



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE FASE I

REDISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SANTA

ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

22011021 JOSÉ EDUARDO BERLIOZ PAREDES

22011099 CRYSTELL FIORELA ALEGRIA ESCOBAR

22041251 RAQUEL JULISSA NUILA ZELAYA

ASESORES:

ING. ADA RODRÍGUEZ

ING. HÉCTOR MUÑOZ

CAMPUS SAN PEDRO SULA, FEBRERO, 2025

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

PRESIDENTE EJECUTIVA

ROSALPINA RODRÍGUEZ

VICERRECTOR ACADÉMICO

JAVIER SALGADO

RECTOR ACADÉMICO

ROSALPINA RODRÍGUEZ

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ

VICEPRESIDENTE CAMPUS SAN PEDRO SULA

ROXANA ESPINAL

JEFE ACADÉMICO

HÉCTOR PADILLA

TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS

EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

ASESOR METODOLÓGICO FASE I

ING. ADA SOBEYDA RODRÍGUEZ ZUNIGA

ASESOR TEMÁTICO

ING. HÉCTOR MUÑOZ

MIEMBROS DE LA TERNA

ING. OTTO FLORES

ING. MARIO MANDUJANO

ING. SERGIO PAREDES

DEDICATORIA

A Dios por guiarme a lo largo de mi camino académico y permitirme llegar hasta aquí.

Dedico este logro a mis padres, José Ricardo Nuila y Varinia Zelaya, y a mi hermano Ricardo Nuila, por su constante apoyo y comprensión; sin ellos, esto no habría sido posible. También, dedico este esfuerzo a mis abuelos, Vilma Cerrato y Fidel Zelaya, y mis tíos Jesús Mármol y Aleyda Zelaya, quienes siempre estuvieron pendientes de mí durante este proceso. A mis amigos, por su aliento y motivación. A todos, gracias por creer en mí.

Raquel J. Nuila

A Dios, por darme la fuerza, el conocimiento y la perseverancia para alcanzar esta meta. A mis padres, Calixto Alegria Wizo y Nelly Suyapa Escobar, por su amor incondicional y por creer en mí, gracias por ser mi mayor fuente de motivación. A mi familia quienes me han inculcado el valor del trabajo duro, gracias por su constante apoyo. A mis amigos quienes han sido parte fundamental de este proceso de crecimiento personal y profesional. Dedico este trabajo a todas las personas que con su ejemplo me han inspirado a seguir adelante.

Crystell F. Alegria

Dedico este trabajo primeramente a Dios. A mis padres, Jorge Berlioz y Fanny Paredes, por haberme brindado su apoyo incondicional a lo largo de mi vida. Su esfuerzo y compromiso fueron fundamentales para que pudiera alcanzar este logro académico, y siempre estaré agradecido por las oportunidades que me dieron. A mi hermana, Andrea Berlioz, por ser un pilar importante durante mi formación, brindándome su apoyo y compañía en los momentos más desafiantes. Quiero también dedicar este trabajo a mis amigos, cuya motivación, solidaridad y compañerismo hicieron de este proceso una experiencia enriquecedora. Su apoyo constante fue clave para alcanzar este objetivo.

Jose E. Berlioz

AGRADECIMIENTOS

Primero, queremos agradecer a Dios por guiarnos y darnos la fuerza para enfrentar cada reto que encontramos en este proyecto.

Agradecemos a la Ing. Ada Rodríguez, nuestra asesora metodológica, por su constante apoyo, paciencia y por compartir su conocimiento con nosotros.

También queremos agradecer a nuestros catedráticos de la carrera de Ingeniería Civil por todos los conocimientos que hemos adquirido por su parte.

Un agradecimiento especial a nuestros compañeros que estuvieron colaborando con nosotros en este proyecto y a lo largo de nuestros estudios universitarios.

Por último, gracias a *Water for People* por confiar en nosotros y darnos la oportunidad de llevar a cabo este proyecto. Su apoyo ha sido fundamental.

RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto tiene como objetivo mejorar el sistema de agua potable en la comunidad de Santa Rosita mediante un rediseño integral que garantice un suministro sostenible para la población. La línea de conducción, que presenta un diámetro de dos pulgadas, una elevación máxima de 414.228 metros y una mínima de 221.870 metros, permitirá el transporte eficiente del agua por gravedad, optimizando el consumo energético. Se realizó un análisis superficial del tanque de almacenamiento, donde se identificaron problemas de filtraciones y humedad que afectan tanto la calidad del agua como la integridad estructural del tanque; por ello, se planifican intervenciones de reparación y mantenimiento. Además, la red de distribución, que cuenta con tuberías de dos y una pulgada de diámetro y presenta una elevación máxima de 233.459 metros y una mínima de 146.414 metros, será mejorada para reducir pérdidas y garantizar que el agua tratada llegue efectivamente a todos los usuarios. En conjunto, estas acciones buscan abordar los desafíos actuales del sistema de agua potable, contribuyendo al bienestar de la comunidad de Santa Rosita.

Palabras Claves: Sistema, Rediseño, Agua, Conducción, Distribución.

ABSTRACT

This project aims to improve the drinking water system in the community of Santa Rosita through a comprehensive redesign that ensures a sustainable supply for the population. The conveyance line, which has a diameter of 2 inches and a maximum elevation of 414.228 meters and a minimum of 221.870 meters, will facilitate the efficient transport of water by gravity, optimizing energy consumption. A physical assessment of the storage tank was conducted, revealing issues such as leaks and humidity that compromise both the water quality and the structural integrity of the tank; therefore, repair and maintenance interventions are planned. Additionally, the distribution network, which consists of 2 and 1-inch diameter pipes and has a maximum elevation of 233.459 meters and a minimum of 146.414 meters, will be improved to reduce losses and ensure that treated water effectively reaches all users. Together, these actions aim to address the current challenges of the drinking water system, contributing to the well-being of the Santa Rosita community.

Keywords: System, Redesign, Water, Conduction, Distribution.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción	1
II.	Planteamiento del problema.....	2
2.1.	Precedentes del Problema	2
2.2.	Definición del Problema.....	4
2.2.1.	Enunciado del Problema	4
2.2.2.	Formulación del Problema.....	4
2.3.	Justificación.....	5
2.4.	Preguntas de Investigación.....	6
2.5.	Objetivos.....	7
2.5.1.	Objetivo General.....	7
2.5.2.	Objetivos Específicos.....	7
III.	Estado Del Arte.....	8
3.1.	Sistemas De Agua Potable En Comunidades Rurales.....	8
3.2.	Situación Actual Del Suministro De Agua Potable En Comunidades Rurales....	8
3.3.	Tecnologías Y Métodos De Rediseño De Sistemas De Agua Potable.....	10
3.4.	Análisis de Sostenibilidad	11
3.5.	Impacto Social Y Económico Del Acceso A Agua Potable	12
3.6.	Participación Comunitaria	14
3.7.	Teoría del Sustento	14
3.7.1.	Normas de Diseño para Acueductos Rurales (SANAA)	15
IV.	Metodología.....	22
4.1.	Enfoque	22
4.2.	Variables de Investigación.....	24

4.2.1.	Diagrama de Variables de Operacionalización.....	26
4.2.2.	Tabla de Operacionalización	27
4.3.	Técnicas e Instrumentos Aplicados	30
4.3.1.	Técnicas	30
4.3.2.	Instrumentos.....	31
4.4.	Metodología de Estudio.....	34
4.4.1.	Tipo de Diseño.....	34
4.5.	Cronograma de Actividades	36
V.	Análisis y Resultados.....	39
5.1.	Información del Sitio	39
5.2.	Parámetros Normativos de diseño.....	40
5.3.	Línea de Conducción.....	41
5.3.1.	Parámetros de diseño	45
5.3.2.	Cálculo de los diámetros máximo y mínimo de la tubería.....	45
5.3.3.	Cálculo de presiones.....	46
5.4.	Análisis Superficial del Tanque de Almacenamiento Actual.....	49
5.4.1.	Descripción General del Tanque de Almacenamiento	49
5.4.2.	Condiciones Físicas Actuales del Tanque de Almacenamiento.....	50
5.4.3.	Impacto en la Comunidad.....	51
5.4.4.	Medidas Correctivas Sugeridas.....	51
5.5.	Red de Distribución.....	55
5.6.	Planos de la Línea de Conducción y Red de Distribución	59
5.7	Presupuesto.....	72
VI.	Conclusiones.....	101
VII.	Recomendaciones.....	102

Bibliografía	103
Anexos.....	107

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Acceso a servicios básicos de agua en áreas rurales en Indonesia	10
Ilustración 2 - Filtración por membranas	10
Ilustración 3 Desinfección de Agua por luz Ultravioleta.....	11
Ilustración 4 - Velocidades y caudales máximos por diámetro en la red de distribución	21
Ilustración 5 - Diagrama de Variables de Operacionalización.....	26
Ilustración 6 - Diagrama de metodología de estudio.....	35
Ilustración 7 - Cronograma de Actividades en MS Project.....	38
Ilustración 8 - Ubicación de la Comunidad de Santa Rosita, San Antonio de Cortés.....	40
Ilustración 9 Diámetros de usar en la fórmula de Hazen-Williams.....	44
Ilustración 10 - Resumen de Cálculos Hidráulicos para la Línea de Conducción.....	49
Ilustración 11 - Situación actual del tanque de almacenamiento en la comunidad de Santa Rosita, San Antonio de Cortés.....	50
Ilustración 12 - Estado actual de las fisuras del tanque de almacenamiento.....	51
Ilustración 13 - Simulación de Red de Distribución en EPANET.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Variables de Operacionalización.....	24
Tabla 2 - Variables Independientes	27
Tabla 3 - Instrumentos Para Levantamiento Topográfico, Cálculos y Redacción.....	31
Tabla 4 - Elevaciones máximas y mínimas línea de conducción.....	41
Tabla 5 - Coordenadas y elevaciones de línea de conducción	42
Tabla 6 - Análisis Superficial Físico del Tanque de Almacenamiento	52
Tabla 7 - Resumen de Nodos en EPANET	56
Tabla - 8 Resumen de Tuberías en EPANET.....	58
Tabla 9 - Explotación Materiales Línea de Conducción	72
Tabla 10 - Explotación MO Línea de Conducción.....	72
Tabla 11 - Explotación HyE Línea de Conducción.....	72
Tabla 12 - PCO Línea de Conducción	73
Tabla 13 - PCO Red de Distribución.....	81
Tabla 14 - Cronograma Línea de Conducción.....	99
Tabla 15 - Cronograma Red de Distribución.....	100

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 - Caudal mínimo de aforo	15
Ecuación 2 - Cálculo de población de diseño, método aritmético.....	17
Ecuación 3 - Cálculo de población de diseño, método geométrico	17
Ecuación 4 - Determinación de la tasa de crecimiento anual, método geométrico	17
Ecuación 5 - Fórmula de Hazen-Williams para el diseño de tuberías	19

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 - Inicio del levantamiento topográfico de la línea de conducción	107
Anexo 2 - Toma de puntos en zonas de pendiente pronunciada durante el levantamiento topográfico de la línea de conducción	107
Anexo 3 - Levantamiento de puntos para la línea de conducción utilizando GPS RTK Hiper VR Topcon.....	108
Anexo 4 - Tanque de almacenamiento existente en la comunidad	108
Anexo 5 - Tramo proyectado para la red de distribución.....	109
Anexo 6 - Aforo de la obra de toma para medir el caudal.....	109

I. INTRODUCCIÓN

La crisis hídrica afecta a numerosas comunidades en el país, exponiendo a los habitantes a distintas enfermedades y limitándolas al desarrollo socioeconómico. Esta situación cada vez crece más debido a la gran demanda de agua, la inadecuada infraestructura, la falta de sistemas y la poca capacidad de los recursos hídricos. En las áreas rurales los servicios de agua son intermitentes, son de baja calidad y muchas veces ni cuentan con suministros. Por ello, es crucial tener un sistema de abastecimiento de agua eficiente que garantice el suministro adecuado y seguro. Esta problemática ocurre por diversos factores como las limitaciones económicas, carencia de conocimiento o falta de instituciones que aseguren que el agua se distribuya de forma eficiente, que responda a las necesidades de las comunidades en crecimiento. Un sistema de abastecimiento de agua permite que el agua llegue desde las fuentes naturales hasta el punto de consumo con una cantidad y calidad requerida. Este sistema tiene la línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución, que son importantes para transportar agua potable a los hogares.

El municipio de San Antonio cuenta con desafíos en la provisión de agua potable actual. Con una extensión territorial aproximada de 225 km² y conformado por 23 aldeas y 133 caseríos, la demanda de recursos hídricos ha aumentado ya que la población ha crecido y también el sistema actual ya está deteriorado y presentan distintas deficiencias. En el caso del sistema de abastecimiento de agua de la comunidad de Santa Rosita, sufre de insuficiencias en la línea de conducción, red de distribución y el tanque de almacenamiento para garantizar el flujo necesario para abastecer a toda la comunidad.

Ante la problemática que sufre la comunidad de Santa Rosita surge la necesidad de un proyecto que permita mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable actual. En colaboración junto a Water for People se busca para rediseñar una línea de conducción de 3.85 km, una red de distribución, además de realizar un análisis superficial del tanque de almacenamiento existente ya que se encuentra en mal estado y es necesario una mejora para que el agua llegue de manera eficiente a la comunidad.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente capítulo da a conocer los precedentes del problema y definiendo este mismo en el contexto de la comunidad de Santa Rosita en San Antonio de Cortés. De la misma forma, se presenta la justificación, se plantean las preguntas de investigación y los objetivos que tiene por cumplir la investigación.

2.1. PRECEDENTES DEL PROBLEMA

La comunidad de Santa Rosita en el municipio de San Antonio de Cortés durante el transcurso de su historia ha enfrentado una serie de problemas relacionados con el suministro de agua potable.

De acuerdo con datos obtenidos del Censo de Población y vivienda, y procesados con proyecciones poblacionales al año 2020, se puede observar que una parte considerable de las viviendas en el municipio de San Antonio de Cortés no cuenta con acceso adecuado a agua potable. Las viviendas con acceso a agua se definen como aquellas que obtienen agua a través de sistemas públicos o privados, mientras que las viviendas sin acceso dependen de fuentes alternativas como ríos o pozos (Perfil Municipal Índice de Desarrollo Municipal San Antonio de Cortés, Cortés, 2022).

Según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), la población del municipio de San Antonio de Cortés ha crecido a una tasa anual del 2.5% en los últimos cinco años (INE, 2023).

En Santa Rosita, la situación es compleja, ya que dependen principalmente de un río para abastecerse de agua. Esta dependencia de una fuente natural no tratada presenta numerosos problemas, incluyendo, el cambio constante en el caudal del río y la vulnerabilidad ante eventos climáticos.

El informe de monitoreo sobre el avance en agua potable y saneamiento revela que solo el 38% de los proveedores urbanos y el 10% de los proveedores rurales suministran agua apta para el consumo humano. El riesgo de consumir agua contaminada es alarmantemente alto, afectando al 52% de la población urbana y al 90% de la población rural. Este panorama da a conocer la necesidad de implementar medidas efectivas para

asegurar que el agua suministrada sea segura para todos los habitantes, mitigando así los riesgos de salud asociados con el consumo de agua contaminada (Gudiel, 2016).

Adicionalmente, la escasez de agua es uno de los principales problemas, ya que el actual sistema no puede satisfacer la demanda de la población, dejando a muchos hogares sin acceso suficiente a este recurso. De acuerdo con Osorto Ruiz, 2022. San Antonio de Cortés cuenta con 23,177 habitantes, de los cuales 11,951 son hombres, representando un 51.56%, y 11,226 son mujeres, representando un 48.44%. El 62.08% de la población reside en áreas rurales, mientras que el 37.92% está establecida en áreas urbanas. Con el 62.08% de la población viviendo en áreas rurales, una gran parte de la población depende de infraestructuras rurales, esto incluye a la comunidad de Santa Rosita.

2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Después de conocer el problema y la situación actual del lugar y su sistema es necesario identificar y definir problema principal. Esto permitirá establecer con claridad la finalidad del proyecto para garantizar que los esfuerzos se centren en abordar las cuestiones más críticas. Este proceso se estructura a través del enunciado del problema y su formulación.

2.2.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

“La comunidad de Santa Rosita ubicada en el municipio de San Antonio no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable adecuado para satisfacer a las personas, debido a su ineficiente línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución.”

2.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las especificaciones técnicas necesarias para el rediseño de la línea de conducción, red de distribución y tanque de almacenamiento en el sistema de agua potable de comunidad?

2.3. JUSTIFICACIÓN

La implementación del proyecto en la comunidad de Santa Rosita en San Antonio de Cortés se vuelve esencial para mejorar el acceso a agua potable y las condiciones de vida de sus residentes. Actualmente, la comunidad enfrenta problemas significativos relacionados con la escasez de agua y también la calidad del recurso disponible, lo cual afecta negativamente la salud y bienestar de los habitantes. La población se enfrenta a riesgos de enfermedades hídricas, también se limitan a un desarrollo socioeconómico y calidad de vida.

