2025

Fecha de conclusión: 02/05/2025

Tabla de contenido

Capítulo 1 1

Introducción 1

Justificación: 2
Beneficiarios: 2
Producto a obtener: 2
Objetivo general: 2
Objetivos específicos: 3
Recursos requeridos: 3
Metodología de la intervención: 4
Cronograma de actividades: 4

Capítulo 2 Diagnóstico Operativo 5

Situación Observada: 5
Causas: 6
Efectos: 6
Alternativas de Solución: 6

Capítulo 3 Diseño y Articulación del TCU Según Alternativas de Solución 7

Marco situacional: 7
Marco teórico: 10
Desarrollo del trabajo 12

Capítulo 4 Conclusiones 24

Objetivos específicos propuestos: 24
Factores positivos y negativos que intervinieron en los logros: 24
Relación del proyecto realizado con la formación profesional: 25
Relevancia del proyecto para el/la estudiante participante: 25
Resultados en relación con los objetivos específicos: 26
Recomendaciones finales: 26

Capítulo 5 Referencias 27

Apéndice A 28

Apéndice B 29

Apéndice C 30

Apéndice D 31

Apéndice E 35

Mejora de la red hidráulica del Acueducto Rural de La Tigra

Capítulo 1

Introducción

El Trabajo Comunal Universitario (TCU) que se llevará a cabo en la Asociación de Acueducto Rural La Tigra tiene como objetivo principal mejorar la infraestructura hidráulica de la localidad. Este proyecto es una respuesta ante la urgente necesidad de optimizar la red de distribución de agua potable, así como de diseñar pasos elevados que permitan el transporte eficiente del agua en aquellas áreas donde la topografía presenta retos significativos. A través de la aplicación de conocimientos en Ingeniería Civil, se busca proporcionar soluciones técnicas que favorezcan el bienestar de la comunidad.

La Tigra ha enfrentado diversas problemáticas relacionadas transporte del recurso en terrenos complicados. Aunque la Asociación de Acueducto Rural ha estado trabajando en la gestión y distribución del agua, es evidente que necesita apoyo técnico y estructural para mejorar la eficiencia del sistema. En este contexto, el TCU se vuelve crucial, ya que permitirá realizar un diagnóstico minucioso de la red existente, identificar los puntos críticos y proponer soluciones específicas fundamentadas en principios de Ingeniería Civil.

El objetivo de este proyecto es garantizar una distribución más eficaz del agua potable, reduciendo las pérdidas y asegurando la sostenibilidad del sistema en el largo plazo. Para lograrlo, se llevará a cabo un análisis de campo orientado a la recolección de datos, seguido de una fase de trabajo de oficina en la que se delimitarán las áreas de intervención y se diseñarán las mejoras necesarias. Este esfuerzo no solo traerá beneficios directos para los habitantes de La Tigra, sino que también potenciará la capacidad de gestión de la Asociación de Acueducto Rural, promoviendo así el desarrollo sostenible de la comunidad.

Justificación:

Este Trabajo Comunal Universitario se hará en la comunidad Acueducto Rural La Tigra, con el propósito de mejorar la red hidráulica y georreferenciarla, así como diseñar puentes elevados para tubos de agua potable. Este proyecto se basa en los conocimientos universitarios de la carrera de Ingeniería Civil, de modo que nos da la oportunidad de aplicar soluciones técnicas para mejorar la infraestructura hídrica. La importancia de nuestra comunidad radica en la necesidad de mejorar algunas redes que simplemente presentan problemas y diseñar diferentes partes de trabajos hidráulicos.

Beneficiarios:

Son los habitantes de la comunidad de La Tigra las principales personas beneficiarias, quienes contarán con una red de agua potable más eficaz y mucho más segura. La Asociación de Acueducto Rural también saldrá beneficiada ya que le facilitaremos el diseño de la red de acueducto mejorando el mantenimiento y aún mejor el funcionamiento del mismo.

Producto a obtener:

- Diagnóstico y mejora de la red hidráulica existente.
- Diseño de puentes elevados para el transporte de agua potable.

Objetivo general:

Mejorar la red hidráulica y diseñar estructuras elevadas para el transporte de agua potable en la comunidad de La Tigra, aplicando los principios de Ingeniería Civil para garantizar eficiencia y sostenibilidad.

Objetivos específicos:

- Realizar una evaluación sobre el estado actual de la red de agua potable del centro poblado La Tigra.
- Identificar los problemas existentes en la red de agua potable y proponer soluciones para los mismos.
- Diseñar un paso elevado adecuado para el transporte de agua potable.

Recursos requeridos:

Se realizará un trabajo de inspección, el cual consta de dos partes, una de campo y otra de oficina. En campo se realizará el levantamiento de la red hidráulica y en oficina se tomaran datos y diseños.

Aporte del autor del TCU	Estudiante de ingeniería civil (Juan Carlos Ávila Rojas).	-Equipo Tecnológico: Computadora, software Software de diseño estructural e hidráulico	Tiempo 150 horas	Jurisdicción de Asada de La Tigra de San Carlos.

Metodología de la intervención:

Para el desarrollo del objeto de este trabajo, se aplicarán procedimientos metódicos organizados en las dos fases básicas del trabajo propio del campo y el trabajo propio de la oficina.

1. Trabajo de campo: Se elaborará un levantamiento del sistema de la red hidráulica existente. Para este fin, se registrarán fallas y se ubicarán oportunidades de mejora. Se recopilarán datos para el diseño de los pasos elevados y la optimización del sistema.
2. Trabajo de oficina: Con los resultados obtenidos en el trabajo de campo, se realizará un delimitado del área de la ASADA, se evaluarán los datos, y se generarán los diseños del proyecto por medio de un sistema informático específico para las Ingeniería Civil.
3. Prioridad de tareas: Se priorizarán áreas que requieran mayor intervención, según criterios de impacto social, urgencia en las reparaciones y viabilidad técnica.

Cronograma de actividades:

Actividades	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Anteproyecto.				
Reunión con el personal de la Asociación del Acueducto Rural de La Tigra y miembros de junta directiva.				
Visita de campo a los diferentes lugares que están en la jurisdicción del Acueducto.				

Levantamiento de datos.				
Levantamiento de datos.				
Levantamiento de datos.				
Levantamiento de datos.				
Depuración de información y diseño				
Depuración de información y diseño				
Depuración de información y diseño				
Evidencia de documentación.				
Entrega del proyecto para la evaluación y revisión.				

Capítulo 2 Diagnóstico Operativo

Situación Observada:

La red hidráulica de La Tigra está en funcionamiento, pero hay zonas donde la irregularidad de la topografía impide el flujo de agua eficaz. Para la red existente de tuberías, la condición es buena, pero en terrenos inclinados el agua no circula bien, ya que los efectos de la irregularidad de la topografía producen ineficiente distribución y presión.

Causas:

1. **Irregularidad de la topografía:** Las pendientes hacen que el agua tenga problemas de flujo, lo que produce una distribución ineficaz y en algunas situaciones bajas presiones en las áreas de red.
2. **Falta de pasos elevados en zonas críticas:** La situación de las redes actuales no ofrece pasarelas elevados o estructuras adaptadas a las zonas de terreno complicado, y eso dificulta el transporte del agua en estas zonas.

Efectos:

1. **Distribución ineficaz del agua:** Las zonas con irregularidades de la topografía no permiten el flujo del agua, el cual puede derivar en baja presión o en interrupciones en el flujo del agua en las zonas.
2. **Ineficiencia del sistema hidráulico:** Sin un diseño adecuado para las zonas de irregularidad, la red no funciona a su máxima potencia.

Alternativas de Solución:

Durante el periodo del Trabajo Comunal Universitario (TCU) se centra el trabajo en los siguientes ámbitos:

1. **Propuesta de mejora del diseño de la red:**

La propuesta consiste en realizar análisis y una propuesta de mejora del diseño de la red hidráulica.

2. Propuesta de diseño de pasos elevados

Se procederá a diseñar los pasos elevados que sean necesarios para las situaciones de terreno inclinado, se hará una memoria de cálculo básica para dichos pasos utilizando materiales de fácil acceso y económicos.

Capítulo 3 Diseño y Articulación del TCU Según Alternativas de Solución

Marco situacional:

La comunidad de La Tigra, situada en el cantón de San Carlos, Costa Rica, ha visto un notable aumento en su población en los últimos años, lo que ha llevado a una mayor demanda de agua potable y a la necesidad de mejorar su infraestructura hidráulica. La Asociación de Acueducto Rural La Tigra de San Carlos se estableció en 1969 con el propósito de asegurar un suministro confiable y seguro de agua potable para sus habitantes. Antes de su fundación, los residentes dependían de fuentes naturales como pozos y quebradas. Con el tiempo, el acueducto ha evolucionado, incorporando tuberías de mayor diámetro y adoptando sistemas modernos para la facturación y lectura del consumo.

A pesar de estos avances, la topografía accidentada de la región sigue siendo un reto para la distribución eficiente del agua. Hay áreas donde la irregularidad del terreno impide un flujo adecuado, causando problemas de baja presión y distribución desigual. Además, la falta de pasos elevados apropiados para las tuberías en sectores con pendientes pronunciadas ha complicado aún más el abastecimiento del recurso.

Para enfrentar esta situación, la Asociación de Acueducto Rural La Tigra ha promovido varias iniciativas para mejorar la infraestructura hidráulica. Un avance importante ha sido la reciente construcción de un tanque de almacenamiento de agua potable, que garantizará el acceso al recurso a aproximadamente 3,000 habitantes de la comunidad, mejorando la calidad del servicio y optimizando su distribución (San Carlos Digital, 2025). Sin embargo, aún se necesitan implementar soluciones técnicas adicionales, como la georreferenciación de la red y el diseño de pasos elevados para facilitar el transporte del agua potable.

Para enfrentar estos desafíos, el presente Trabajo Comunal Universitario (TCU) se centra en evaluar y optimizar la infraestructura hidráulica de La Tigra, utilizando herramientas como el software EPANET para modelar el comportamiento del flujo y analizar la eficiencia del sistema. Además, se diseñarán estructuras elevadas que mejoren la distribución del agua en áreas críticas, aplicando principios de Ingeniería Civil y considerando materiales accesibles y económicos. Con estas intervenciones, se espera no solo aumentar la eficiencia del sistema de distribución de agua potable en La Tigra, sino también fortalecer la capacidad de gestión de la Asociación de Acueducto Rural, promoviendo así el desarrollo sostenible de la comunidad.

b) Misión

Proporcionar un servicio de abastecimiento de agua potable de calidad, garantizando la continuidad, sostenibilidad y eficiencia, con un compromiso firme hacia el bienestar y

desarrollo de la comunidad de La Tigra, mediante el uso de tecnología avanzada y personal altamente capacitado.

c) Visión

Ser una organización modelo en la gestión y distribución de agua potable, reconocida por su excelencia, transparencia y compromiso con la sostenibilidad ambiental, asegurando el acceso al recurso hídrico para las futuras generaciones de la comunidad de La Tigra.

d) Valores

La Asociación de Acueducto Rural La Tigra fundamenta su gestión en los siguientes valores:

- **Responsabilidad:** Garantizar el uso adecuado de los recursos hídricos, asegurando su disponibilidad para las generaciones futuras.
- **Transparencia:** Administrar el servicio de manera honesta y clara, con rendición de cuentas ante la comunidad.
- **Compromiso comunitario:** Trabajar en conjunto con los habitantes de La Tigra para mejorar y mantener la infraestructura del acueducto.
- **Sostenibilidad:** Implementar estrategias que permitan la conservación y el uso eficiente del agua.
- **Innovación:** Incorporar tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia en la distribución y facturación del servicio.
- **Estructura organizativa:** La Asociación de Acueducto Rural La Tigra tiene una estructura organizativa diseñada para administrar el servicio de manera eficiente. La

junta directiva se encarga de la dirección y la toma de decisiones, así como de la planificación estratégica y la supervisión de las operaciones. Además, el acueducto cuenta con un equipo administrativo que se ocupa de la facturación, los cobros y la atención al usuario. También hay personal técnico encargado del mantenimiento de la infraestructura y de la lectura de medidores. Para facilitar las tareas de supervisión y reparación, se dispone de equipos de transporte y dispositivos móviles que mejoran la gestión operativa.

Marco teórico:

El presente proyecto se fundamenta en conceptos clave de la ingeniería civil, hidráulica y geotecnia, necesarios para el diseño y optimización de la red de abastecimiento de agua potable en la comunidad de La Tigra. A continuación, se presentan los principales conceptos teóricos que respaldan los objetivos específicos del estudio.

Hidráulica de Redes de Tuberías

El diseño y la optimización de una red hidráulica requieren un análisis detallado del flujo de agua en las tuberías, lo que se aborda a través de la hidráulica de redes. Este ámbito se fundamenta en la aplicación de principios de mecánica de fluidos, como la ecuación de continuidad y la ecuación de energía de Bernoulli, para asegurar un transporte eficiente del agua (Munson, Young, & Okiishi, 2019). Para este proyecto, se utilizó el software EPANET, creado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, que permite modelar el comportamiento del flujo de agua en las redes de distribución. Este programa facilita la

simulación de pérdidas de presión, velocidades de flujo y la eficiencia del sistema (Rossman, 2000).