Un sistema de conducción y almacenamiento de agua potable con un diseño óptimo ayudará a asegurar que el agua suministrada sea tratada para el consumo, reduciendo los riesgos de contaminación antes de su distribución. El agua cumplirá con los estándares de calidad necesarios para el consumo humano.

Además, un diseño funcional y bien planificado de la red de distribución tiene un impacto directo en la equidad de acceso al recurso y permitirá que el agua llegue a todas las viviendas de la comunidad sin importar su ubicación, solucionando el problema de la escasez de agua actual y mejorando el acceso al recurso de manera confiable. Esta problemática es particularmente relevante en contextos de comunidades rurales donde las infraestructuras de servicios básicos son limitadas o en algunos casos inexistentes. Al resolver el problema del sistema de agua potable se responde a una necesidad básica de la población, pero también se construye una base sólida para el desarrollo futuro de la comunidad.

La importancia de este proyecto cubre una necesidad inmediata de la comunidad y también contribuye a mejorar la infraestructura de servicios básicos en el municipio de San Antonio de Cortés, promueve el desarrollo sostenible y la calidad de vida en áreas rurales. Por lo tanto, la propuesta de implementar este proyecto en la comunidad de Santa Rosita es una inversión a largo plazo en el bienestar de la comunidad y en la sostenibilidad del recurso hídrico de la región. Esta intervención destaca el compromiso con la mejora continua de la infraestructura rural y la promoción de una calidad de vida digna para los habitantes de la comunidad de Santa Rosita, en el municipio de San Antonio de Cortés.

2.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- 1) ¿Cuáles son las características topográficas del terreno en la comunidad de Santa Rosita para el diseño y funcionamiento de la nueva línea de conducción y la red de distribución de agua potable?
- 2) ¿Cuál es la condición física del tanque de almacenamiento de agua potable de la comunidad de Santa Rosita?
- 3) ¿Qué características técnicas deben considerarse según los resultados en el diseño de la nueva línea de conducción y red de distribución de agua potable para asegurar un suministro equitativo teniendo en cuenta el crecimiento proyectado de la comunidad?
- 4) ¿Cuál es el costo estimado para todo el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable que incluye materiales, mano de obra, herramienta y equipo?

2.5. OBJETIVOS

A continuación, se expone el objetivo general, que resume el resultado deseado a través de este trabajo y abarca la finalidad del proyecto. Además, se presentan los objetivos específicos, formulados cronológicamente en función a las preguntas de investigación.

2.5.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar una propuesta de diseño para la línea de conducción, la red de distribución de agua potable y el análisis superficial del tanque de almacenamiento, según las normas del SANAA, para la comunidad de Santa Rosita, San Antonio de Cortés.

2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar las características topográficas del terreno estableciendo elevaciones máximas y mínimas.
2. Determinar las condiciones físicas y capacidad del tanque de almacenamiento que cumpla adecuadamente con la demanda de la comunidad.
3. Definir tipo, diámetro y accesorios de tubería que sean óptimos para la línea de conducción y la red de distribución de agua potable.
4. Elaborar presupuesto aproximado del proyecto que incluya materiales, mano de obra y herramientas y equipo.

III. ESTADO DEL ARTE

3.1. SISTEMAS DE AGUA POTABLE EN COMUNIDADES RURALES

El agua es una necesidad fundamental para los seres humanos, esencial para el consumo, el saneamiento y la higiene, así como para mantener la vida y la salud. La ONU ha reconocido el acceso al agua potable y al saneamiento como derechos humanos (Chimbo et al., 2023). Se prevé que para el año 2030, varios países tendrán más del 30% de su población viviendo en áreas rurales. Además, los cambios sociales, económicos y políticos están configurando lo que se conoce como “la nueva ruralidad” (Mejía et al., 2016). La demanda es inmensa, ya que cientos de millones de personas en países en desarrollo no tienen acceso adecuado a un suministro de agua potable segura (Huisman, 1988).

La idea del agua potable y la mejora del saneamiento están intrínsecamente interrelacionadas. Esto se debe a que el agua desempeña un papel importante en el mantenimiento de una salud adecuada, el bienestar y los medios de subsistencia de las poblaciones rurales (Bazaanah & Mothapo, 2024). Debido a los recursos limitados, el envejecimiento de las infraestructuras y a las variaciones del agua de origen, los pequeños sistemas de tratamiento de agua potable de las comunidades rurales enfrentan con frecuencia una serie de problemas relacionados con la calidad del agua y el cumplimiento de la normativa federal, especialmente en lo que respecta a los subproductos de la desinfección (Hua et al., 2016).

3.2. SITUACIÓN ACTUAL DEL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE EN COMUNIDADES RURALES

El abastecimiento de agua potable es esencial para asegurar la salud de la población. En las comunidades rurales, esta cobertura es incierta porque suelen ser muy dispersas, lo que resulta en un tratamiento del agua inadecuado o inexistente en muchos casos (Delgado, 2000). Desde que el ser humano adoptó una vida sedentaria, la disponibilidad de agua potable ha sido un factor clave en la selección de lugares para establecerse, como se evidencia en el hecho de que muchos asentamientos antiguos fueron fundados cerca de grandes ríos (Javier & Sención, 2012). En estas comunidades, los sistemas de

agua potable no solo deben asegurar agua de calidad, sino también ser sostenibles y adaptables a los cambios demográficos y climáticos, garantizando un suministro continuo y confiable.

El acceso a agua segura y servicios de saneamiento sigue siendo extremadamente bajo en la mayoría de las áreas rurales (Suárez-Serrano et al., 2019). La crisis del agua y el saneamiento es una amenaza directa e inmediata para las personas de bajos recursos en los países en desarrollo. Por lo tanto, se proponen proyectos de saneamiento básico y agua potable que sean apropiados, confiables, modernos, de buena calidad y ecológicamente viables, ajustados a las necesidades socioeconómicas y valores culturales, respetando las costumbres de las comunidades beneficiarias para lograr un desarrollo sostenible y mejorar la calidad de vida de estas familias (Rivera-Contreras, 2018). En este contexto, las comunidades rurales de nuestro país han desarrollado sistemas autosustentables basados en una organización comunitaria con un gobierno propio (Cervantes et al., 2017).

El acceso universal al agua potable, segura y limpia requiere una comprensión de la calidad del agua, ya que los servicios básicos de agua son la principal fuente de agua potable para las comunidades de todo el mundo (Gemedá et al., 2021). Según el informe de 2017 del Programa Conjunto de Monitoreo (PCM) de la OMS y UNICEF, nueve de cada diez hogares en Indonesia contaban al menos con servicios básicos de agua. En términos de desigualdades entre áreas urbanas y rurales, aproximadamente el 95% de los hogares en áreas urbanas tenían acceso a servicios básicos de agua, en contraste con el 82% en las áreas rurales (Daniel et al., 2021). A pesar de los avances, persisten desigualdades significativas entre áreas urbanas y rurales, como se observa en Indonesia, donde el acceso en áreas rurales es considerablemente menor que en las urbanas.

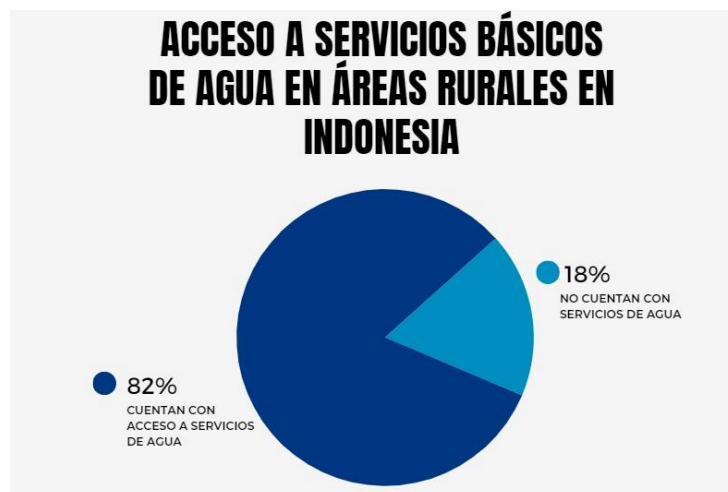


Ilustración 1 - Acceso a servicios básicos de agua en áreas rurales en Indonesia

Fuente: (Daniel et al., 2024)

3.3. TECNOLOGÍAS Y MÉTODOS DE REDISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE

El rediseño de sistemas de agua potable implica la actualización y mejora de infraestructuras existentes para asegurar la calidad y continuidad del suministro de agua. Este proceso incluye la implementación de tecnologías avanzadas y métodos innovadores como la filtración por membranas y la desinfección por UV, que han demostrado ser efectivos en la eliminación de contaminantes y microorganismos (Smith et al., 2018). La integración de sistemas de monitoreo en tiempo real y la automatización de procesos optimiza la gestión y distribución del agua potable (Brown, 2020). La sostenibilidad, eficiencia energética y capacidad de adaptación a condiciones cambiantes aseguran la resiliencia de los sistemas ante eventos climáticos extremos (Jones et al., 2019).

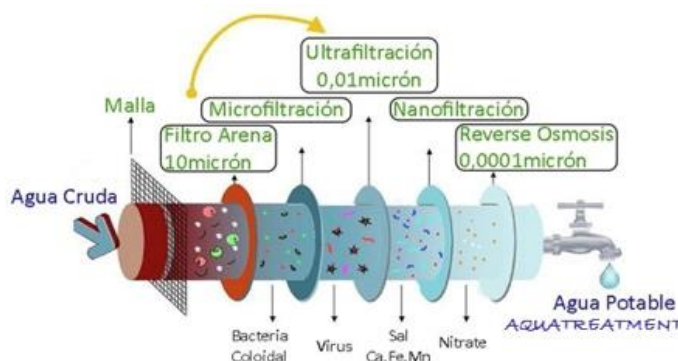


Ilustración 2 - Filtración por membranas

Fuente: (MediaScrap, 2017)

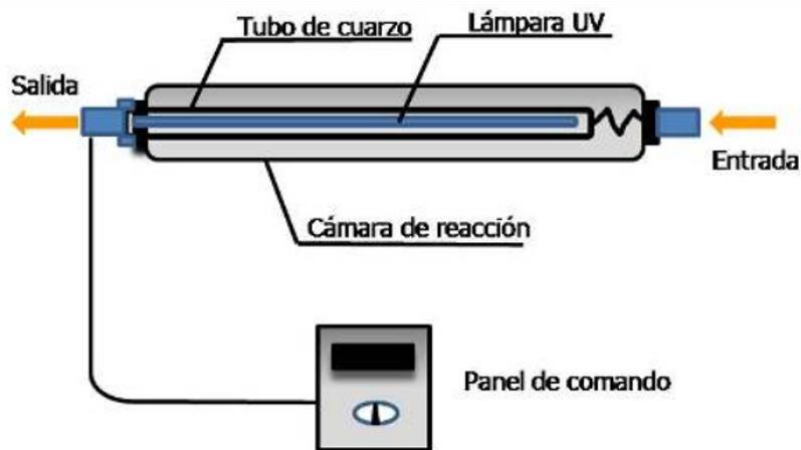


Ilustración 3 Desinfección de Agua por luz Ultravioleta

Fuente: (NeoCorp Water, 2013)

El enfoque en tecnologías de rediseño de sistemas de agua potable se centra también en el uso de métodos sostenibles como la reutilización de aguas residuales tratadas y la captación de agua de lluvia. Estas prácticas no solo mejoran la disponibilidad de agua, sino que también contribuyen a la conservación de recursos hídricos (García & Martínez, 2021). El uso de sensores avanzados para detectar contaminantes en tiempo real y sistemas de inteligencia artificial para optimizar el uso del agua destacan por reducir costos operativos y su impacto ambiental, promoviendo una gestión más eficiente de los recursos (Fernández et al., 2020).

El rediseño de sistemas de agua potable incluye la implementación de redes inteligentes y sistemas de gestión integrados que permiten una supervisión y control más precisos de la distribución del agua (Hernández, 2020). La capacidad de detectar y responder a problemas en tiempo real minimiza las interrupciones en el servicio y mejora la calidad del agua suministrada (Martínez et al., 2019). La integración de estas tecnologías en el rediseño de sistemas de agua potable es un paso fundamental hacia la modernización y eficiencia de estos sistemas, contribuyendo significativamente a la seguridad hídrica global.

3.4. ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD

El análisis de sostenibilidad de sistemas de agua potable se enfoca en evaluar la capacidad de estos sistemas para mantenerse funcionales y eficientes a largo plazo, minimizando su impacto ambiental. Este análisis incluye la evaluación de prácticas como

la reutilización de aguas residuales y la implementación de tecnologías de tratamiento avanzadas que promueven el uso eficiente de los recursos hídricos (Smith et al., 2018). La incorporación de energías renovables y técnicas de gestión del agua basadas en la naturaleza también juegan un papel crucial en este contexto (Brown, 2020). Entre las características más relevantes se encuentran la reducción del consumo energético, la minimización de residuos y la capacidad de adaptación a cambios climáticos y demográficos (Jones et al., 2019).

El enfoque en la sostenibilidad de los sistemas de agua potable también incluye el análisis de la infraestructura existente y la identificación de áreas que requieren mejoras para aumentar la eficiencia y la resiliencia. El uso de materiales duraderos y tecnologías de bajo consumo energético contribuye significativamente a la sostenibilidad (García & Martínez, 2021). Además, la implementación de prácticas de conservación del agua y la optimización del sistema de distribución son fundamentales para asegurar un suministro sostenible (López, 2022). Estas acciones permiten reducir el desperdicio y asegurar la disponibilidad continua de agua potable, incluso en situaciones de escasez.

El análisis de sostenibilidad de los sistemas de agua potable se beneficia enormemente de la integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y el análisis de datos, que facilitan la toma de decisiones informadas y la gestión proactiva de los recursos (Rodríguez et al., 2021). Las estrategias de gestión integrada permiten una supervisión más precisa y una respuesta más rápida a los problemas, mejorando la eficiencia operativa y la calidad del agua suministrada (Hernández, 2020). La adopción de estas tecnologías es esencial para lograr un sistema de agua potable verdaderamente sostenible, capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las generaciones futuras.

3.5. IMPACTO SOCIAL Y ECONÓMICO DEL ACCESO A AGUA POTABLE

La crisis del recurso del agua es uno de los desafíos que el mundo enfrenta. Aunque la oferta de servicios básicos de agua y saneamiento ha aumentado para satisfacer la creciente demanda debido al crecimiento demográfico, continúan no menos de 1000 millones de personas sin acceso a agua potable. (Osorio, 2009) En países en desarrollo, gran parte de los recursos para abastecer de agua y brindar saneamiento son de las

comunidades, lo que representa una gran carga para los usuarios rurales. (Pinilla-Rodríguez & Torres-Sánchez, 2019) Las zonas rurales son las que más salen afectadas por la falta de acceso de agua potable, ya que la implementación de los sistemas de abastecimiento de agua necesita de una gran inversión económica. La falta de un buen sistema limita a las comunidades a tener un desarrollo económico y social.

A lo largo de los años, los diferentes niveles de gobierno han priorizado la resolución del problema del agua potable en las zonas rurales para garantizar subsistencia de la población. (Li, 2014) Actualmente, más de 600 ciudades de China sufren de escasez de recursos hídricos. Es esencial un método para evaluar el suministro de agua que permita que los responsables de la toma de decisiones gubernamentales puedan crear una política sólida e integrada en materia de recursos hídricos y fomentar el desarrollo económico. (Zhang et al., 2014) Los gobiernos deben desarrollar políticas sólidas efectivas basadas en evaluaciones para suministro del agua, esto para enfrentar la escasez de agua tanto en zonas rurales como urbanas, lo que contribuirá también a promover un desarrollo económico y sostenible.

Las enfermedades transmitidas por el agua se encuentran entre las cinco causas más importantes de morbilidad y mortalidad en los países en desarrollo. En América Latina, el 99% de las enfermedades están relacionadas a la contaminación microbiana que es causada por un mal tratamiento de ella. (Rodríguez et al., 2007) La mejora en los suministros de agua potable puede disminuir gastos en atención médica hasta un 50% y también en los países en desarrollo puede aumentar la productividad laboral de un 3 hasta un 5%. (Price & Heberling, 2018) El 21% de la población en Pakistán carece de acceso a agua potable segura y la calidad deficiente del agua causa alrededor de 45,000 muertes anuales debido a distintas enfermedades relacionadas con el agua. Aproximadamente 1.3 millones de dólares al año se utilizan para el tratamiento de las enfermedades. (Ishaque et al., 2024) Estos datos destacan la necesidad de invertir en infraestructuras para proveer el agua potable ya que esto puede reducir costos a largo plazo y también mejorar el bienestar las comunidades más vulnerables.