Pérdidas de Carga en Tuberías

Las pérdidas de carga representan la disminución de presión a lo largo de una tubería debido a la fricción interna del agua con las paredes del conducto y a las singularidades del sistema, como válvulas y codos (Fox, McDonald, & Pritchard, 2015). En este proyecto, se analizaron las pérdidas de carga mediante la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

- h_f = pérdida de carga (m)
- f = coeficiente de fricción
- L = longitud de la tubería (m)
- D = diámetro de la tubería (m)
- V = velocidad del flujo (m/s)
- g = gravedad (9.81 m/s^2)

La correcta selección del diámetro de la tubería y la evaluación del material de las conducciones ayudan a reducir estas pérdidas, optimizando la eficiencia de la red de distribución.

Infraestructura de Pasos Elevados

Las estructuras elevadas para tuberías son esenciales en terrenos con desniveles significativos. El diseño de estos elementos se basa en principios de ingeniería estructural, asegurando la capacidad de carga y la resistencia a factores ambientales como sismos o erosión (Chopra, 2012).

El dimensionamiento de los pasos elevados se realiza considerando cargas permanentes (peso propio de la estructura y tuberías) y cargas variables (presión del agua y cargas ambientales). En este proyecto, se analizaron las zonas críticas y se determinó la necesidad de construir dos nuevos pasos elevados para optimizar la distribución del agua en sectores de difícil acceso.

Desarrollo del trabajo

El Trabajo Comunal Universitario (TCU) se lleva a cabo en diversas fases, que abarcaron la planificación, la recolección de datos, el análisis y la implementación de mejoras en la red hidráulica del Acueducto Rural de La Tigra. A continuación, se describen cada una de estas etapas.

Reunión inicial con la Asociación de Acueducto Rural de La Tigra

- **Fecha:** 07/02/2025
- **Descripción:** Se llevó a cabo una reunión con el personal de la Asociación y miembros de la junta directiva para discutir el alcance del proyecto, objetivos y

necesidades específicas de la red hidráulica. Se identificaron problemas preliminares en el sistema de distribución de agua.

Visita de reconocimiento en campo y oficina

- **Fecha:** 11/02/2025
- **Descripción:** Se realizó un recorrido por los sectores donde existen problemas de abastecimiento de agua. En la oficina de la Asociación, se explicó el funcionamiento del sistema administrativo y se identificaron algunos problemas.



Ilustración 2 tanque de almacenamiento



Ilustración 1.2 tanque de captación

Levantamiento de inventario de necesidades en la instalación de tuberías

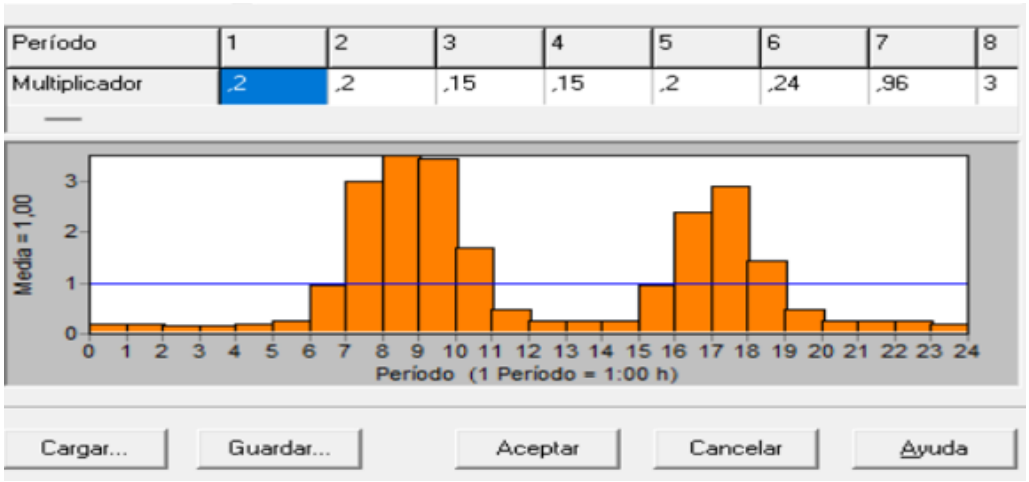
- **Fecha:** 14/02/2025

- **Descripción:** Se llevó a cabo un levantamiento de necesidades en la instalación de la tubería de agua potable en un tramo de 150 metros sobre la calle San Rafael.

Análisis de la tubería con EPANET

- **Fecha:** 17/02/2025
- **Descripción:** Se utilizó el software **EPANET** para evaluar la presión hidráulica en puntos estratégicos de la red de distribución para verificar que se mantenga dentro de los rangos óptimos establecidos para garantizar un suministro eficiente y de calidad.
- Identificar y localizar las áreas de la red con pérdida de presión significativa, determinando las posibles causas y proponiendo soluciones para mejorar el desempeño del sistema.
- Analizar la capacidad actual de la red de distribución para satisfacer la demanda de agua potable de la población atendida, considerando escenarios de consumo actual y futuro.

Curva de Modulación



Resultado de Presiones Negativas

```
Page 1                                                Tue Dec 10 19:18:34 2024

  ****************************************************************************
  *                                E P A N E T                               *
  *                        Hydraulic and Water Quality                       *
  *                        Analysis for Pipe Networks                        *
  *                              Version 2.00.12                             *
  ****************************************************************************

  Analysis begun Tue Dec 10 19:18:34 2024

  WARNING: Negative pressures at 6:00:00 hrs.

  WARNING: Negative pressures at 7:00:00 hrs.

  WARNING: Negative pressures at 8:00:00 hrs.

  WARNING: Negative pressures at 9:00:00 hrs.

  WARNING: Negative pressures at 10:00:00 hrs.

  WARNING: Negative pressures at 15:00:00 hrs.

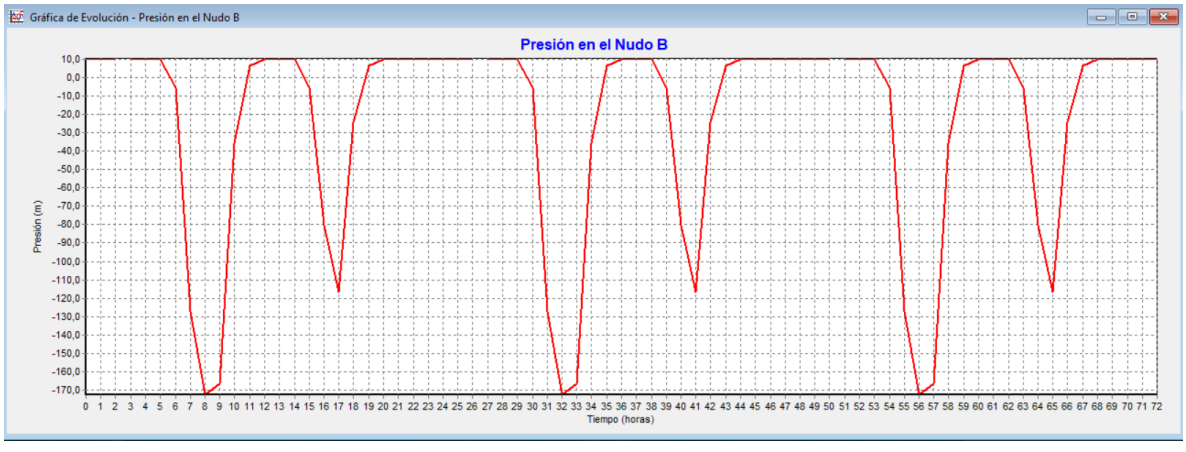
  WARNING: Negative pressures at 16:00:00 hrs.

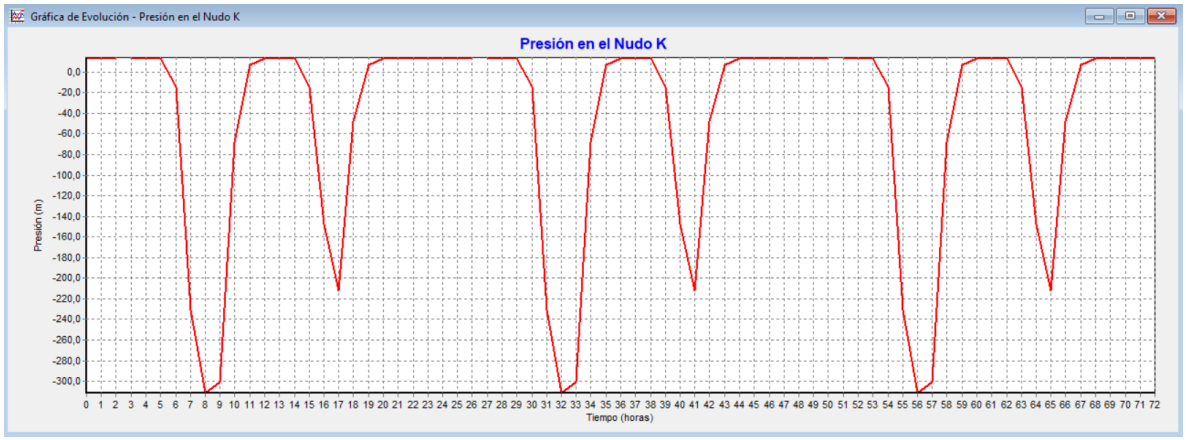
  WARNING: Negative pressures at 17:00:00 hrs.

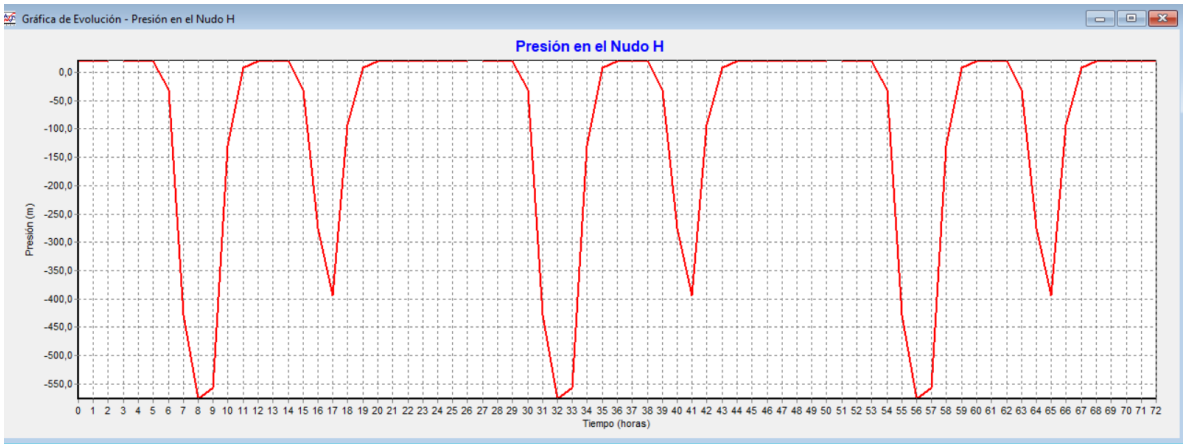
  WARNING: Negative pressures at 18:00:00 hrs.

  WARNING: Negative pressures at 30:00:00 hrs.
```

Resultados Negativos del análisis dinámico.







Inventario de materiales y recomendaciones geotécnicas

- **Fecha:** 18/02/2025
- **Descripción:** Se realizó un inventario de los materiales requeridos para la intervención en la calle San Rafael. Se recomendó el uso de material granular en la base y parte superior de la tubería para mejorar estabilidad y protección.



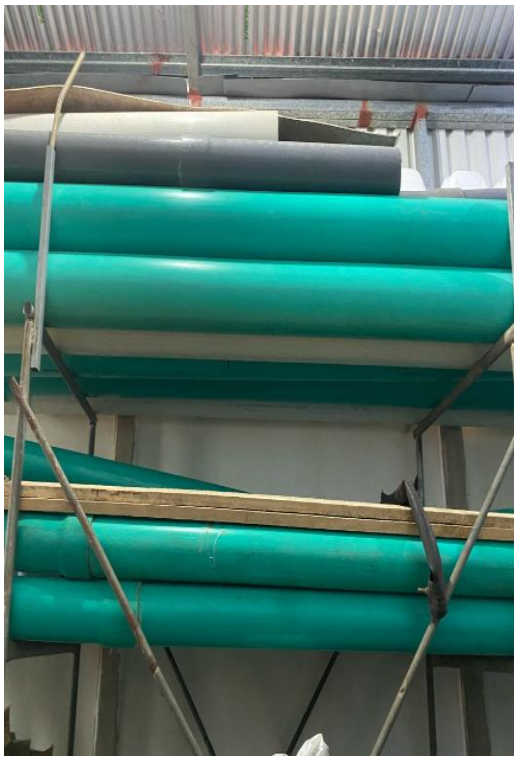


Ilustración 3 materiales en bodega

Cotización de materiales y equipo

- **Fecha:** 19/02/2025 - 20/02/2025
- **Descripción:** Se contactaron distribuidores para cotizar los materiales necesarios. Se evaluó la necesidad de alquilar maquinaria pesada debido a la falta de retroexcavadora en el acueducto.