3.6. PARTICIPACIÓN COMUNITARIA

Las juntas administradoras de agua son organizaciones del sector público que gestionan los recursos hídricos a un nivel comunitario. Sus gestiones abarcan el uso y manejo del agua buscando siempre un suministro equitativo para las comunidades. (Oca & Fiallos, 2018) A finales del año de 1988 en América Latina y el Caribe, 291.6 millones de habitantes en las zonas urbanas y 124 millones en las zonas rurales tenían acceso a agua potable. En muchas zonas rurales el acceso y tratamiento al agua potable es deficiente o no existe y el consumo es entre 20 y 40 litros por persona al día. (Delgado et al., 2000) Fortalecer una gestión comunitaria como lo son las juntas de agua, especialmente en las zonas rurales es una necesidad ya que en estas zonas las infraestructuras y el acceso al agua es limitado.

En distintas regiones de América Latina el acceso y el consumo de agua potable es un desafío significativo. En Mazatlán, Sinaloa la demanda de agua varía considerablemente según el nivel de urbanización y el crecimiento poblacional y esto influye en la distribución y consumo del recurso. (Lara López et al., 2023) En Colombia, el acceso al agua potable en zonas rurales enfrenta distintos retos, la cobertura del alcantarillado es del 92.85% de la zona urbana y 73.88% de la zona rural. Ha habido avances en el acceso al agua potable, solo el 18% de la población rural tenía acceso al agua potable en el 2013, un incremento modesto desde el 10% en 1992, el progreso se ha visto afectado por la falta de infraestructura adecuada y gestiones. (Méndez, 2020) Los datos demuestran que es necesario mejorar las infraestructuras y realizar gestiones adecuadas para que las comunidades tengan un acceso equitativo y sostenible al recurso.

3.7. TEORÍA DEL SUSTENTO

Previo a la propuesta técnica, es necesario fundamentar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Santa Rosita mediante una teoría de sustento sólida. En esta sección, se abordarán los principios y parámetros establecidos por el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA) que servirán como la base para el desarrollo del proyecto.

3.7.1. NORMAS DE DISEÑO PARA ACUEDUCTOS RURALES (SANAA)

Las normas de diseño para acueductos rurales han sido creadas con el objetivo de unificar y optimizar los estudios y diseños de acueductos rurales realizados por el SANAA. Está orientado tanto a consultores como al personal de diseño, proporcionando las normas y criterios establecidos para llevar a cabo los diseños de manera técnica y económicamente eficiente (SANAA, 2003).

Criterios que Determinan la Factibilidad de un Proyecto

1. La distancia a la fuente seleccionada debe ser evaluada a través de un estudio económico que garantice una relación adecuada entre costos y beneficios, asegurando la viabilidad operativa del proyecto.
2. Calidad del agua
 - 2.1. El agua debe ser clara, sin turbidez, sin malos olores, con baja cantidad de sedimentos y libre de contaminación.
 - 2.2. El propietario del terreno designado para la obra de toma debe otorgar su consentimiento.
 - 2.3. No deben existir viviendas río arriba ni actividades agrícolas significativas en el área seleccionada para la obra de toma.
 - 2.4. El caudal mínimo medido debe ser suficiente para satisfacer las necesidades básicas de la comunidad, y este no debe ser inferior al resultado de la ecuación correspondiente.

$$Q_{min} = 0.025 P_a$$

Ecuación 1 - Caudal mínimo de aforo

Donde:

Q_{min}: Caudal mínimo de aforo

P_a: Población actual

3. El sistema deberá ser por gravedad, lo que implica que el sitio de la obra de toma esté a una altitud moderada por encima de la comunidad.
4. El diámetro de las tuberías no debe exceder las 4", aunque en proyectos de bombeo se podrá utilizar tubería de hasta 6" de diámetro (ya sea de PVC o HG).

Parámetros de Diseño

Periodo de Diseño

Considerando la durabilidad y vida útil de las tuberías, accesorios, materiales de construcción, y el tiempo necesario para el diseño y construcción, se ha establecido un período de diseño de 22 años para todas las partes del sistema, excepto para los equipos de bombeo, los cuales se diseñarán para un período de 10 años. Los sistemas que hayan alcanzado o superado los 22 años y necesiten mejoras en todas sus partes serán considerados como acueductos nuevos (SANAA, 2003).

Índice de Crecimiento

Se utilizará un índice de crecimiento anual del 3%, el cual representa el promedio nacional según datos recopilados por la Dirección General de Censos y Estadísticas. Si la comunidad ha experimentado un desarrollo inusual, este índice podrá ajustarse utilizando censos previos que permitan prever su tendencia futura. En situaciones de asentamientos campesinos y proyectos habitacionales, se considerará la densidad de saturación del proyecto como la población futura.

Cálculo de Población

El diseño de los acueductos debe basarse en la población y el número de viviendas obtenidos del levantamiento topográfico. Si estos números superan los reportados en la última encuesta, que se considera el censo más reciente, se debe evitar que el número de conexiones exceda el de viviendas de la encuesta preliminar. El plano topográfico debe reflejar al menos el número de viviendas de la encuesta básica. En ausencia de una encuesta, se calculará la población actual multiplicando el número de viviendas por 6 habitantes por casa. Para estimar la población futura, se utilizarán principalmente el método aritmético y, con menor frecuencia, el método geométrico, teniendo en cuenta los factores que han condicionado el crecimiento de la comunidad. El método de saturación se aplicará solo si el área beneficiada de la comunidad está claramente definida.

Método Aritmético

El método asume que la población cambia de manera lineal a lo largo del tiempo. Se emplea la fórmula siguiente:

$$P_f = P_o \left(1 + \frac{kt}{100}\right)$$

Ecuación 2 - Cálculo de población de diseño, método aritmético

Donde:

P_f : Población futura

P_o : Población actual

k : Tasa de crecimiento anual

t : Periodo de diseño

Método Geométrico

Este método se recomienda especialmente para poblaciones que superen los 2,000 habitantes. La fórmula que se debe utilizar es:

$$P_f = P_o(1 + r)^t$$

Ecuación 3 - Cálculo de población de diseño, método geométrico

Donde:

P_f : Población futura

P_o : Población actual

r : Tasa de crecimiento anual

t : Periodo de diseño

$$r = \sqrt[\Delta t]{\frac{P(t_2)}{P(t_1)}} - 1$$

Ecuación 4 - Determinación de la tasa de crecimiento anual, método geométrico

Donde:

Δt : Periodo intercensal

$P_{(t_1)}$: Población en el tiempo

$P_{(t_2)}$: Población en el tiempo

Dotaciones

La dotación estándar para poblaciones con menos de 2,000 habitantes será de 25 galones por persona al día.

Coefficiente y Variación de Consumo

En general, tendremos tres tipos de consumo:

- a) Consumo Medio Diario: La demanda promedio necesaria para cubrir las necesidades diarias.
- b) Consumo Máximo Diario: La demanda diaria máxima registrada durante el año.
- c) Consumo Máximo Horario: La demanda máxima por hora en el día de mayor consumo del año.

Línea de Conducción

Es la tubería que transporta el agua desde la obra de toma hasta el tanque. Idealmente, funcionará por gravedad y se diseñará para manejar un caudal mínimo equivalente al consumo máximo diario. Los conductos deben ser cerrados y operarán a presión. Además, contará con las instalaciones necesarias para su protección, como válvulas de limpieza y aire, anclajes y dispositivos rompe carga.

Tipo de Tubería

Se emplearán tuberías diseñadas para resistir cargas externas, impactos y sustancias químicas, y deberán tener una superficie lisa sin protuberancias. Las tuberías más comúnmente utilizadas serán de PVC y HG en todos los diámetros comerciales. La elección del material dependerá de la topografía y el tipo de terreno del área.

En el análisis hidráulico se calcularán las presiones hidrostáticas a lo largo de toda la línea y se representarán mediante líneas de presión (gradiente hidráulico y nivel estático), lo que ayudará a determinar la clase de tubería adecuada y las medidas de protección necesarias. Se evitará en todo momento exceder las presiones de trabajo recomendadas para las tuberías. El diámetro mínimo aceptable para la línea será de 1" Ø para tuberías de HG y hasta ¾" Ø para tuberías de PVC, con una presión de trabajo máxima de 160

lbs/pulg² para PVC y 350 lbs/pulg² para HG. Además del cálculo del gradiente hidráulico de diseño, también se calculará el gradiente hidráulico real para la línea de conducción.

$$hf_{[m]} = 10.67 \times \left(\frac{Q_{[m^3/s]}}{C} \right)^{1.852} \frac{L_{[m]}}{D_{[m]}^{4.87}}$$

Ecuación 5 - Fórmula de Hazen-Williams para el diseño de tuberías

Donde:

hf: Pérdidas por fricción

Q: Caudal en gpm

D: Diámetro en pulgadas

C: Coeficiente de rugosidad el que dependerá del material de la tubería

Tanque de Almacenamiento

La función principal de los tanques de almacenamiento es proporcionar reservas de agua que compensen las fluctuaciones en el consumo diario de la comunidad y cubrir las necesidades cuando se realicen reparaciones en la obra de toma y en la línea de conducción.

Volumen de Almacenamiento

Se ha establecido que, en los sistemas por gravedad, la capacidad del tanque debe representar entre el 30% y el 40% del consumo medio diario. En los sistemas de bombeo, la capacidad del tanque dependerá del tiempo y el período de bombeo; es decir, un mayor tiempo de bombeo requiere una menor capacidad del tanque y viceversa. También habrá variaciones en la capacidad del tanque para el mismo tiempo de bombeo, dependiendo del horario o período seleccionado. En estos sistemas, la capacidad del tanque será entre el 20% y el 50% del "Qmedio".

Fontanería y Detalles del Tanque

La cubierta del tanque deberá ser completamente sellada, hecha de concreto reforzado y equipada con conductos de ventilación adecuados. La entrada de inspección, con

dimensiones de 0.60×0.60 metros, debe contar con una tapa sanitaria para prevenir la contaminación que podría entrar a través de ella.

Se proporcionarán escaleras de acceso, ya sean externas, internas, o una combinación de ambas, según sea necesario. Además, se instalarán tuberías de ventilación, que deben tener un diámetro mínimo de 1" y estar hechas de material HG, en forma de bastón.

La tubería de salida del tanque estará equipada con un pascón para evitar que materiales pesados y de grandes dimensiones entren en los conductos de aducción y la red de distribución, en caso de que accidentalmente hayan ingresado al tanque.

El tanque debe contar con un sistema de medición de niveles que sea visible desde el exterior para facilitar la lectura de los niveles del agua en una escala graduada.

Las aguas de lluvia deben drenarse mediante zanjas de coronación ubicadas a una distancia razonable, determinada por la topografía del terreno.

El piso del tanque tendrá una pendiente del 2% hacia la tubería de limpieza. Las cunetas y taludes se adaptarán al tipo de suelo presente.

Red de Distribución

La red de distribución es el componente del sistema encargado de proporcionar a la población un suministro constante y eficiente de agua, asegurando la cantidad y presión adecuadas a lo largo de todo el período de diseño.

Presiones

La red debe mantener presiones mínimas adecuadas para asegurar que el agua llegue al interior de las viviendas, así como presiones máximas que no causen daño a las conexiones. En este sentido, la presión mínima será de 10 metros y la presión máxima de 60 metros. Esto puede requerir la separación de las redes en alta y baja presión cuando la topografía es irregular, utilizando tanques, tanques rompe cargas o válvulas reductoras de presión. La presión mínima mencionada se refiere a la presión hidrodinámica de 10 metros, mientras que la presión máxima se refiere a la presión hidrostática de 60 metros.

Tipos de redes

Se tendrán en cuenta, principalmente según su configuración, dos tipos de redes: redes abiertas y redes por circuitos cerrados. Se preferirá el diseño de redes con circuitos cerrados, optando por otros tipos solo en circunstancias excepcionales.

Diámetro

Estos serán definidos en función de las velocidades económicas y las presiones estimadas dentro de la red, que deberán mantenerse dentro de los límites previamente establecidos.

Diámetro		Velocidad Máxima (m/seg)	Caudal Máximo (gpm)
mm	pulgadas		
25	1	0.60	4.67
50	2	0.60	18.68
75	3	0.70	49.02
100	4	0.75	93.38
150	6	0.80	224.10
200	8	0.90	448.21
250	10	1.00	778.14
300	12	1.10	1,232.57

Ilustración 4 - Velocidades y caudales máximos por diámetro en la red de distribución

Fuente: (SANAA, 2003)

Tuberías y Accesorios

La tubería que se empleará será de hierro galvanizado, PVC o una combinación de ambas, conforme a las normativas SCH-40 y SDR, respectivamente. Los accesorios deberán ser del tipo adecuado para la tubería utilizada. La elección del tipo y clase de tubería se basará en el tipo de suelo del área del proyecto y en la presión de trabajo.

IV. METODOLOGÍA

En este capítulo se describe la metodología empleada para el desarrollo del proyecto en la comunidad de Santa Rosita. Se presenta el enfoque utilizado, seguido de la explicación de las variables clave en relación con los objetivos y la problemática identificada. Se expone el análisis de las técnicas e instrumentos aplicados para la recopilación de datos. Por último, se detallan las actividades realizadas durante cada etapa del proyecto.

4.1. ENFOQUE

El proyecto titulado "REDISENO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS" se centra en un enfoque cuantitativo, su fundamento se encuentra en la recolección de datos y mediciones numéricas precisas. Una investigación cuantitativa es caracterizada por su enfoque en la recolección de datos numéricos, este enfoque busca examinar una realidad objetiva a través de mediciones numéricas y análisis estadísticos. El objetivo de estas investigaciones son identificar distintas predicciones y patrones de comportamiento con el fenómeno o problema que se está estudiando. En este enfoque es necesario la recopilación de datos para validar las hipótesis que se formulan antes de iniciar con un proceso metodológico. La investigación cuantitativa está enfocada en la objetividad y precisión, busca controlar y predecir fenómenos con bases de datos estadísticos concretos (Sampieri 2016).

En la ejecución del proyecto se demanda un grado de detalle excepcional al explicar los procedimientos aplicados y de igual forma detallar los instrumentos que se utilizaron en cada etapa del proceso para el diseño de la línea de conducción y red de distribución de agua potable en la comunidad de Santa Rosita. Cada proceso del proyecto debe ser meticulosamente documentada para garantizar la transparencia y asegurar que los pasos puedan ser revisados y comprendidos de la mejor manera por otros profesionales. Una documentación minuciosa refuerza la validez del proyecto y permite que futuros proyectos puedan beneficiarse de los métodos desarrollados.

Este enfoque teórico, sustentado aporta solidez a la investigación y permite tomar decisiones basadas en datos precisos. El proyecto adopta una perspectiva cuantitativa

para así asegurar la eficiencia y efectividad en los diseños de la línea de conducción y red de distribución de agua potable en la comunidad de Santa Rosita, San Antonio de Cortés.

4.2. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se detallarán las variables de investigación, basadas en la formulación de la tabla de paralización de variables. En la tabla se puede observar un resumen de los objetivos y las preguntas formuladas del proyecto, junto con las variables utilizadas. Asimismo, se presentará un diagrama visual de las variables y sus dimensiones.

Tabla 1 - Variables de Operacionalización

TÍTULO	Rediseño de Sistema de Agua Potable en la Comunidad de Santa Rosita, San Antonio de Cortés				
Problema	Objetivo General	Preguntas de Investigación	Objetivos Específicos	Variables Independientes	Variable Dependiente
"La comunidad de Santa Rosita ubicada en el municipio de San Antonio no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable	Elaborar una propuesta de diseño para la línea de conducción y red de distribución de agua potable, además de realizar	1) ¿Cuáles son las características topográficas del terreno en la comunidad de Santa Rosita para el diseño y funcionamiento de la nueva línea de conducción y la red de distribución de agua potable?	1) Determinar las características topográficas del terreno estableciendo elevaciones máximas y mínimas.	Topografía	Diseño de línea de conducción, red de distribución y análisis superficial de tanque de almacenamiento.