Inspección de pasos elevados existentes

- **Fecha:** 27/02/2025
- **Descripción:** Se realizó una inspección de los puentes elevados en la red de distribución de agua. Se determinó la necesidad de construir dos nuevas estructuras en puntos críticos.













Instalación de la tubería en calle San Rafael

- **Fecha:** 28/02/2025 - 31/02/2025
- **Descripción:** Supervisión del proceso de instalación de la tubería en la calle San Rafael, asegurando el cumplimiento de las especificaciones técnicas y el uso adecuado de materiales.











Diseño estructural: análisis y memoria de cálculo

- **Fechas:** 04/03/20250 - 07/03/2025 - 10/03/2025 - 11/03/2025 - 16/03/2025 - 17/03/2025
- **Descripción:** Se desarrolló una memoria de cálculo estructural para diseñar los pasos elevados requeridos. El sistema seleccionado consistió en vigas tipo celosía con tubos galvanizados de 2x2 que transportan el agua potable, apoyados en pedestales y columnas de concreto armado.

  Parámetros utilizados:

  Longitud del claro (L): 7.00 m

  Ancho de apoyo (B): 0.40 m

  Número de vigas: 2

  Momento de diseño (Cu): 6.9544 kPa

  Carga muerta (W): 19.47 kN

- **Formulación aplicada:**

  Momento flector máximo para viga simplemente apoyada:

$$M_{máx} = \frac{wL^2}{8}$$

  Carga total estimada del sistema:

$$W_{total} = \sum (W_{estructura} + W_{tubería_agua})$$

Se diseñaron dos variantes:

1. **Con tubo galvanizado reforzado** directamente apoyado en pedestales.
2. **Con columnas y pedestales de apoyo**, se verificó la estabilidad ante cargas vivas, sismo, y se garantizó un **factor de seguridad estructural** adecuado según normativa.

Diseño complementario no ejecutado

- **Fechas:** 24/03/2025 - 27/03/2025 - 28/03/2025
- **Descripción:** Se trabajó en un diseño alternativo de paso elevado con columnas, anclajes y cables tensores. Este diseño no fue ejecutado ni se le confeccionó memoria de cálculo, pero se elaboró un plano técnico con especificaciones para su posible uso futuro.

Inspección técnica final

- **Fechas:** 04/04/2025 - 21/04/2025
- **Descripción:**

04/04/2025: Inspección del lote de tubos galvanizados. Verificación de calidad y conformidad con el diseño estructural.

21/04/2025: Supervisión en obra de la construcción de columnas y pedestales del paso elevado ejecutado. Se validó su alineación y estabilidad.









Capítulo 4 Conclusiones

Objetivos específicos propuestos:

- Realizar una evaluación del estado actual de la red de agua potable en el poblado de La Tigra.
- Diseñar pasos elevados adecuados para el transporte de agua potable, considerando la topografía del terreno. Detectar y entender las problemáticas que la red ya presenta, planteando luego soluciones técnicas idóneas.
- Concebir y plantear diseños de pasos elevados, correctos para transportar el agua potable, tomando en cuenta la topografía del lugar.

Factores positivos y negativos que intervinieron en los logros:

Factores positivos

- El personal activo y colaboradores de la Asociación de Acueducto Rural de La Tigra, su valioso aporte, reunió datos importantes e hizo inspecciones en el campo sin problema.
- El empleo de instrumentos tecnológicos, como EPANET para modelado hidráulico y AutoCAD para elaborar planos y diseños, ayudó el analisis tecnico y la presentación de propuestas organizadas y bien claras.

- Tener a la mano algunos materiales proporcionados por la Asociación disminuyó costos operativos y apresuró la planeación del proyecto.

Relación del proyecto realizado con la formación profesional:

Factores negativos:

- Sin tener maquinaría propia, por ejemplo retroexcavadoras, forzó arrendar equipo, algo que consumió más tiempo y se necesitó organizar la logística.
- Las condiciones climáticas malas atrasaron ciertas actividades.
- La disponibilidad limitada de personal técnico en momentos clave dificultó una validación inmediata de algunas propuestas en sitio.

Relevancia del proyecto para el/la estudiante participante:

El desarrollo de este TCU, fue algo sumamente enriquecedor desde lo académico y lo profesional. Puse en práctica, conocimientos teóricos de Ingeniería Civil. En especial en las áreas de hidráulica, diseño estructural, dibujo técnico y gestión de proyectos.

Usamos programas especiales como lo son EPANET, una herramienta clave para simulación de trazado de red de agua potable esto permitiendo ver las zonas con poca presión, las pérdidas de carga y encontrar soluciones, AutoCAD, realizando planos técnicos de los pasos elevados.

Además, aplicamos principios de geotecnia. Para recomendar materiales geniales en la tubería, material granula.

Resultados en relación con los objetivos específicos:

- Identificamos y evaluamos las flaquezas en la red hidráulica, notando zonas peligrosas con baja presión, debido a la topografía.
- Pensamos en soluciones técnicas que se puedan hacer, por ejemplo, colocación de tubos en la calle San Rafael, usar buenos materiales, y hacer dos pasos elevados para las tuberías, todo en lugares importantes.
- Se elaboró una memoria de cálculo detallada de las estructuras elevadas y se supervisó la ejecución de parte de estas soluciones, garantizando el cumplimiento de normas técnicas.

Recomendaciones finales:

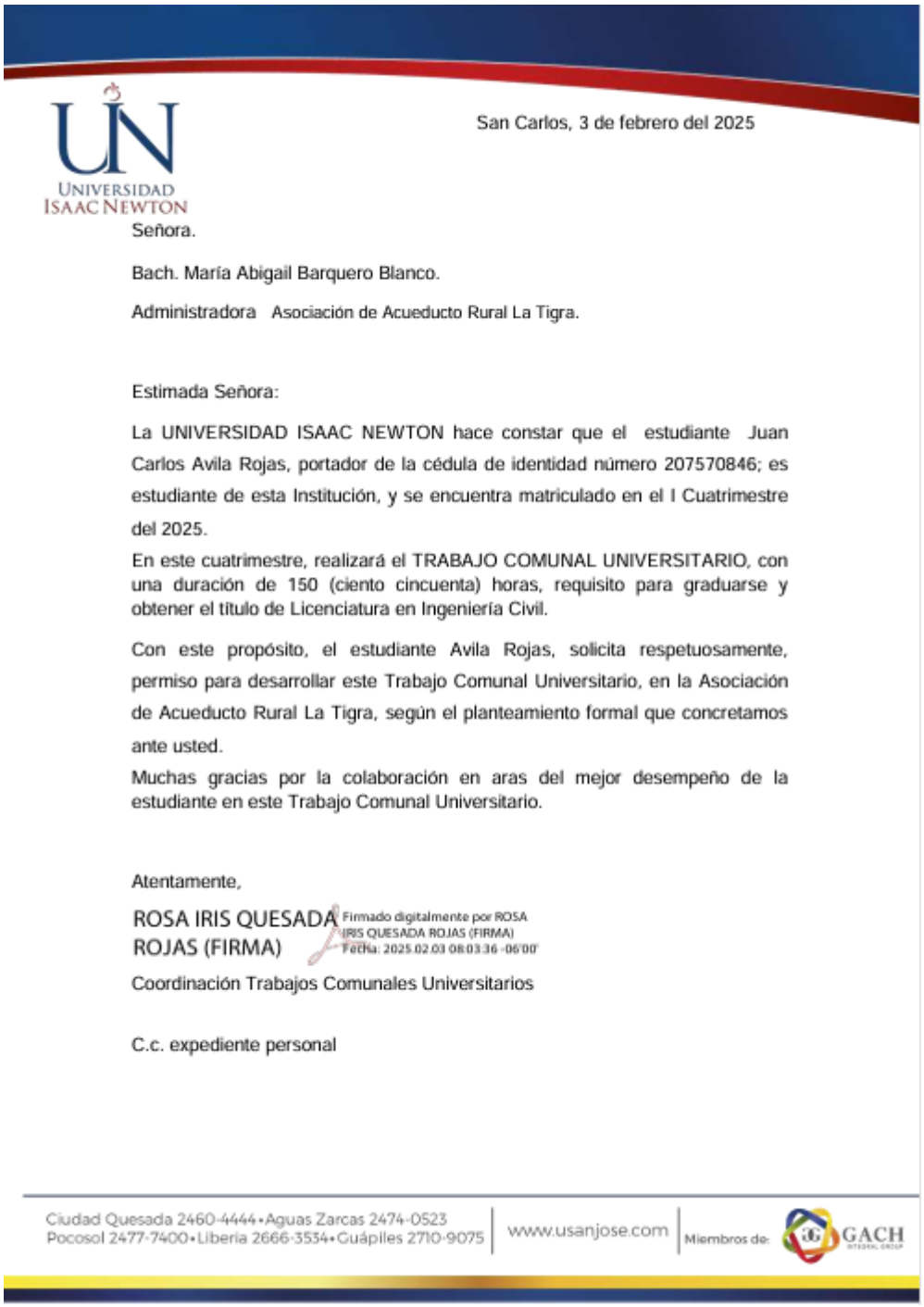
- Realizar un mantenimiento preventivo regular en las zonas intervenidas, así como en toda la red hidráulica, para asegurar su durabilidad y buen funcionamiento.
- Promover la capacitación continua del personal de la Asociación en el uso de herramientas como EPANET y AutoCAD, para fomentar una gestión técnica más autónoma.
- Establecer convenios con entidades públicas o privadas que permitan disponer de maquinaria pesada sin necesidad de alquiler constante.
- Continuar con la georreferenciación de la red, lo que facilitará futuras ampliaciones o intervenciones.

Capítulo 5 Referencias

- Fox, R. W., McDonald, A. T., & Pritchard, P. J. (2015). *Introduction to fluid mechanics*. John Wiley & Sons.
- Munson, B. R., Young, D. F., & Okiishi, T. H. (2019). Fundamentals of fluid mechanics. Wiley.
- Rossman, L. A. (2000). EPANET 2: Users manual. United States Environmental Protection Agency.
- Chopra, A. K. (2012). Dynamics of structures: Theory and applications to earthquake engineering. Pearson.
- San Carlos Digital. (2025). Nuevo tanque garantiza acceso a agua para 3 mil vecinos de La Tigra. Recuperado el 7 de marzo de 2025, de https://sancarlosdigital.com/nuevo-tanque-garantiza-acceso-a-agua-para-3-mil-vecinos-de-la-tigra/

Apéndice A

Carta de solicitud



UNIVERSIDAD ISAAC NEWTON

San Carlos, 3 de febrero del 2025

Señora.

Bach. María Abigail Barquero Blanco.

Administradora Asociación de Acueducto Rural La Tigra.

Estimada Señora:

La UNIVERSIDAD ISAAC NEWTON hace constar que el estudiante Juan Carlos Avila Rojas, portador de la cédula de identidad número 207570846; es estudiante de esta Institución, y se encuentra matriculado en el I Cuatrimestre del 2025.

En este cuatrimestre, realizará el TRABAJO COMUNAL UNIVERSITARIO, con una duración de 150 (ciento cincuenta) horas, requisito para graduarse y obtener el título de Licenciatura en Ingeniería Civil.

Con este propósito, el estudiante Avila Rojas, solicita respetuosamente, permiso para desarrollar este Trabajo Comunal Universitario, en la Asociación de Acueducto Rural La Tigra, según el planteamiento formal que concretamos ante usted.

Muchas gracias por la colaboración en aras del mejor desempeño de la estudiante en este Trabajo Comunal Universitario.

Atentamente,

ROSA IRIS QUESADA ROJAS (FIRMA)

Firmado digitalmente por ROSA IRIS QUESADA ROJAS (FIRMA)
Fecha: 2025.02.03 08:03:36 -06'00'

Coordinación Trabajos Comunales Universitarios

C.c. expediente personal

Ciudad Quesada 2460-4444•Aguas Zarcas 2474-0523
Pocosol 2477-7400•Liberia 2666-3534•Guápiles 2710-9075 | www.usanjose.com | Miembros de: GACH

Apéndice B

Carta de Aceptación

Asociación de Acueducto Rural La Tigra
Cédula Jurídica: 3-002-309055
Correo electrónico: acueductolatigra@gmail.com
TELEFAX: 2468-83-18

Carta de Aceptación de Trabajo Comunal Universitario.