<p>adecuado para satisfacer a las personas, debido a su ineficiente línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución.”</p>	<p>un análisis superficial del tanque de almacenamiento mediante las normas del SANAA para la comunidad de Santa Rosita, San Antonio de Cortés.</p>	<p>2) ¿Cuál es la condición física del tanque de almacenamiento de agua potable de la comunidad de Santa Rosita?</p>	<p>2) Determinar las condiciones físicas y capacidad del tanque de almacenamiento que cumpla adecuadamente con la demanda de la comunidad.</p>	<p>Estado físico del tanque</p>
		<p>3) ¿Qué características técnicas deben considerarse según los resultados en el diseño de la nueva línea de conducción y red de distribución de agua potable para asegurar un suministro equitativo teniendo en cuenta el crecimiento proyectado de la comunidad?</p>	<p>3) Definir tipo, diámetro y accesorios de tubería que sean óptimos para la línea de conducción y la red de distribución de agua potable.</p>	<p>Tipo y diámetro de tubería</p>
		<p>4) ¿Cuál es el costo estimado para todo el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable que incluye materiales, mano de obra, herramienta y equipo?</p>	<p>4) Elaborar presupuesto aproximado del proyecto que incluya materiales, mano de obra y herramientas y equipo.</p>	<p>Presupuesto del proyecto</p>

Fuente: (Propia, 2024)

4.2.1. DIAGRAMA DE VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN

Al profundizar en la descripción de la variable dependiente y las independientes, se identifican las dimensiones correspondientes a cada variable independiente. Estas dimensiones son necesarias para evaluar las variables de investigación, cada variable independiente se vincula con una o distintas dimensiones específicas.

El diagrama a continuación muestra las dimensiones de las variables independientes:

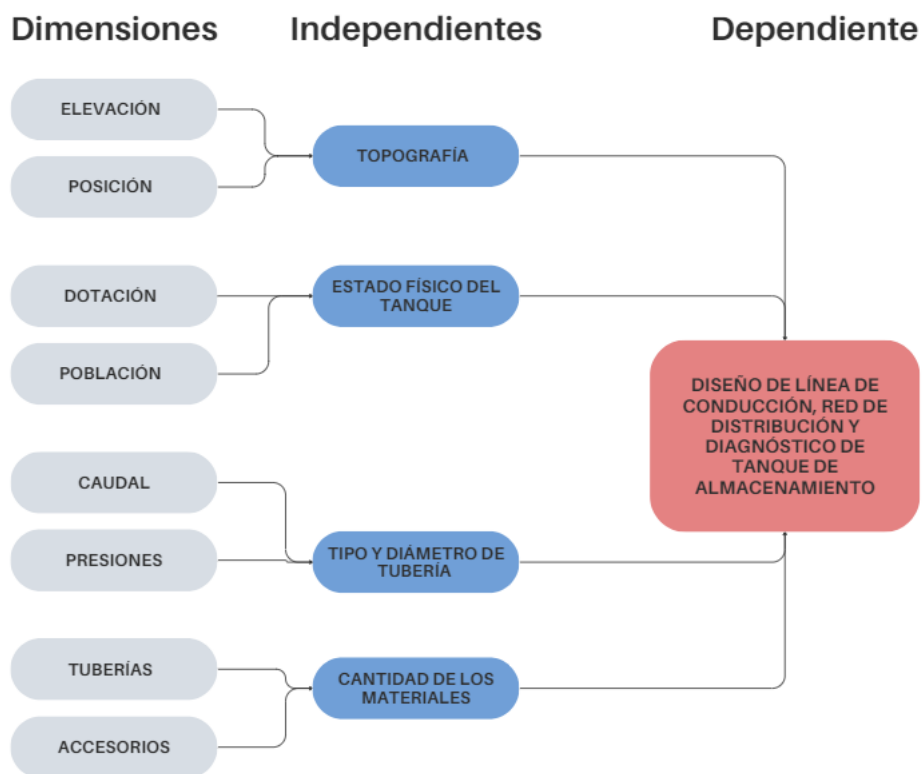


Ilustración 5 - Diagrama de Variables de Operacionalización

Fuente: (Propia, 2024)

4.2.2. TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN

A continuación, se presenta la tabla de operacionalización de variables, donde se desglosan las variables independientes, acompañadas de su definición conceptual, dimensiones, indicadores y las escalas empleadas para su medición precisa.

Tabla 2 - Variables Independientes

Variable Independiente	Definición		Dimensiones	Indicadores	ÍTEM	ESCALAS
	Conceptual	Operacional				
Topografía	Conjunto de características o particularidades que presenta un terreno en su configuración superficial.	Se utiliza para determinar las características del terreno.	Elevaciones Posición	Terreno Puntos	¿Cuál es la elevación del punto más alto y bajo? ¿Qué características tiene el terreno?	Msnm Pendientes

Estado físico del tanque	Conjunto de características que determinan la condición general del tanque.	Se utiliza para evaluar las condiciones del tanque mediante inspecciones.	Dotación Población	Integridad Capacidad	¿Qué demanda de agua necesita la comunidad? ¿Cuánto consume la población?	Porcentaje Litros
Tipo y diámetro de tuberías	Que material y el tamaño estándar para las tuberías de presión.	Por medio de cálculos se encontrarán las presiones para determinar los diámetros y accesorios para la tubería.	Caudal	Flujo	¿A que altura está el tanque y la obra toma?	l/s

Cantidad de materiales	Elementos que trabajan en conjunto para realizar un trabajo.	Se determinará el costo total del proyecto.	Tubería Terreno	Disponibilidad Costo	¿Cuál es la longitud de la línea de conducción y red de distribución? ¿Qué características se necesitan para determinar los accesorios?	Dinero
------------------------	--	---	------------------------	-----------------------------	--	--------

Fuente: (Propia, 2024)

4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

En esta sección, se abordarán las técnicas e instrumentos aplicado durante el desarrollo de nuestro proyecto. Cada herramienta y metodología contribuyo al éxito del proyecto. A través de la siguiente tabla (Tabla 3) se presentará los instrumentos utilizados para el rediseño del sistema de agua potable en la comunidad de Santa Rosita en el municipio de San Antonio de Cortés.

4.3.1. TÉCNICAS

Se emplearon diversas técnicas a lo largo del desarrollo del proyecto en la comunidad de Santa Rosita. En primer lugar, se llevó a cabo una reunión inicial con el presidente de la junta comunitaria y los representantes locales, quienes detallaron los problemas relacionados con el suministro de agua en la comunidad, permitiendo comprender el contexto y las necesidades específicas de la población. Todos los datos proporcionados fueron documentados desde el inicio del proyecto para asegurar la precisión.

Se realizó un levantamiento topográfico de la zona utilizando equipo especializado, como se detalla en la tabla correspondiente, para obtener datos sobre la topografía del terreno. Este proceso fue fundamental para identificar las elevaciones en el área de estudio, que influyen directamente en el diseño del sistema de agua potable. Los datos recopilados se integraron en el software AutoCAD Civil 3D para generar un modelo del terreno.

Adicionalmente, se contó con asesorías técnicas de un experto en ingeniería hidráulica, quien aportó conocimientos valiosos para mejorar la calidad del diseño. Por último, se consultaron normativas nacionales sobre el abastecimiento de agua potable, incluyendo el SANAA con el fin de garantizar que el proyecto cumpliera con los estándares requeridos. Se utilizó el gestor bibliográfico Zotero para organizar las fuentes y aplicar correctamente el formato APA en las referencias.

4.3.2. INSTRUMENTOS

A continuación, se presentan los instrumentos utilizados en el proyecto: una estación total para medir distancias y ángulos con precisión, y un GPS para obtener coordenadas exactas. Estos fueron fundamentales en la fase de levantamiento topográfico y georreferenciación, asegurando la precisión en la ubicación de los puntos clave.

Tabla 3 - Instrumentos Para Levantamiento Topográfico, Cálculos y Redacción

Herramienta	Definición	Uso	Limitantes
GPS RTK HiPer VR TopCon	El GPS RTK HiPer VR de TopCon es un dispositivo compacto y robusto que utiliza tecnología GNSS avanzada para rastrear múltiples constelaciones de satélites (<i>HiPer VR - Receptor GNSS versátil de alta tecnología Topcon Positioning, s. f.</i>)	Se usó para realizar el levantamiento topográfico preciso de la línea de conducción durante el proyecto.	No se podía utilizar en todo el levantamiento la línea de conducción debido a la gran cantidad de árboles que bloqueaban su señal
Estación Total Trimble modelo C5	Es un instrumento de largo alcance. Su tecnología permite un enfoque rápido y preciso, optimizando la captura de datos y aumentando la eficiencia en trabajos de topografía (<i>Trimble C5 5" - Estación Total - Geocom, s. f.</i>)	Se usó para realizar el levantamiento topográfico preciso de la línea de conducción y red de distribución durante el proyecto.	Su precisión es menor a la del GPS y el proceso para realizar un levantamiento topográfico es más lento.
Trípode	Armazón de tres pies, para sostener instrumentos geodésicos, fotográficos, etc. (<i>ASALE & RAE, s. f.</i>)	Se usó como soporte para los instrumentos de medición.	No es del todo óptimo para terrenos irregulares debido a su vibración y poca altura

Bastón	Es un instrumento topográfico robusto que ayuda a medir con precisión la distancia (<i>Bastón Topográfico De Fibra De Carbono Métrico Para REACH RS+ REACH RS2 - Max3Design, 2020</i>).	Se usó como soporte para el prisma.	Dificultad al momento de mantener nivelado el bastón por el terreno irregular cuando no se cuenta con un bípode
Prisma	Es un instrumento de medición conformado por un conjunto de cristales, quienes tienen la función de proyectar una señal EMD, desde una estación total o teodolito electrónico (Villner, 2024).	Se usó para proyectar una señal EMD desde la estación total.	Sensibilidad a la lluvia y humedad que hacen menos visible al prisma y es limitante en su altura.
Microsoft Word	Es la aplicación estándar en el tratamiento de datos textuales. Aunque se trata de un procesador de textos, también permite añadir otros elementos u objetos en los documentos como, por ejemplo, imágenes, formas, gráficos, etc. (Varela, 2012)	Se utilizó para realizar el informe y los distintos documentos.	Limitación en el editor de ecuaciones y dificultad de manejo de formato adecuado en documentos muy extensos.
Microsoft Excel	Microsoft Excel es un programa de hojas de cálculo que permite almacenar, organizar y analizar información. (Wilson, 2014)	Fue utilizado para realizar cálculos.	Propenso a errores en cálculos muy extensos.
Microsoft Powerpoint	PowerPoint fue desarrollada para operadores cuya experiencia en el manejo de programas informáticos	Se uso para realizar la presentación.	

	<p>es limitada. Este recurso digital</p> <p>fue calificado como un buen complemento de otros materiales didácticos. (Carranza & Celaya, 2014)</p>		
AutoCad	<p>Lanzado por primera vez en 1982 con el nombre de MicroCAD, AutoCAD se convirtió en una potente herramienta de dibujo y diseño.(Sutphin, 2006)</p>	<p>Fue utilizado para realizar los planos.</p>	<p>Limitación para análisis hidráulicos y modelado del terreno.</p>
Civil 3D	<p>un software de diseño civil para la creación de proyectos de infraestructura como carreteras, puentes y redes de agua potable y alcantarillado.(Gonzalez Puentes, 2024)</p>	<p>Fue utilizado para realizar los planos</p>	<p>Bajo rendimiento en tiempos de carga con archivos muy pesados y con datos topográficos.</p>
Epanet	<p>Es un programa orientado al análisis del comportamiento de los sistemas de distribución de agua y el seguimiento de la calidad del agua en los mismos. (Rossman, 2001)</p>	<p>Se utilizó para modelar la red de distribución.</p>	<p>Una interfaz gráfica muy limitada y una visualización grafica.</p>

Fuente: (Propia, 2024)

4.4. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

A continuación, se presenta la metodología para el diseño de un sistema de agua potable, basada en un enfoque cuantitativo y transversal, que analiza caudales, presiones y pérdidas de carga, apoyándose en modelación computacional y levantamiento topográfico.

4.4.1. TIPO DE DISEÑO

En este apartado, se describe la metodología de estudio empleada para el desarrollo del diseño de un sistema de agua potable, enfocado en la línea de conducción y la red de distribución. El objetivo principal es garantizar un suministro eficiente y equitativo del recurso hídrico en la zona de estudio, mediante un enfoque cuantitativo que permita analizar y optimizar los diferentes componentes del sistema.

Este diseño se categoriza como transversal, ya que la recopilación de datos se lleva a cabo en un solo momento específico, permitiendo un análisis preciso y enfocado en las condiciones presentes. El enfoque cuantitativo se fundamenta en la medición rigurosa y la evaluación de variables críticas, tales como caudales, presiones y pérdidas de carga, entre otros, proporcionando una base sólida para el análisis y la optimización del sistema.

El estudio se orienta a caracterizar de manera técnica y precisa las propiedades, características y parámetros que definen los elementos hidráulicos y estructurales del sistema de agua potable. La metodología incorpora un análisis de las condiciones topográficas, las demandas hídricas de la población y las presiones requeridas en la red, mediante técnicas avanzadas como la modelación computacional y el levantamiento topográfico de alta precisión.

Además, para identificar soluciones óptimas nos guiamos de sistemas similares, tomando en consideración la normativa vigente del SANAA (Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados) para asegurar que el diseño cumpla con los estándares y regulaciones nacionales. Esto, complementado con el uso de software de simulación hidráulica, permite prever el comportamiento del flujo de agua en diversas condiciones operativas, optimizando el diseño para minimizar pérdidas, maximizar la eficiencia energética y asegurar un servicio continuo y de calidad para los usuarios finales.

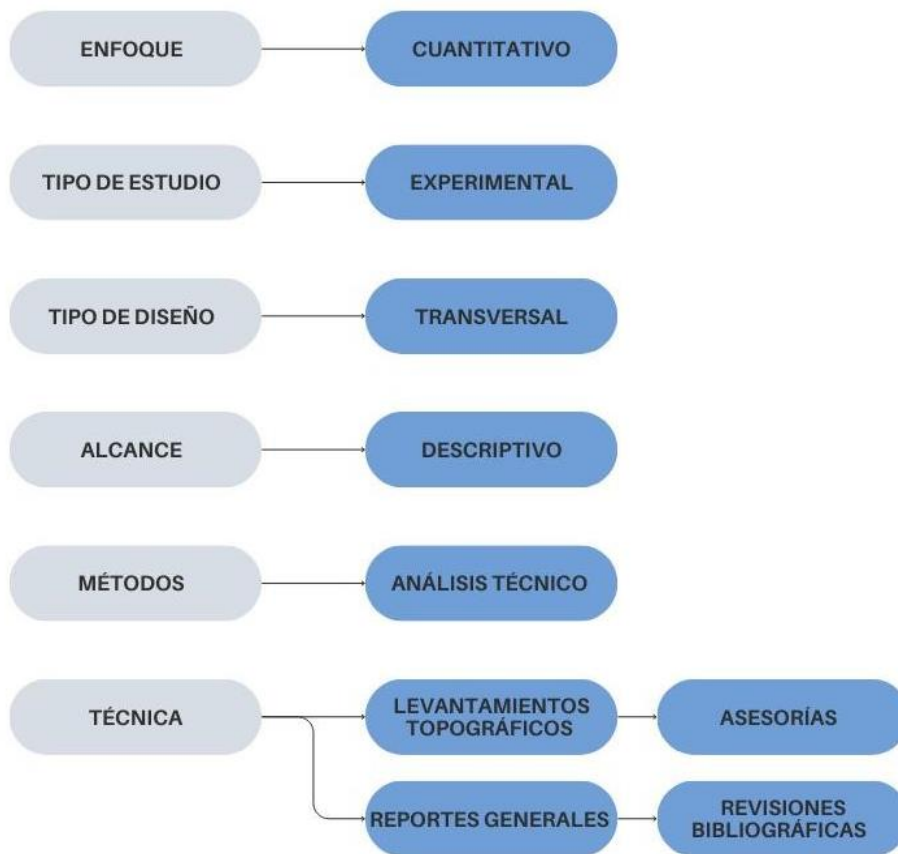


Ilustración 6 - Diagrama de metodología de estudio

Fuente: (Propia, 2024)

4.5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El siguiente cronograma detalla las actividades realizadas en cada etapa del proyecto. Desde el inicio del proceso, hemos trabajado de la mano con la junta de agua de la comunidad. Cada actividad realizada, desde las visitas de reconocimiento hasta los levantamientos topográficos y la elaboración de planos, ha sido previamente planificada.

Semana 1:

Fecha: 19 de julio, 2024

Actividad: Se llevó a cabo una visita de reconocimiento de la zona. Durante esta visita, nos presentamos formalmente con la junta de agua de la comunidad para establecer un contacto directo y entender las necesidades y expectativas del proyecto.

Semana 2:

Fecha: 26 de julio, 2024

Actividad: Realizamos el primer levantamiento topográfico de la línea de conducción. Este levantamiento inicial nos permitió obtener datos fundamentales sobre las características del terreno y posibles desafíos técnicos para el diseño.

Semana 3:

Fecha: 2 de agosto, 2024

Actividad: Se realizó el segundo levantamiento topográfico de la línea de conducción. Paralelamente, iniciamos el levantamiento topográfico de la red de distribución. Estos trabajos continuaron el análisis detallado del terreno y la recolección de datos necesarios para el diseño de ambas infraestructuras.

Semana 4:

Fecha: 9 de agosto, 2024

Actividad: Continuamos con el levantamiento topográfico tanto de la línea de conducción como de la red de distribución. Este proceso es clave para asegurar que todos los datos topográficos sean precisos y completos antes de pasar a la siguiente fase del proyecto.

Semana 5:

Fecha: 16 de agosto, 2024

Actividad: Se completó el levantamiento topográfico de la línea de conducción y la red de distribución. Con esta actividad, concluimos la recolección de datos en campo, lo que nos permite avanzar a la etapa de análisis y diseño técnico del sistema de agua potable.

Semana 6:

Fecha: 23 de agosto, 2024

Actividad: Se llevó a cabo un análisis de los datos topográficos recopilados, proponiendo soluciones preliminares para el diseño de la línea de conducción y la red de distribución.

Semana 7:

Fecha: 30 de agosto de 2024

Comenzamos la elaboración de los planos preliminares para la línea de conducción y la red de distribución.

Semana 8:

Fecha: 6 de septiembre de 2024

Se realizó una revisión interna de los planos preliminares y se prepararon las correcciones necesarias.

Semana 9:

Fecha: 13 de septiembre de 2024

Se finalizó la elaboración de los planos definitivos de la línea de conducción y la red de distribución.

Semana 10:

Fecha: 20 de septiembre de 2024

Entrega final.

Este cronograma refleja el progreso ordenado y planificado del proyecto, destacando las fechas clave y las actividades realizadas en cada semana, lo que garantiza un desarrollo eficiente del mismo.

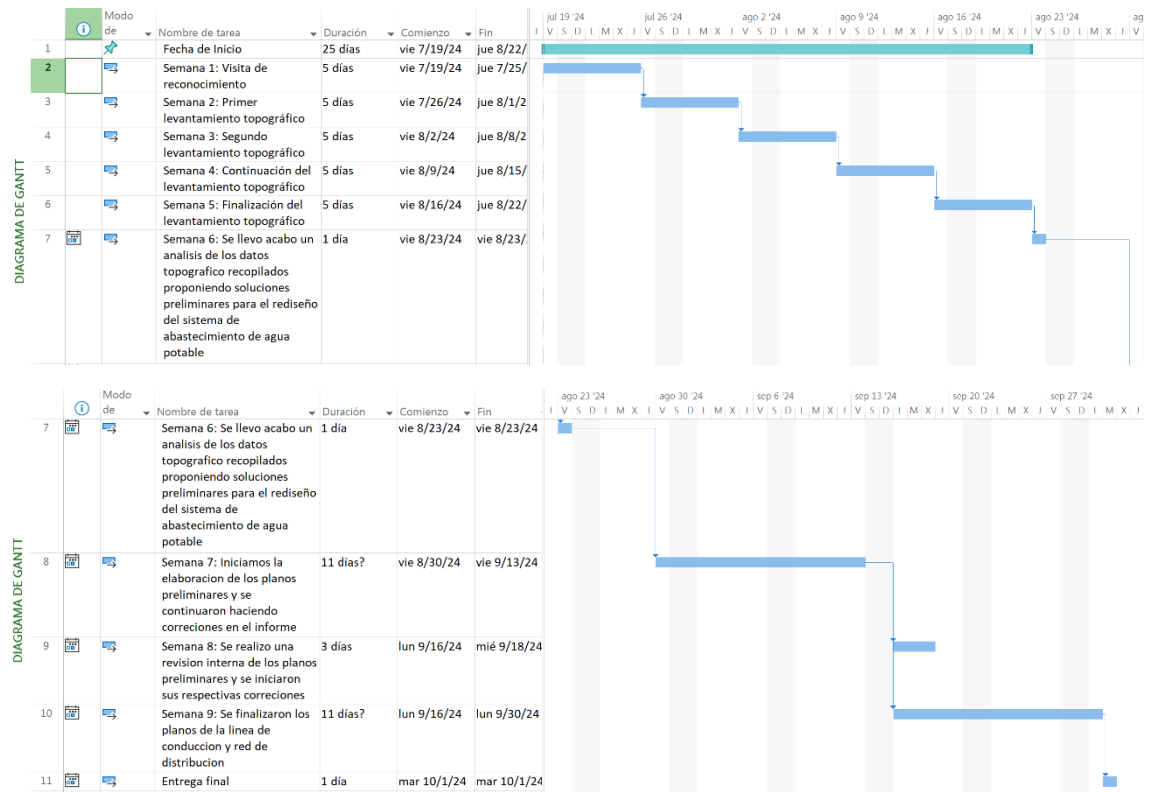


Ilustración 7 - Cronograma de Actividades en MS Project

Fuente: (Propia, 2024).

V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En el siguiente capítulo, se presentarán los análisis y resultados obtenidos a partir del estudio realizado en la comunidad de Santa Rosita, enfocado en el diseño de la línea de conducción y red de distribución y un análisis superficial del tanque de almacenamiento actual de agua potable. Se analizarán los datos recopilados durante el proceso de análisis superficial del tanque de almacenamiento, se expondrán los cálculos que respaldan la viabilidad del diseño propuesto de la línea de conducción, además de los resultados generados por el software EPANET, que permitió modelar la red de distribución y evaluar su eficiencia. Este análisis culminará con la presentación de planos.

5.1. INFORMACIÓN DEL SITIO

La comunidad de Santa Rosita se encuentra ubicada en el municipio de San Antonio de Cortés, un área rural que enfrenta desafíos con su sistema de agua potable. La línea de conducción que abastece a la comunidad se extiende alrededor de 3.847 kilómetros, y la red de distribución se encarga de llevar el agua a aproximadamente 96 viviendas, las cuales dependen de esta infraestructura para su suministro diario. Sin embargo, el sistema presenta múltiples deficiencias: el tanque de almacenamiento no se encuentra en óptimo estado, lo que compromete la calidad y la cantidad del agua disponible. Además, la comunidad cuenta con una obra de toma compartida con un proyecto privado, lo que genera dificultades adicionales en la gestión del recurso hídrico. La red de distribución incluye un rompe cargas, pero carece de un sistema de saneamiento adecuado.



Ilustración 8 - Ubicación de la Comunidad de Santa Rosita, San Antonio de Cortés

Fuente: (Google Earth, 2024)

5.2. PARÁMETROS NORMATIVOS DE DISEÑO

En el diseño del sistema de agua potable, es importante definir los parámetros técnicos que aseguren su eficiencia. Estos parámetros han sido establecidos conforme a las normativas del SANAA, con el objetivo de garantizar que el sistema se ajuste a las condiciones específicas de la comunidad de Santa Rosita, tanto en términos de demanda actual como futura.

El período de diseño recomendado para todas las partes de un sistema de agua potable destinado a áreas rurales es de veintidós (22) años. Este criterio establece la vida útil estimada del sistema.

Para la planificación del sistema, se ha adoptado una tasa de crecimiento poblacional anual del 3%, basada en el promedio nacional reportado por la Dirección General de Censos y Estadísticas. Esta tasa permite proyectar de manera adecuada la evolución de la demanda de agua potable durante el período de diseño.

En ausencia de un censo o encuesta específica, la población actual puede calcularse según el SANAA utilizando un estimado de seis (6) habitantes por vivienda. En base a esta

metodología y considerando que el área de estudio cuenta con un total de noventa y seis (96) viviendas, se estima una población actual de quinientos setenta y seis (576) habitantes.

Para poblaciones menores de dos mil (2000) habitantes se establece una dotación de veinticinco (25) galones por persona por día, lo que equivale a noventa y cinco (95) litros por persona por día.

El cálculo de población futura se realiza utilizando la ecuación 2, aplicando el método aritmético

$$Pf = 576 * \left(1 + \frac{3\% \times 22}{100}\right) = 956.16 = 957 \text{ habitantes}$$

El consumo medio diario, consumo máximo diario y consumo máximo horario se determinó a partir de los parámetros establecidos.

$$Qp = \left(\frac{957 \times 95}{86400}\right) = 1.05 \text{ litros sobre segundo}$$

$$Qmd = 1.5 \times 1.05 \text{ litros sobre segundo}$$

$$Qmh = 1.05 \times 2.25 = 2.37 \text{ l/s}$$

5.3. LÍNEA DE CONDUCCIÓN

La línea de conducción es el tramo de tubería que transporta agua desde la captación hasta la planta potabilizadora o el tanque de regularización, según la configuración del sistema de agua potable. Este tramo debe, en lo posible, seguir el perfil del terreno y estar ubicado de forma que facilite su inspección (Barrera, 2011).

En la Tabla 8 se presentan las elevaciones máximas y mínimas de la línea de conducción, destacando que la elevación máxima corresponde a la obra de captación, mientras que la elevación mínima se encuentra en el punto de llegada al tanque de almacenamiento.

Tabla 4 - Elevaciones máximas y mínimas línea de conducción

Punto	Este	Norte	Elevación
Elev. máxima	392015.7910m	1672189.5290m	414.228 m
Elev. mínima	394762.6820m	1670856.2500m	221.87 m

Fuente: (Propia, 2024)

A continuación, se detallan las coordenadas y elevaciones de la línea de conducción (Ver Tabla 5).

Tabla 5 - Coordenadas y elevaciones de línea de conducción

D	Estación	Norte	Este	Elevación
P-1	0+000	1626962.98	394530.09	414.23
P-2	0+160.34	1627029.07	394676.18	387.31
P-3	0+214.55	1627051.2	394725.67	380.9
P-4	0+234.79	1627064.91	394740.55	377.06
P-5	0+262.28	1627073.6	394766.63	372.16
P-6	0+285.27	1627072.78	394789.61	369.1
P-7	0+332.83	1627118.27	394803.47	363.12
P-8	0+358.80	1627134.15	394824.02	360.89
P-9	0+478.72	1627154.96	394942.12	374.77
P-10	0+520.12	1627165.42	394982.17	380.98
P-11	0+676.56	1627172.43	395138.46	388.57
P-12	0+709.26	1627191.99	395164.67	385.02
P-13	0+762.98	1627190.83	395218.37	387.5
P-14	0+837.11	1627232.25	395279.85	390.07
P-15	0+948.25	1627254.26	395388.79	394.76
P-16	1+134.86	1627162.27	395551.15	386.2
P-17	1+262.48	1627059.57	395626.92	379.49
P-18	1+390.98	162694.21	395713.05	370.27
P-19	1+426.33	1626929.14	395708.61	363.04

P-20	1+448.80	1626908.91	395718.4	352.23
P-21	1+470.71	1626888.1	395725.24	350.89
P-22	1+526.36	1626832.47	395723.58	347.99
P-23	1+555.22	1626894.89	395715.11	348.98
P-24	1+608.00	1626772.51	395707.71	356.49
P-25	1+629.85	1626753.01	395697.85	354.02
P-26	1+677.24	1626706.69	395687.81	344.93
P-27	1+751.95	1626635.57	395664.96	341.64
P-28	1+791.28	1626600.12	395647.92	349.59
P-29	1+839.77	1626551.65	395646.67	353.46
P-30	1+965.41	1626443.34	395710.35	363.56
P-31	2+015.18	1626412.43	395749.36	357.23
P-32	2+141.24	1626362.52	395865.11	318.99
P-33	2+237.41	1626248.96	395942.15	346.02
P-34	2+319.46	1626269.52	396016.16	322.6
P-35	2+387.35	1626248.96	396080.86	304.27
P-36	2+446.20	1626241.32	396139.22	299.22
P-37	2+527.79	1626202.59	396211.02	294.41
P-38	2+574.26	1626164.59	396237.78	287.09
P-39	2+626.20	1626121.52	396266.8	278.38
P-40	2+682.57	1626087.81	396311.97	270.47
P-41	2+748.17	1626043.58	396360.43	261.91
P-42	2+795.44	1626002.57	396383.94	262.25
P-43	2+914.82	1625924.99	396474.66	257.84

P-44	2+956.96	1625919.19	396516.41	255.68
P-45	3+038.95	1625876.24	396586.25	251.73
P-46	3+137.67	1625868.18	396684.63	248.73
P-47	3+155.83	1625886.29	396686.09	258.92
P-48	3+278.63	1625844.91	396801.7	258.36
P-49	3+435.44	1625752.03	396928.04	244.23
P-50	3+558.92	1625660.54	397010.97	257.98
P-51	3+644.97	1625619.39	397086.55	250.52
P-52	3+687.45	1625636.18	397125.56	242.7
P-53	3+712.86	162538.62	397150.85	238.71
P-54	3+781.06	1625624.83	397217.64	234.29
P-55	3+820.47	1625620.16	397256.78	228.57
P-56	3+842.81	1625629.7	397276.98	221.87

Fuente: (Propia, 2024)

A continuación, se presenta un cuadro con los diámetros seleccionados para el diseño de la red de distribución, en conformidad con las normativas del SANAA.

Diámetro Nominal	Diámetro Real
1/2"	0.622
3/4"	0.824
1"	1.048
1 1/2"	1.611
2"	2
3"	3
4"	4

Ilustración 9 Diámetros de usar en la fórmula de Hazen-Williams

Fuente: (SAANA, 2024)

En el diseño de la línea de conducción se realizarán una serie de cálculos siguiendo el método de Hazen-Williams. Estos cálculos incluirán la determinación de los diámetros máximo y mínimo de la tubería, el trazado de la línea de conducción, la obtención de cotas y longitudes planimétricas, y el cálculo de presiones a lo largo del sistema.

5.3.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

$$Pf = 576 * \left(1 + \frac{3\% * 22}{100}\right) = 956.16 = 957 \text{ habitantes.}$$

$$Qp = \left(\frac{957 * 95}{86400}\right) = 1.05 \text{ litros sobre segundo.}$$

$$Qmd = 1.5 * 1.05 = 1.575 \text{ litros sobre segundo.}$$

Presión de Trabajo Máxima: 112.49 Metros Columna de Agua.

Velocidad Mínima: 0.60 metros sobre segundos

Velocidad Máxima: 2.00 metros sobre segundos

5.3.2. CÁLCULO DE LOS DIÁMETROS MÁXIMO Y MÍNIMO DE LA TUBERÍA

A. Diámetro Máximo

$$Qp = \left(\frac{1.05}{1000}\right) = 0.00105 \text{ metros cúbicos sobre segundos}$$

$$Vmin = 0.6 \text{ metros sobre segundos.}$$

$$Dmax = \left(\frac{(4 * 0.00105)}{(\pi * 0.6)}\right)^{0.5} = 0.047 \text{ metros} \cong 2 \text{ pulgadas}$$

B. Diámetro Mínimo

$$Qp = 0.00105 \text{ metros cúbicos sobre segundos.}$$

$$Vmax = 2 \text{ metros sobre segundos.}$$

$$Dmin = \left(\frac{(4 * 0.00105)}{(\pi * 2)}\right)^{0.5} = 0.026 \text{ metros} \cong 1 \text{ pulgada}$$

No. De Tramos: 2 tramos.

Captación ubicada en la cota 414.23 msnm

CRP No.1 ubicada en la cota 314.286 msnm, entre tramo 1 y 2

Tanque ubicado en la cota 221.87 msnm

Longitud de tramos:

Tramo 1: 2340 metros.

Tramo 2: 1507 metros.

5.3.3. CÁLCULO DE PRESIONES

Tramo 1: Captación – CRP No.1

Qmd: 1.58 litros sobre segundo

Desnivel del terreno:

Ci: 414.23 metros sobre el nivel del mar.

Cf: 314.286 metros sobre el nivel del mar.

$$Dt = 414.23 - 314.286 = 99.944 \text{ metros columna de agua.}$$

Hf disponible:

Dt: 99.944 metros columna de agua.

Longitud: 2340 metros.

$$Hf \text{ disponible} = \frac{99.944}{2340} = 0.04 \text{ m/m.}$$

Diámetro (D):

Qmd: 1.58 litros sobre segundo.

Hf disponible: 0.04 m/m

$$Diametro (D) = \frac{0.71 * 1.58^{0.38}}{0.04^{0.21}} = 1.64 \text{ pulgadas} \cong 2 \text{ pulgadas.}$$

Velocidad de flujo (V):

Qmd: 1.58 litros sobre segundo

D: 2 pulgadas.

$$Diametro (D) = \frac{1.9735 * 1.58}{2^2} = 0.78 \text{ metros sobre segundo.}$$

Hf unitario:

Qmd: 1.58 litros sobre segundo

D: 2 pulgadas.

$$Hf \text{ unitario: } \frac{1.58}{2.492 * 2^{2.63}} = 0.015 \text{ m/m.}$$

Hf tramo:

Longitud: 2340 metros.

Hf unitario: 0.015 m/m.

$$Hf \text{ tramo} = 2340 * 0.015 = 34.49 \text{ m/m.}$$

Cota piezométrica (Cp):

Ci: 414.23 metros sobre el nivel del mar.

Hf tramo: 34.49 m/m

$$Cp = 414.23 - 34.49 = 379.74 \text{ metros sobre el nivel del mar.}$$

Presión (P):

Cp: 379.74 metros sobre el nivel del mar.