Por medio de la presente María Abigail Barquero Blanco doy autorización para que el estudiante Juan Carlos Ávila Rojas, portador de la cédula de identidad número 207570846, de la Carrera de Licenciatura en ingeniería Civil de la Universidad Isaac Newton, realice el Trabajo Comunal Universitario en la institución que dirijo, el cual se realizará del mes de enero al mes de mayo del año 2025. Comprendiendo un total de 150 horas, como mínimo, entre ellas las del tiempo utilizado para reuniones en la Universidad, con el Docente Asesor, según se contemplan en la bitácora de trabajo.

No omito manifestarles que, asimismo, se concede la autorización a los funcionarios encargados de dicha Universidad para que realicen las visitas de supervisión que consideren pertinentes, a efecto de verificar la realización del Trabajo Comunal Universitario, así como el desempeño del estudiante. Por otra parte, la Institución se compromete a verificar, en ausencia del Docente Asesor, la realización de los trabajos y dar fe de estos, mediante la firma de una persona autorizada por la Institución y el sello respectivo.

Firma

María Abigail Barquero Blanco
Administradora
ASADA La Tigra

ASOCIACIÓN ACUEDUCTO RURAL LA TIGRA
Céd. Jurídica: 3-002-309055

Apéndice C

Declaración Jurada

UNIVERSIDAD ISAAC NEWTON

DECLARACIÓN JURADA PARA TRABAJO COMUNAL UNIVERSITARIO.

Yo Juan Carlos Ávila Rojas, mayor, portador de la cédula de identidad número 207570846, vecino (a) de La Tigra, San Carlos en mi condición de estudiante de la Universidad de Isaac Newton y advertido de que nuestra legislación castiga con pena de prisión el falso testimonio y el perjurio y sin que exista ningún tipo de coacción o amenaza, y para efectos de trámites de registro de la propuesta del Trabajo Comunal Universitario, de ahora en adelante TCU, para su posterior presentación ante el ente académico y administrativo correspondiente, **DECLARO DE MANERA LIBRE Y VOLUNTARIA Y BAJO FE DE JURAMENTO QUE**: "En mi condición de estudiante de la carrera Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad de Isaac Newton, he cumplido con todos y cada uno de los requisitos académicos y legales establecidos para proceder a matricular y ejecutar, una vez aprobado, el TCU, incluido nombre completo y firma del supervisor a cargo o Director de la institución donde se ejecute el TCU, sello original y nítido de la institución, dirección y teléfono accesible de la institución; tal como fueran sometidos para su conocimiento y aprobación al CONESUP por esta Universidad, todo de conformidad con las normas vigentes que rigen la materia. Como parte de mi proceso para optar a mi título de Licenciatura en ingeniería Civil, he procedido a iniciar el trámite respectivo de la propuesta para ejecutar el TCU con un total de 150 horas de servicio, del cual soy autor intelectual y bajo la misma fe de juramento declaro que el mismo es inédito y no resulta de la copia, reproducción o alteración de otro con similar nombre y que se encuentre protegido por las leyes de derechos de autor y otros tratados internacionales. Cualquier mención a trabajo, investigación, autor, recopilación o similar, se hace solo como referencia bibliográfica y para la mayor comprensión de mi servicio social y como soporte técnico del mismo. Por lo anterior libero al personal docente y administrativo de la Universidad Isaac Newton que se vean involucrados en este proceso, como institución educativa y de carácter privado de cualquier responsabilidad en caso de que mi declaración resultare falsa, incompleta u omisa, y asumo la totalidad de la responsabilidad penal o civil de mi accionar. Realizo esta declaración en La Tigra, San Carlos a las 16:00 horas del 04 de febrero 2025.

Nombre completo del estudiante: Juan Carlos Ávila Rojas

Firma del estudiante



Cédula: 207570846

Apéndice D

Bitácora

UNIVERSIDAD ISAAC NEWTON

Bitácora de

Trabajo Comunal Universitario.

Nombre del Estudiante:	Juan Carlos Ávila Rojas		
Cédula del Estudiante:	207570846		
Fecha inicio TCU	Febrero 2025	**Fecha finaliza TCU**	**abril 2025**
Carrera que cursa:	Licenciatura en Ingeniería Civil		
Lugar donde se realiza TCU:	Asociación de Acueducto Rural La Tigra		
Nombre del supervisor en el sitio del TCU:	María Abigail Barquero Blanco		
Nombre del TCU:	Mejora de la red hidráulica del Acueducto Rural de La Tigra		

Actividad Detallada	*Fecha*	*Horas*	*Firma del supervisor y sello de la Institución*
Reunión con el personal de la Asociación del Acueducto Rural de La Tigra y miembros de junta directiva.	07/02/2025	5:00	ASOCIACIÓN ACUEDUCTO RURAL LA TIGRA Céd. Jurídica: 3-002-309055
Visita de explicación de cómo se realizan los diferentes trabajos de oficina. También se visitó en campo los lugares que están en la jurisdicción del Acueducto y que tienen algunos problemas de abastecimiento de agua, se conversó sobre algunas posibles mejoras.	11/02/2025	8:00	ASOCIACIÓN ACUEDUCTO RURAL LA TIGRA Céd. Jurídica: 3-002-309055
Se llevó a cabo un levantamiento de las necesidades en la instalación de la tubería de agua potable en un tramo de 150 metros sobre la calle San Rafael.	14/02/2025	8:00	ASOCIACIÓ ACUEDUCTO RURA LA TIGRA Céd. Jurídica: 3-002-30905
Subtotal de horas		21:00	

UNIVERSIDAD ISAAC NEWTON

Se analizó el diámetro de la tubería a utilizar en proyecto calle San Rafael, empleando el programa Epanet, con el objetivo de garantizar una distribución eficiente del agua.	17/02/2025	8:00
Se comienza a realizar inventario de los materiales a utilizar en el proyecto de calle San Rafael. Se realizaron sugerencias sobre el uso de material granular en la parte inferior y la parte superior de la tubería, con el propósito de mejorar la estabilidad y protección del sistema.	18/02/2025	8:00
Seguimiento al inventario de materiales y presupuesto del proyecto, calle San Rafael.	19/02/2025	4:00
Se realizaron algunas cotizaciones con diferentes distribuidores para los materiales a utilizar (el Acueducto ya tenía a disposición algunos) y también se cotizaron horas maquina ya que el Acueducto no cuenta con una retroexcavadora.	20/02/2025	8:00
Se realizó un levantamiento e inspección de los puentes elevados con los que cuenta el Acueducto. Se concluyó con la necesidad de dos puentes elevados a realizar.	27/02/2025	8:00
Subtotal de horas		36:00