Cf: 314.286 metros sobre el nivel del mar.

$$P = 379.74 - 314.286 = 65.46 \text{ metros columna de agua.}$$

Tramo 2: CRP No.1 - Tanque

Qmd: 1.58 litros sobre segundo.

Desnivel del terreno:

Ci: 314.286 metros sobre el nivel del mar.

Cf: 221.87 metros sobre el nivel del mar.

$$Dt = 314.286 - 221.87 = 92.416 \text{ metros columna de agua.}$$

Hf disponible:

Dt: 92.416 metros columna de agua.

Longitud: 1507 metros.

$$Hf \text{ disponible} = \frac{92.416}{1057} = 0.06 \text{ m/m.}$$

Diámetro (D):

Qmd: 1.58 litros sobre segundo.

Hf disponible: 0.06 m/m

$$Diametro (D) = \frac{0.71 * 1.58^{0.38}}{0.06^{0.21}} = 1.52 \text{ pulgadas} \cong 2 \text{ pulgadas.}$$

Velocidad de flujo (V):

Qmd: 1.58 litros sobre segundo

D: 2 pulgadas.

$$Diametro (D) = \frac{1.9735 * 1.58}{2^2} = 0.78 \text{ metros sobre segundo.}$$

Hf unitario:

Qmd: 1.58 litros sobre segundo

D: 2 pulgadas.

$$Hf \text{ unitario: } \frac{1.58}{2.492 * 2^{2.63}} = 0.015 \text{ m/m.}$$

Hf tramo:

Longitud: 1507 metros.

Hf unitario: 0.015 m/m.

$$Hf \text{ tramo} = 1507 * 0.015 = 22.21 \text{ m/m.}$$

Cota piezométrica (Cp):

Ci: 314.286 metros sobre el nivel del mar.

Hf tramo: 22.21 m/m

$$Cp = 314.286 - 22.21 = 292.08 \text{ metros sobre el nivel del mar.}$$

Presión (P):

Cp: 292.08 metros sobre el nivel del mar.

Cf: 221.87 metros sobre el nivel del mar.

$$P = 292.08 - 221.87 = 70.21 \text{ metros columna de agua.}$$

La ilustración 10 muestra un resumen de los cálculos hidráulicos para los dos tramos de la línea de conducción, indicando parámetros como desnivel, diámetro, velocidad de flujo, pérdidas de carga, cota piezométrica y presión.

Concepto	Tramo 1 Captación – CRP No1	Tramo 2 CRP No1 - Tanque
<i>Desnivel del terreno</i>	<i>99.94 mca</i>	<i>92.416 mca</i>
<i>hf disponible</i>	<i>0.04 m/m</i>	<i>0.06 m/m</i>
<i>Diámetro</i>	<i>2 Pulg</i>	<i>2 Pulg</i>
<i>Velocidad del flujo</i>	<i>0.78 m/s</i>	<i>0.78 m/s</i>
<i>hf unitario</i>	<i>0.015 m/m</i>	<i>0.015 m/m</i>
<i>hf tramo</i>	<i>34.49 m/m</i>	<i>22.21 m/m</i>
<i>Cota piezométrica</i>	<i>379.74 msnm</i>	<i>292.08 msnm</i>
<i>Presión</i>	<i>65.46 mca</i>	<i>70.21 mca</i>

Ilustración 10 - Resumen de Cálculos Hidráulicos para la Línea de Conducción

Fuente: (Propia, 2024)

5.4. ANÁLISIS SUPERFICIAL DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO ACTUAL

5.4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

El tanque tiene una capacidad de 10,000 galones. Situado en la comunidad rural, abasteciendo a aproximadamente 96 viviendas. Destinado para el almacenamiento de agua.



Ilustración 11 - Situación actual del tanque de almacenamiento en la comunidad de Santa Rosita, San Antonio de Cortés

Fuente: (SANAA, 2003)

5.4.2. CONDICIONES FÍSICAS ACTUALES DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Se han identificado fisuras en la parte inferior del tanque, a través de las cuales se está filtrando el agua. Esto podría indicar degradación del material por envejecimiento, exposición prolongada a los elementos, o debido a un mal diseño o construcción.

Debido a las fisuras, el tanque pierde agua, afectando su capacidad de almacenamiento y la eficiencia del abastecimiento de agua a la comunidad.

No se han registrado intervenciones regulares de mantenimiento, lo que ha permitido que las fisuras progresen. Es posible que los materiales utilizados en la construcción del tanque no sean adecuados para resistir la presión o condiciones ambientales.



Ilustración 12 - Estado actual de las fisuras del tanque de almacenamiento

Fuente: (Propia, 2024)

5.4.3. IMPACTO EN LA COMUNIDAD

La fuga de agua compromete la cantidad disponible para los usuarios, lo que puede causar interrupciones en el suministro. Dado que el tanque no tiene un sistema de tratamiento completo, y considerando las fisuras, existe un riesgo potencial de que el agua se contamine debido a la entrada de microorganismos o partículas del entorno exterior.

5.4.4. MEDIDAS CORRECTIVAS SUGERIDAS

A continuación, se muestra un resumen del análisis superficial del tanque de almacenamiento actual de agua potable en la comunidad. La propuesta presentada consiste en diversas medidas correctivas como, por ejemplo, la aplicación de productos impermeabilizantes o resinas epóxicas para sellar las fisuras y detener la filtración de agua. Evaluar las condiciones del terreno donde se asienta el tanque para asegurar que no hay movimientos que comprometan su integridad. Implementar un plan de mantenimiento regular para inspeccionar y corregir cualquier daño físico a tiempo.

Considerar la instalación de un sistema completo de tratamiento de agua para garantizar la calidad del agua suministrada.

Tabla 6 - Análisis Superficial Físico del Tanque de Almacenamiento

Área o Problema	Condición Actual	Corrección Necesaria	Como se Realizará	Plan Preventivo y correctivo
Corrosión en las paredes	Oxidación visible en varias áreas del tanque.	Limpieza y aplicación de recubrimiento anticorrosivo.	Se realizará un arenado o limpieza mecánica de la superficie, seguido de la aplicación de una pintura epóxica resistente a la corrosión.	Inspección anual y repintado cada 5 años. Uso de inhibidores de corrosión si el ambiente es agresivo.
Fisuras o grietas	Grietas pequeñas visibles en la soldadura de las uniones.	Reparación de soldaduras y aplicación de parches si es necesario.	Se realizarán soldaduras correctivas sobre las grietas utilizando electrodos de acero compatibles.	Inspección semestral con pruebas no destructivas. Reparación inmediata si se detectan nuevas grietas.
Desgaste en válvulas	Desgaste visible en las válvulas de salida o entrada, posible fuga de líquidos.	Sustitución de válvulas desgastadas o con fuga y mejora de los sellos.	Se retirarán las válvulas y se reemplazarán por nuevas, utilizando juntas y sellos de alta calidad. Las conexiones	Inspección trimestral de válvulas. Sustitución preventiva cada 3 años o según la recomendación del fabricante.

			serán probadas para evitar fugas post-instalación.	
Acumulación de sedimentos	Sedimentos acumulados en el fondo del tanque, lo que afecta su capacidad útil.	Limpieza interna del tanque y mejora del sistema de filtrado para evitar ingreso de partículas.	Se vaciará el tanque y se limpiará con sistemas de lavado a presión. Se puede utilizar un sistema de filtración más eficiente en la entrada del tanque para minimizar sedimentos.	Limpieza interna anual y verificación del sistema de filtrado. Implementar un drenaje periódico para eliminar sedimentos antes de que se acumulen en exceso.
Daños en recubrimiento	Desprendimiento o de recubrimientos protectores en las superficies internas o externas.	Aplicación de un nuevo recubrimiento impermeable y anticorrosivo en toda la superficie afectada.	Se preparará la superficie afectada mediante limpieza abrasiva, se aplicarán capas de recubrimientos según especificaciones técnicas del fabricante para garantizar la durabilidad.	Inspección visual anual del recubrimiento. Reparaciones puntuales en áreas donde se detecte desgaste o desprendimiento

Fugas en las juntas	Fugas visibles en las juntas entre secciones del tanque.	Sustitución de juntas defectuosas con materiales más resistentes a la temperatura o presión.	Se reemplazarán las juntas utilizando materiales compatibles con el contenido almacenado. Se realizarán pruebas de presión para asegurar que no haya fugas posteriores.	Revisiones cada 6 meses de todas las juntas del sistema. Reemplazo de juntas según el tiempo de vida útil recomendado.
Sistema de ventilación	Sistema de ventilación obstruido o con mal funcionamiento .	Reparación o sustitución del sistema de ventilación para garantizar una adecuada circulación de aire.	Se retirarán los filtros obstruidos, se limpiarán las salidas de aire, y si es necesario, se reemplazarán las piezas que no funcionen correctamente	Limpieza semestral del sistema de ventilación. Revisión y sustitución de componentes defectuosos según el estado y la recomendación del fabricante.
Acceso al tanque	Escaleras o barandillas en mal estado que presentan un riesgo de seguridad.	Reparación o sustitución de escaleras y barandillas, asegurando	Se reemplazarán las piezas dañadas, se soldarán nuevas barandillas o se	Inspección mensual de todas las áreas de acceso. Mantenimiento correctivo inmediato en caso de detección de piezas

		que cumplan con las normativas de seguridad vigentes.	instalarán escaleras nuevas certificadas para el uso industrial.	desgastadas o inseguras.
--	--	---	--	--------------------------

Para cada problema identificado, es crucial no solo enfocarse en la reparación inmediata, sino en cómo se implementarán las soluciones a largo plazo, aplicando un plan preventivo y correctivo. Este plan debe incluir una inspección regular y un cronograma de mantenimiento que evite que los problemas se agraven con el tiempo.

5.5. RED DE DISTRIBUCIÓN

Las redes de distribución de agua potable se encargan de llevar el suministro desde los reservorios hasta los usuarios del sistema. Factores como el crecimiento poblacional, las costumbres, la cultura y la situación económica de la población influyen directamente en el consumo de agua potable, lo que a su vez impacta en el diseño de las redes de abastecimiento (Zúñiga et al., 2024). El diseño adecuado de las redes de distribución asegura un suministro eficiente de agua potable. Es importante considerar las dinámicas sociales y económicas de la población para garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

Caudal de diseño (Q_{mh}):

$$Q_{mh} = 1.05 * 2.25 = 2.37 \text{ l/s}$$

Caudal unitario (Q_{unit}):

$$Q_{unit} = \left(\frac{2.37}{957} \right) = 0.0025 \text{ lppd}$$

Personas por vivienda: 6

Cantidad de Familias:

$$= \left(\frac{957}{6} \right) = 159.5 \text{ familias} \cong 160 \text{ familias}$$

Presión Mínima = 10 metros columna de agua

Presión Máxima = 60 metros columna de agua

Velocidad Mínima = 0.60 metros sobre segundo

Velocidad Máxima = 3 metros sobre segundo

Velocidad de diseño = 1metro sobre segundo

A continuación, se presenta un resumen de los nodos que incluye información sobre la elevación, la demanda y la presión según los datos obtenidos de EPANET.

Tabla 7 - Resumen de Nodos en EPANET

Nodo ID	Elevación (m)	Demanda Base (LPS)	Presiones (m)
ND1	217.50	0.07	24.18
ND2	202.86	0.05	37.14
ND3	192.38	0.10	46.17
ND4	192.46	0.12	33.86
ND5	194.87	0.02	28.14
ND6	198.57	0.05	23.58
ND7	194.88	0.15	26.37
ND8	185.18	0.20	35.83
ND9	184.00	0.00	37.01
ND10	173.88	0.15	46.57
ND11	183.31	0.35	44.83
ND12	168.43	0.12	53.39
ND13	163.22	0.00	53.60
ND14	161.89	0.02	53.82
ND15	161.39	0.00	55.13
ND16	157.87	0.00	55.06
ND17	146.01	0.05	41.57

ND18	140.87	0.00	53.38
ND19	148.26	0.17	58.92
ND20	145.25	0.18	32.55
ND21	145.25	0.00	35.56
Tanque	233.69	N/A	10.00

Fuente: (Propia, 2024)

La Ilustración 12 se muestra el modelo de la red planificada, la cual ha sido diseñada para un periodo de 22 años, se puede notar que las presiones se mantienen dentro de los parámetros normativos del SAANA, y las velocidades satisfacen las especificaciones necesarias.

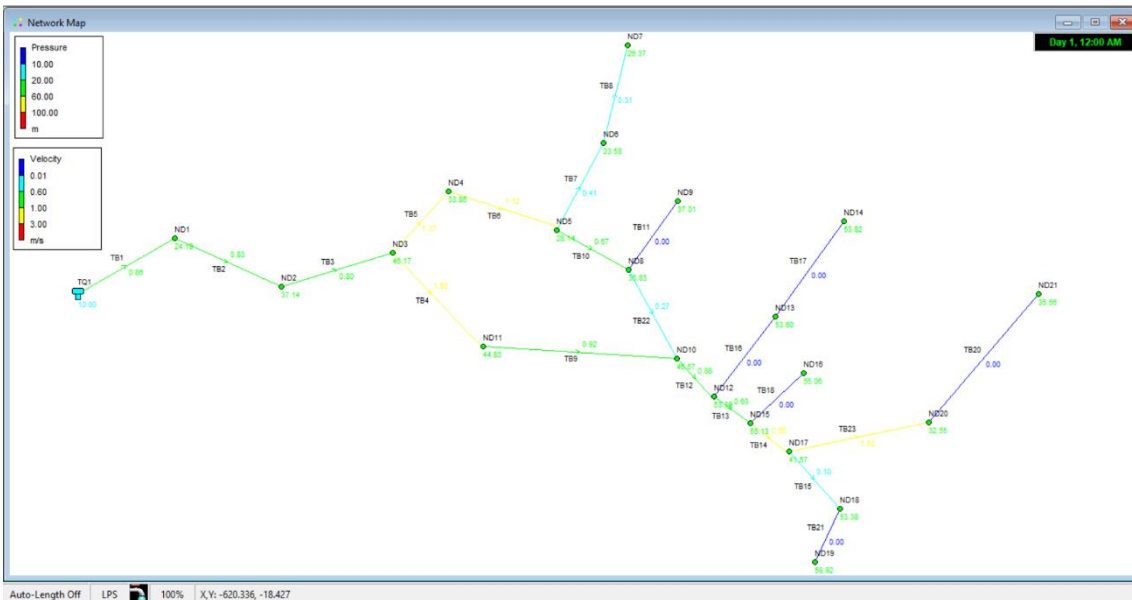


Ilustración 13 - Simulación de Red de Distribución en EPANET

Fuente: (Propia, 2024)

Seguidamente, se presenta un resumen de las tuberías que abarca información sobre la longitud, el diámetro, el flujo y las velocidades.

Tabla - 8 Resumen de Tuberías en EPANET

TUBERIA	LONGITUD (m)	DIAMETRO (mm)	RUGOSIDAD	VELOCIDADES
TB1	111.43	50	140	0.86
TB2	100.43	50	140	0.83
TB3	91.72	50	140	0.80
TB4	78.82	25	140	1.63
TB5	128.22	25	140	1.37
TB6	50.09	25	140	1.12
TB7	83.83	25	140	0.61
TB8	152.1	25	140	0.61
TB9	168.93	25	140	0.92
TB10	77.63	25	140	0.67
TB11	63.58	25	140	0.31
TB12	86.74	25	140	0.88
TB13	13.00	25	140	0.63
TB14	23.68	25	140	2.56
TB15	74.06	25	140	0.64
TB16	145.68	25	140	0.27
TB17	183.14	25	140	0.20
TB18	25.61	25	140	0.20
TB19	76.6	25	140	0.60
TB20	106.42	25	140	0.10
TB21	53.32	25	140	0.10
TB22	119.94	25	140	0.67
TB23	69.47	25	140	1.50

Fuente: (Propia, 2024)

5.6. PLANOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN

A continuación, se presenta el conjunto de planos que presenta el diseño detallado de la línea de conducción y la red de distribución. Los planos incluyen la ubicación de las tuberías, los nodos y las intersecciones.

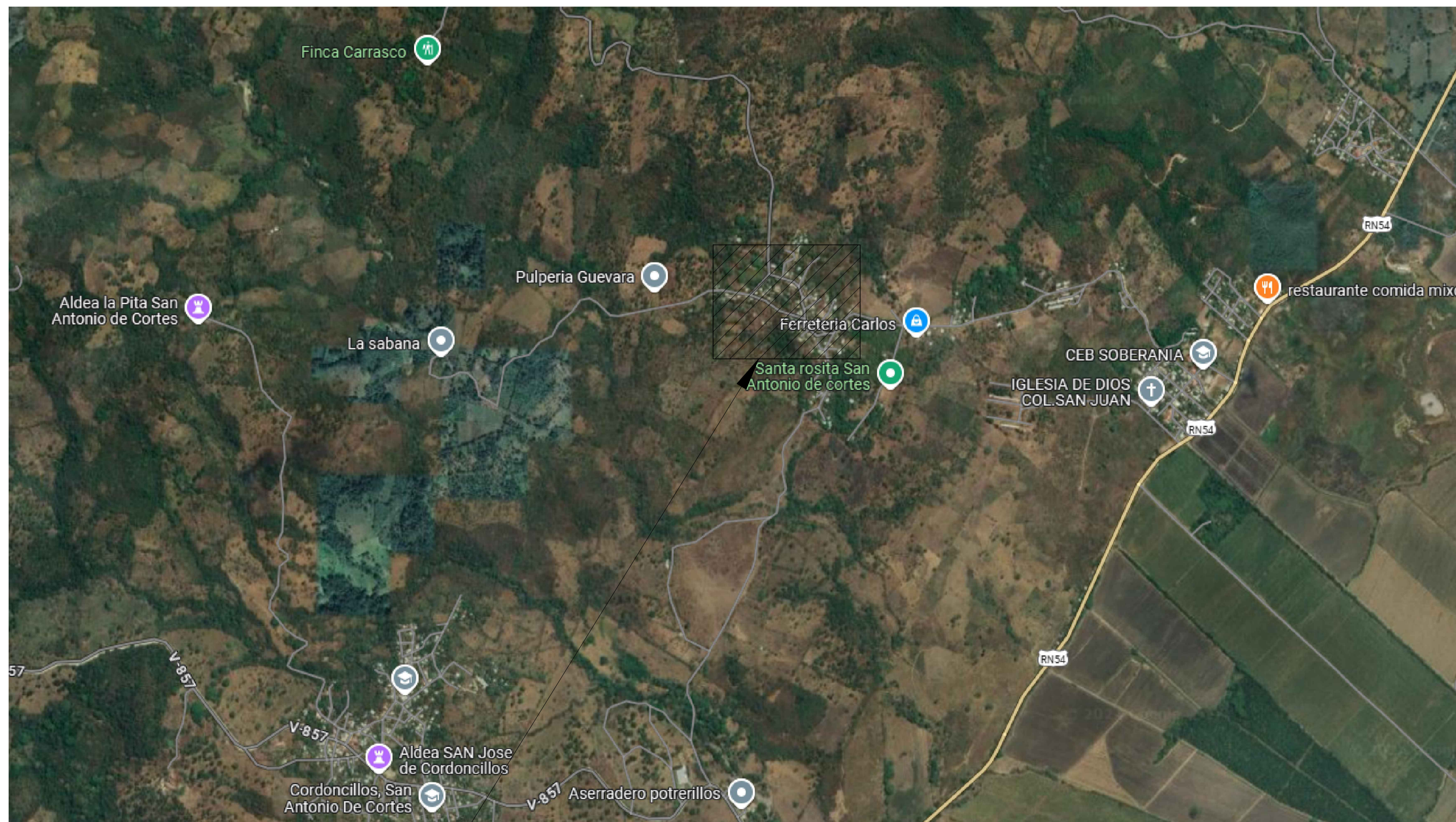
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA



PROYECTO:

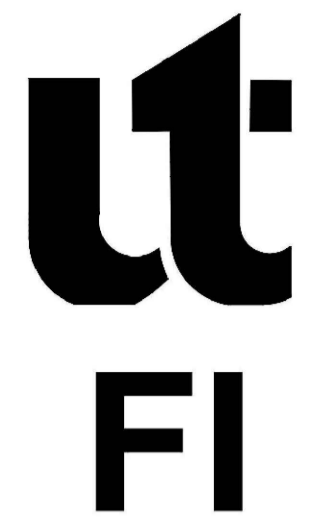
REDISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS.



SITIO DEL PROYECTO

FEBRERO, 2025

UNITEC



ESTUDIANTES:
JOSE BERLIOZ.
22011021.

IORELA ALEGRIA.
22011099.

RAQUEL NUILA.
22041251.

DESCRIPCION:
PORTADA E INDICE.

PROYECTO:
REDISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS.

OBSERVACIONES:

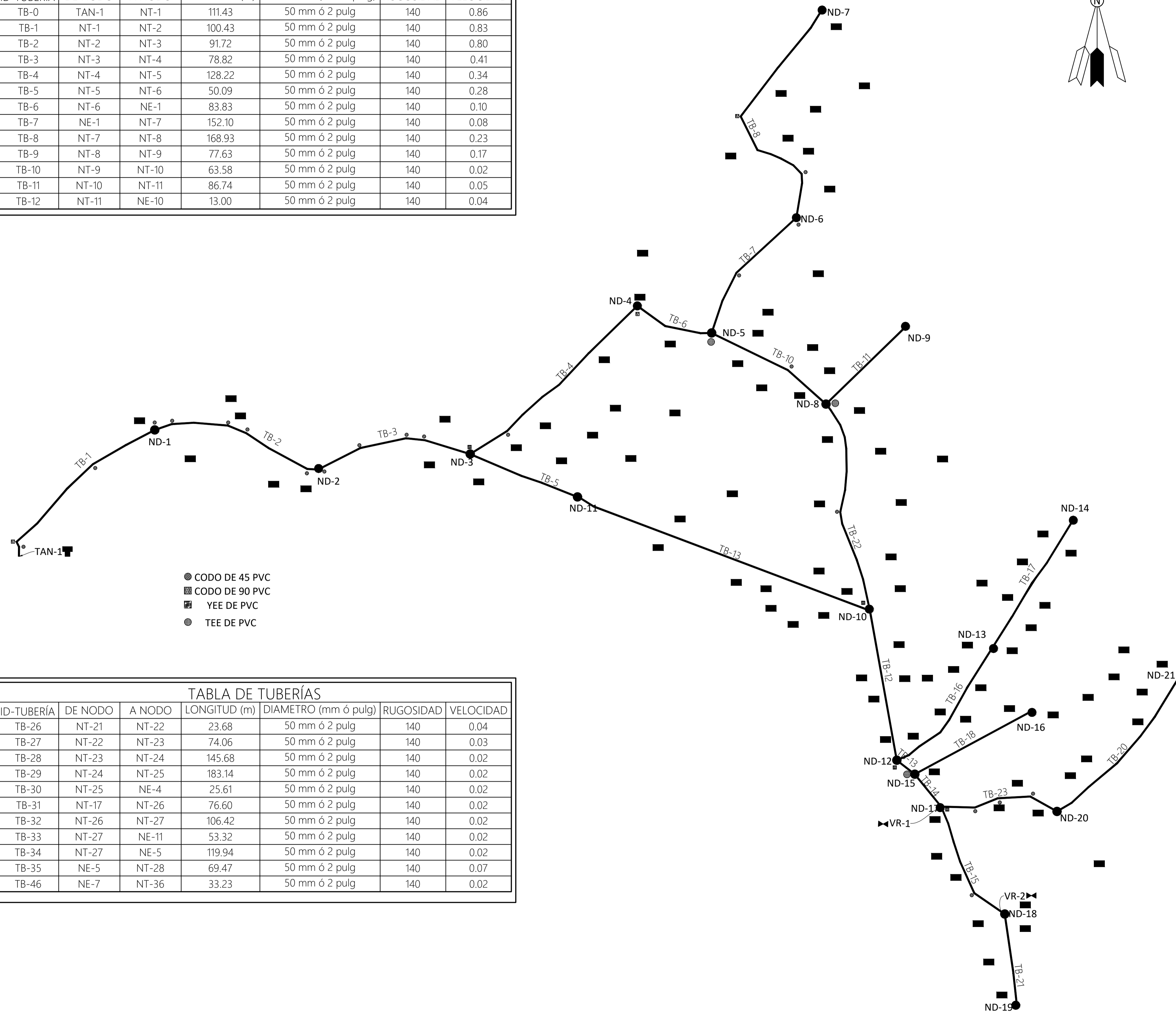
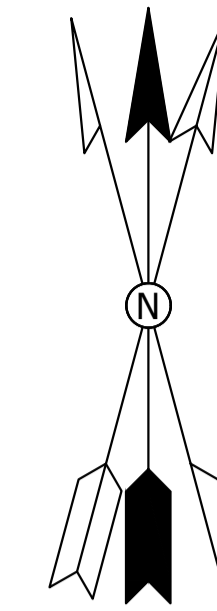
FECHA Y LUGAR:
FEBRERO, 2025
UNITEC,
CAMPUS S.P.S.

ESCALA:
SIN ESCALA

HOJA:
01

INDICE	
NO. DE PLANO	PLANO
PORTADA E INDICE	1
RED DE DISTRIBUCIÓN	2
PLANTA GENERAL DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN	3
LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE TRAMO 0+000 A TRAMO 0+648	4
LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE TRAMO 0+648 A TRAMO 1+296	5
LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE TRAMO 1+296 A TRAMO 1+944	6
LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE TRAMO 1+944 A TRAMO 2+592	7
LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE TRAMO 2+592 A TRAMO 3+240	8
LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE TRAMO 3+240 A TRAMO 3+852	9
DETALLE DE CAJA DE CAPTACIÓN	10
DETALLE DE DESARENADOR	11
DETALLE DE ROMPECARGA	12

ID-TUBERÍA	DE NODO	A NODO	LONGITUD (m)	DIAMETRO (mm ó pulg)	RUGOSIDAD	VELOCIDAD
TB-0	TAN-1	NT-1	111.43	50 mm ó 2 pulg	140	0.86
TB-1	NT-1	NT-2	100.43	50 mm ó 2 pulg	140	0.83
TB-2	NT-2	NT-3	91.72	50 mm ó 2 pulg	140	0.80
TB-3	NT-3	NT-4	78.82	50 mm ó 2 pulg	140	0.41
TB-4	NT-4	NT-5	128.22	50 mm ó 2 pulg	140	0.34
TB-5	NT-5	NT-6	50.09	50 mm ó 2 pulg	140	0.28
TB-6	NT-6	NE-1	83.83	50 mm ó 2 pulg	140	0.10
TB-7	NE-1	NT-7	152.10	50 mm ó 2 pulg	140	0.08
TB-8	NT-7	NT-8	168.93	50 mm ó 2 pulg	140	0.23
TB-9	NT-8	NT-9	77.63	50 mm ó 2 pulg	140	0.17
TB-10	NT-9	NT-10	63.58	50 mm ó 2 pulg	140	0.02
TB-11	NT-10	NT-11	86.74	50 mm ó 2 pulg	140	0.05
TB-12	NT-11	NE-10	13.00	50 mm ó 2 pulg	140	0.04



ID-TUBERÍA	DE NODO	A NODO	LONGITUD (m)	DIAMETRO (mm ó pulg)	RUGOSIDAD	VELOCIDAD
TB-26	NT-21	NT-22	23.68	50 mm ó 2 pulg	140	0.04
TB-27	NT-22	NT-23	74.06	50 mm ó 2 pulg	140	0.03
TB-28	NT-23	NT-24	145.68	50 mm ó 2 pulg	140	0.02
TB-29	NT-24	NT-25	183.14	50 mm ó 2 pulg	140	0.02
TB-30	NT-25	NE-4	25.61	50 mm ó 2 pulg	140	0.02
TB-31	NT-17	NT-26	76.60	50 mm ó 2 pulg	140	0.02
TB-32	NT-26	NT-27	106.42	50 mm ó 2 pulg	140	0.02
TB-33	NT-27	NE-11	53.32	50 mm ó 2 pulg	140	0.02
TB-34	NT-27	NE-5	119.94	50 mm ó 2 pulg	140	0.02
TB-35	NE-5	NT-28	69.47	50 mm ó 2 pulg	140	0.07
TB-46	NE-7	NT-36	33.23	50 mm ó 2 pulg	140	0.02

SÍMBOLO	ELEMENTO
	TANQUE
	VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN
	NODO DE TRANSICIÓN
	NODO DE EXTRACCIÓN
	TUBERÍA PVC SDR-26 DE 4" ó 100mm
	CASA EXISTENTE

ID-NODO	ELEVACIÓN	DEMANDA	PRESIÓN
N-1	217.50	0.07	26.00
N-2	202.86	0.05	40.52
N-3	192.38	0.10	50.88
N-4	192.46	0.12	50.78
N-5	194.87	0.02	48.36
N-6	194.57	0.05	44.66
N-7	194.88	0.15	48.35
N-8	185.18	0.20	58.04
N-9	184.00	0.00	59.22
N-10	173.88	0.15	69.32
N-11	183.31	0.35	59.93
N-12	163.43	0.12	79.77
N-13	163.22	0.00	79.98
N-14	163.00	0.00	80.20
N-15	161.39	0.02	81.81
N-16	161.46	0.00	81.74
N-17	157.87	0.07	85.33
N-18	146.01	0.05	97.19
N-19	140.47	0.00	102.73
N-20	148.26	0.17	94.94
N-21	145.25	0.00	97.95
TANQUE	233.69	#N/A	10.00



ESTUDIANTES:
JOSE BERLIOZ.
22011021.

FIORELA ALEGRIA.
22011099.

RAQUEL NUILA.
22041251.

DESCRIPCION:
RED DE DISTRIBUCIÓN,
ESQUEMA DE
TUBERIAS, NODOS,
VALVULAS Y TANQUE.

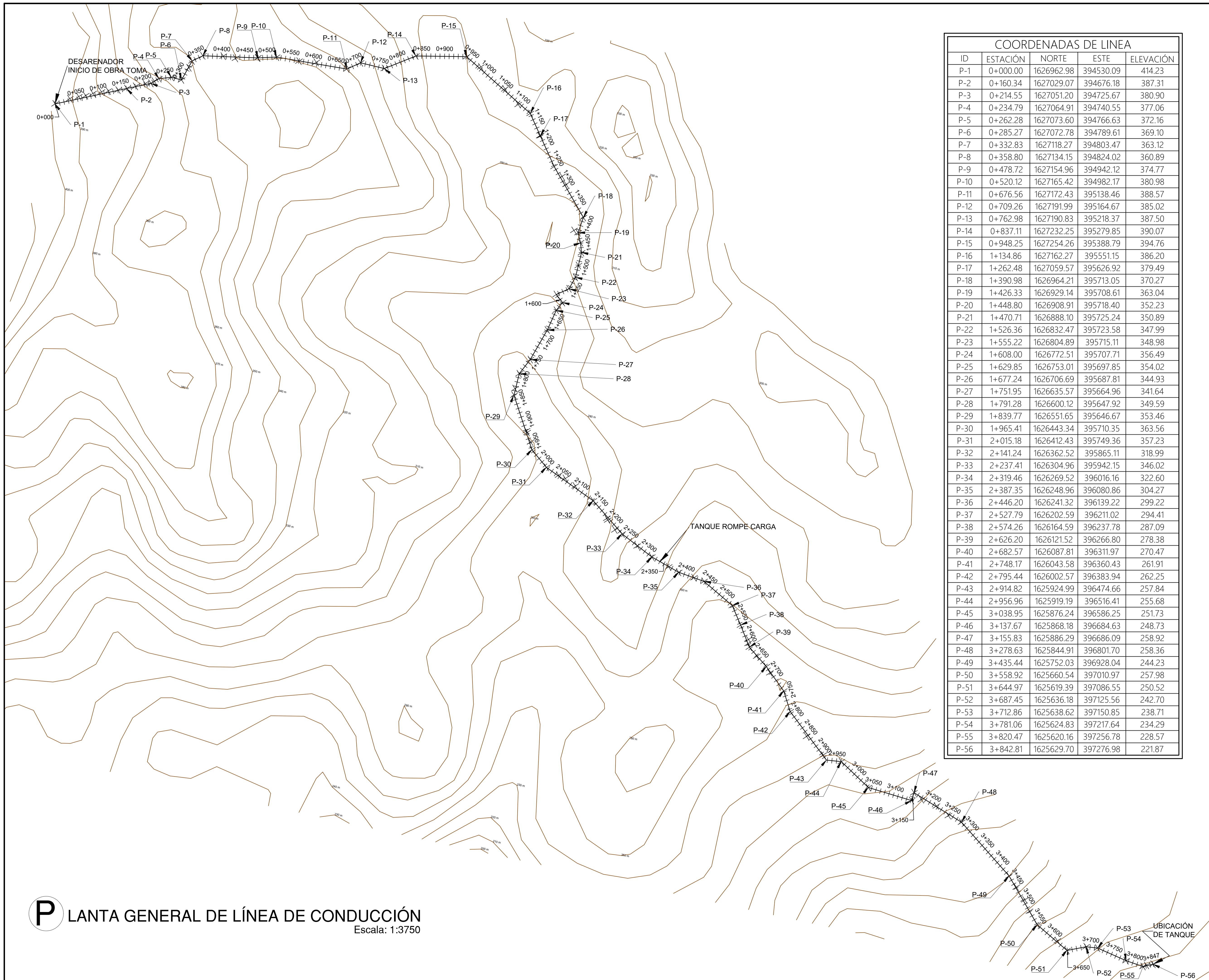
PROYECTO:
REDISEÑO DE SISTEMA
DE AGUA POTABLE EN
LA COMUNIDAD DE
SANTA ROSITA, SAN
ANTONIO DE CORTÉS.