ASOCIACIÓN ACUEDUCTO RURAL LA TIGRA
Céd. Jurídica: 3-002-309055

UNIVERSIDAD ISAAC NEWTON

Inspección en ejecución de proyecto, calle San Rafael.	28/02/2025	8:00
Inspección en ejecución de proyecto, calle San Rafael.	01/03/2025	8:00
Se trabaja en investigación y confección de memoria de cálculo para puente con tubo galvanizado este para paso de tubería de agua potable, tubo de polietileno de 6"	04/03/2025	7:00
Se trabaja en investigación y confección de memoria de cálculo para puente con tubo galvanizado este para paso de tubería de agua potable, tubo de polietileno.	07/03/2025	7:00
Se trabaja en investigación y confección de memoria de cálculo para puente con tubo galvanizado este para paso de tubería de agua potable, tubo de polietileno.	10/03/2025	7:00
Se trabajó en investigación y confección de memoria de cálculo de los pedestales y columnas que soportaran las cargas ejercidas por el puente como también por la tubería que descasa sobre él.	11/03/2025	7:00
Se trabajó en confección de memoria de cálculo de los pedestales y columnas que soportaran las cargas ejercidas por el puente como también por la tubería que descasa sobre él.	16/03/2025	7:00
Subtotal de horas		51:00

ASOCIACIÓN ACUEDUCTO RURAL LA TIGRA Céd. Jurídica: 3-002-309055

Escaneado con CamScanner

UNIVERSIDAD ISAAC NEWTON

Se trabajó en confección de memoria de cálculo de los pedestales y columnas que soportaran las cargas ejercidas por el puente como también por la tubería que se apoya sobre él.	17/03/2025	6:00	
Se realizó presupuesto de materiales para realizar puente elevado con la tubería indicada según diseño así como también los materiales necesarios para la fabricación de pedestales y columnas	24/03/2025	7:00	
Se trabajo también en diseño de paso elevado para tubería de agua potable, pero este con columnas, anclajes y cables que sostienen la tubería.	27/03/2025	8:00	
Se trabajó también en diseño de paso elevado para tubería de agua potable, pero este con columnas, anclajes y cables que sostienen la tubería.	28/03/2025	8:00	
Se visitó lugar donde se encontraban realizando la estructura de puente elevado. Se realizo inspección en los tubos a utilizar y se dieron algunas recomendaciones.	04/04/2025	5:00	
Se realizó inspección en sitio sobre la construcción de columnas y pedestales.	21/04/2025	8:00	
Subtotal de horas		42	
Total de horas		150	

ASOCIACIÓN ACUEDUCTO RURAL LA TIGRA
Céd. Jurídica: 3-002-309055

Coordinador de Carrera

Docente Asesor

Apéndice E

Carta de Certificación de conclusión

Asociación de Acueducto Rural La Tigra
Cédula Jurídica: 3-002-309055
Correo electrónico: acueductolatigra@gmail.com
TELEFAX: 2468-83-18

Carta de Certificación de cumplimiento de

Trabajo Comunal Universitario.

Por medio de la presente yo María Abigail Barquero Blanco, certifico que el estudiante Juan Carlos Ávila Rojas, portador del número de cédula 207570846, de la carrera de Licenciatura en ingeniería Civil de la Universidad Isaac Newton, realizó el Trabajo Comunal Universitario, sin fines de lucro, en la institución que dirijo, durante el período del mes de febrero al mes de Abril del año 2025, comprendiendo un total de 150 horas, entre ellas el tiempo utilizado para reuniones en la Universidad, con el Docente Asesor, según se contemplan en la bitácora de trabajo.

Se extiende esta certificación a los 23 días del mes de abril del año 2025.

María Abigail Barquero Blanco
Administradora
ASADA La Tigra

ASOCIACIÓN ACUEDUCTO RURAL LA TIGRA
Céd. Jurídica: 3-002-309055

Anexos.

Anexo 1.

Memoria De Cálculo De Puente Elevado

1.1

DATOS GEOMETRICOS		
L	7	m
B	0,4	m
VIGAS O CELOCIA	2	u
MATERIALES Y CARGAS		
ACERO	36	KSI
CM	0,862	KPA
CV	3,7	KPA
DATOS CELOSIA		
HCELOSIA	0,5	m
Fy	248,22	Mpa
DIAG.H	0,4	m
H.MOTAN	0,4	

1.2

CORDON T. CUADRADO		
MOMENTO DE DISEÑO		
Cu	6,95	Kpa
W	19,47	KN
Wi	9,74	KN
W/M	1,39	KN-m
Mu	8,52	KN-m
SECCION		
b	50	mm
e	1,8	mm
PROPIEDADES DE SECCION		
As	3,47	cm2
Peso U	2,72	kg/m
Ix	13,46	cm4
rx	1,97	cm
It	3540,69	cm4
CAPACIDAD A FLEXION		
Mr	28,12	KN-m
D/C	30%	OK

1.3

CORDON T. REGTANGULAR		
MOMENTO DE DISEÑO		
Cu	6,95	Kpa
W	19,47	KN
Wi	9,74	KN
W/M	1,39	KN-m
Mu	8,52	KN-m
SECCION		
b	50	mm
e	1,8	mm
PROPIEDADES DE SECCION		
As	5,27	cm2
Peso U	4,14	kg/m
Iy	443,13	cm4
ry	9,17	cm
It	6222,53	cm4
CAPACIDAD A FLEXION		
Mr	49,43	KN-m
D/C	17%	OK

1.4

MONTANTE T.C		
SECCION TUBO		
b	50,00	mm
e	1,80	mm
PROPIEDADES DE SECCION		
As	3,47	Cm2
Peso u	2,72	Kg/m
Ix	13,46	Cm4
Rx	1,97	Cm
CARGA AXIAL DE DISEÑO		
Pu	9,74	KN
CAPACIDAD DE PANDEO LATERAL		
L	0,40	m
Fe	4783,63	Mpa
Pr	75,86	KN
D/C	13%	OK

1.5

DIAGONALES T.C		
SECCION TUBO		
b	50,00	mm
e	1,80	mm
PROPIEDADES DE SECCION		
As	3,47	Cm2
Peso u	2,72	Kg/m
Ix	13,46	Cm4
Rx	1,97	Cm
CARGA AXIAL DE DISEÑO		
Pu	12,47	KN
CAPACIDAD DE PANDEO LATERAL		
L	0,64	m
Fe	1866,78	Mpa
Pr	73,33	KN
D/C	17%	OK
CAPACIDAD DE PANDEO LATERAL		
Pr	77,53	KN
D/C	16%	OK

Anexo 2.

Diseño AutoCAD puente elevado con tubo galvanizado.