OBSERVACIONES:

FECHA Y LUGAR:
FEBRERO, 2025
UNITEC,
CAMPUS S.P.S.

ESCALA:
1:1250

HOJA:
02



P LANTA GENERAL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN
Escala: 1:3750

COORDENADAS DE LINEA				
ID	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN
P-1	0+000.00	1626962.98	394530.09	414.23
P-2	0+160.34	1627029.07	394676.18	387.31
P-3	0+214.55	1627051.20	394725.67	380.90
P-4	0+234.79	1627064.91	394740.55	377.06
P-5	0+262.28	1627073.60	394766.63	372.16
P-6	0+285.27	1627072.78	394789.61	369.10
P-7	0+332.83	1627118.27	394803.47	363.12
P-8	0+358.80	1627134.15	394824.02	360.89
P-9	0+478.72	1627154.96	394942.12	374.77
P-10	0+520.12	1627165.42	394982.17	380.98
P-11	0+676.56	1627172.43	395138.46	388.57
P-12	0+709.26	1627191.99	395164.67	385.02
P-13	0+762.98	1627190.83	395218.37	387.50
P-14	0+837.11	1627232.25	395279.85	390.07
P-15	0+948.25	1627254.26	395388.79	394.76
P-16	1+134.86	1627162.27	395551.15	386.20
P-17	1+262.48	1627059.57	395626.92	379.49
P-18	1+390.98	1626964.21	395713.05	370.27
P-19	1+426.33	1626929.14	395708.61	363.04
P-20	1+448.80	1626908.91	395718.40	352.23
P-21	1+470.71	1626888.10	395725.24	350.89
P-22	1+526.36	1626832.47	395723.58	347.99
P-23	1+555.22	1626804.89	395715.11	348.98
P-24	1+608.00	1626772.51	395707.71	356.49
P-25	1+629.85	1626753.01	395697.85	354.02
P-26	1+677.24	1626706.69	395687.81	344.93
P-27	1+751.95	1626635.57	395664.96	341.64
P-28	1+791.28	1626600.12	395647.92	349.59
P-29	1+839.77	1626551.65	395646.67	353.46
P-30	1+965.41	1626443.34	395710.35	363.56
P-31	2+015.18	1626412.43	395749.36	357.23
P-32	2+141.24	1626362.52	395865.11	318.99
P-33	2+237.41	1626304.96	395942.15	346.02
P-34	2+319.46	1626269.52	396016.16	322.60
P-35	2+387.35	1626248.96	396080.86	304.27
P-36	2+446.20	1626241.32	396139.22	299.22
P-37	2+527.79	1626202.59	396211.02	294.41
P-38	2+574.26	1626164.59	396237.78	287.09
P-39	2+626.20	1626121.52	396266.80	278.38
P-40	2+682.57	1626087.81	396311.97	270.47
P-41	2+748.17	1626043.58	396360.43	261.91
P-42	2+795.44	1626002.57	396383.94	262.25
P-43	2+914.82	1625924.99	396474.66	257.84
P-44	2+956.96	1625919.19	396516.41	255.68
P-45	3+038.95	1625876.24	396586.25	251.73
P-46	3+137.67	1625868.18	396684.63	248.73
P-47	3+155.83	1625886.29	396686.09	258.92
P-48	3+278.63	1625844.91	396801.70	258.36
P-49	3+435.44	1625752.03	396928.04	244.23
P-50	3+558.92	1625660.54	397010.97	257.98
P-51	3+644.97	1625619.39	397086.55	250.52
P-52	3+687.45	1625636.18	397125.56	242.70
P-53	3+712.86	1625638.62	397150.85	238.71
P-54	3+781.06	1625624.83	397217.64	234.29
P-55	3+820.47	1625620.16	397256.78	228.57
P-56	3+842.81	1625629.70	397276.98	221.87

UNITEC



ESTUDIANTES:
JOSE BERLIOZ.
22011021.

IORELA ALEGRIA.
22011099.

RAQUEL NUILA.
22041251.

DESCRIPCION:
PLANTA GENERAL DE
LÍNEA DE
CONDUCCIÓN

PROYECTO:
REDISEÑO DE SISTEMA
DE AGUA POTABLE EN
LA COMUNIDAD DE
SANTA ROSITA, SAN
ANTONIO DE CORTÉS.

OBSERVACIONES:

FECHA Y LUGAR:
FEBRERO, 2025
UNITEC,
CAMPUS S.P.S.

ESCALA:
1:3750

HOJA:
03

ESTUDIANTES:

JOSE BERLIOZ.
22011021.

IORELA ALEGRIA.
22011099.

RAQUEL NUILA.
22041251.

DESCRIPCION:

LÍNEA DE
CONDUCCIÓN
DE TRAMO 0+000 A
TRAMO 0+648

PROYECTO:

REDISEÑO DE SISTEMA
DE AGUA POTABLE EN
LA COMUNIDAD DE
SANTA ROSITA, SAN
ANTONIO DE CORTÉS.

OBSERVACIONES:

FECHA Y LUGAR:

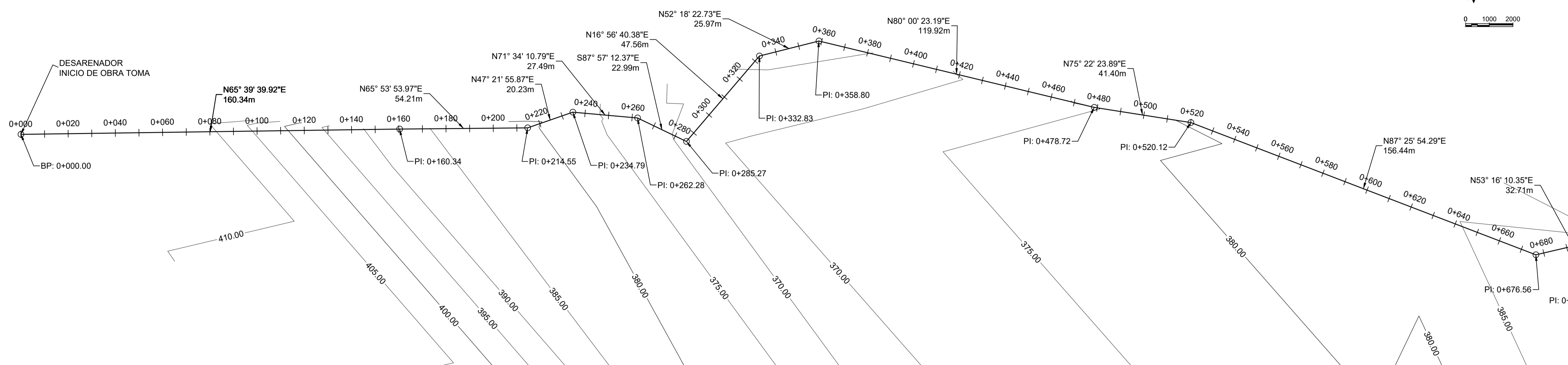
FEBRERO, 2025
UNITEC,
CAMPUS S.P.S.

ESCALA:

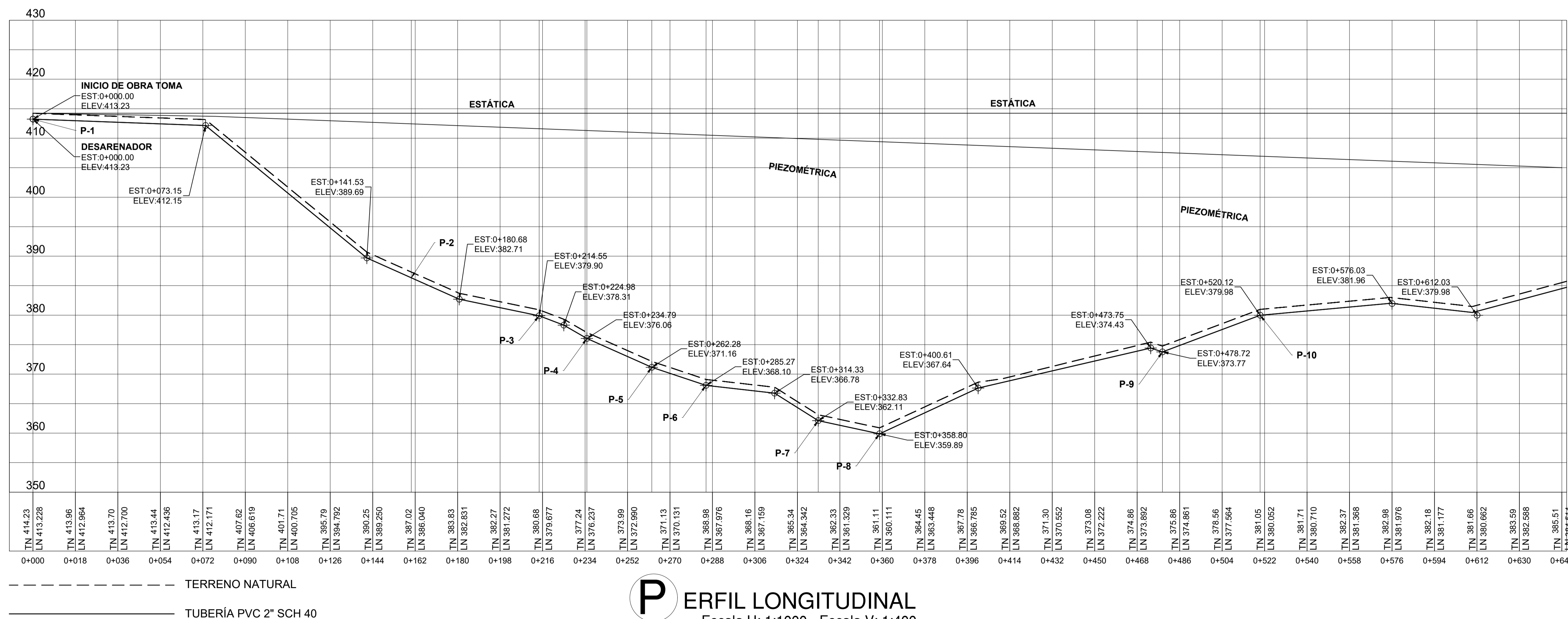
INDICADA

HOJA:

04



P LANTA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN
Escala: 1:1000



P ERFIL LONGITUDINAL
Escala H: 1:1000 - Escala V: 1:400

ESTUDIANTES:
 JOSE BERLIOZ.
 22011021.
 FIORELA ALEGRIA.
 22011099.
 RAQUEL NUILA.
 22041251.

DESCRIPCION:
 LÍNEA DE
 CONDUCCIÓN
 DE TRAMO 0+648 A
 TRAMO 1+296

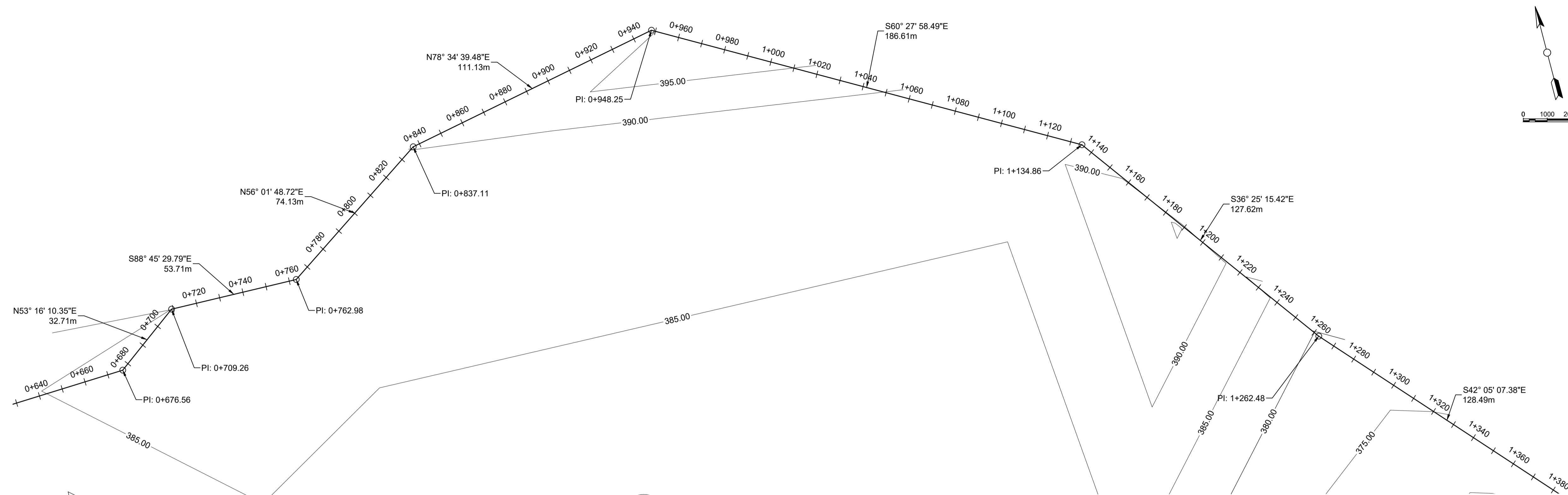
PROYECTO:
 REDISEÑO DE SISTEMA
 DE AGUA POTABLE EN
 LA COMUNIDAD DE
 SANTA ROSITA, SAN
 ANTONIO DE CORTÉS.

OBSERVACIONES:

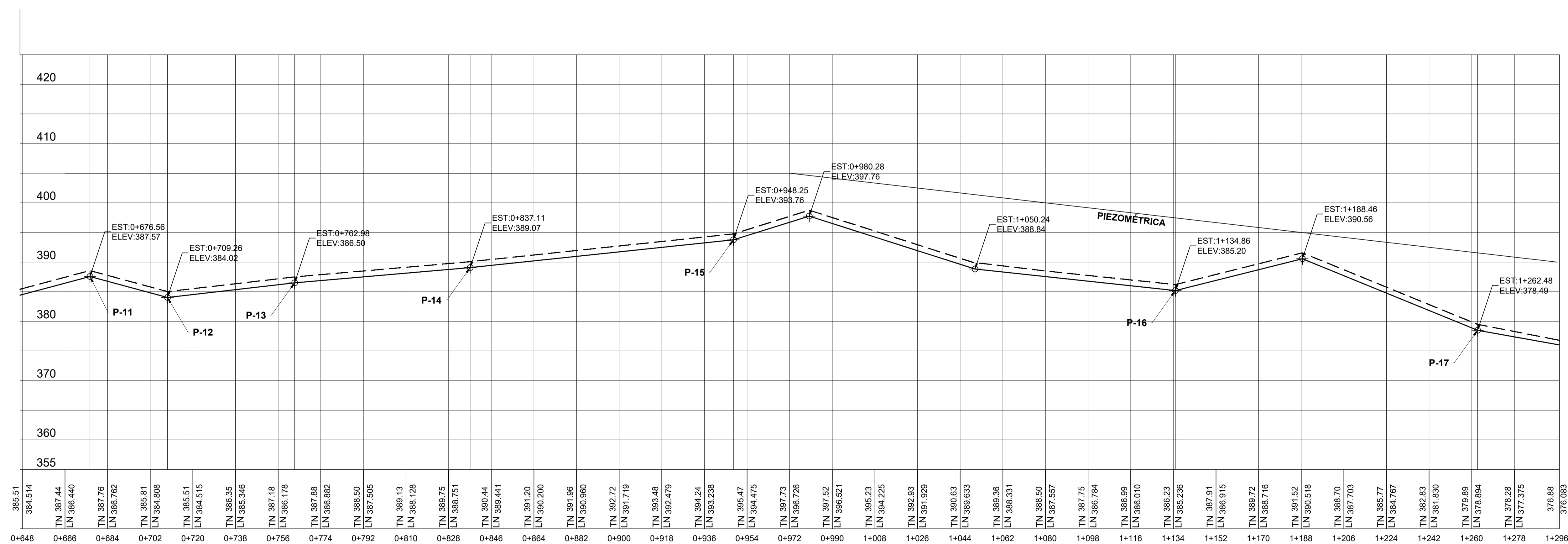
FECHA Y LUGAR:
 FEBRERO, 2025
 UNITEC,
 CAMPUS S.P.S.

ESCALA:
 INDICADA

HOJA:
05



P LANTA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN
 Escala: 1:1000



----- TERRENO NATURAL
 _____ TUBERÍA PVC 2" SCH 40

P ERFIL LONGITUDINAL
 Escala H: 1:1000 - Escala V: 1:400

ESTUDIANTES:
JOSE BERLIOZ.
22011021.

IORELA ALEGRIA.
22011099.

RAQUEL NUILA.
22041251.

DESCRIPCION:
LÍNEA DE
CONDUCCIÓN
DE TRAMO 1+296 A
TRAMO 1+944

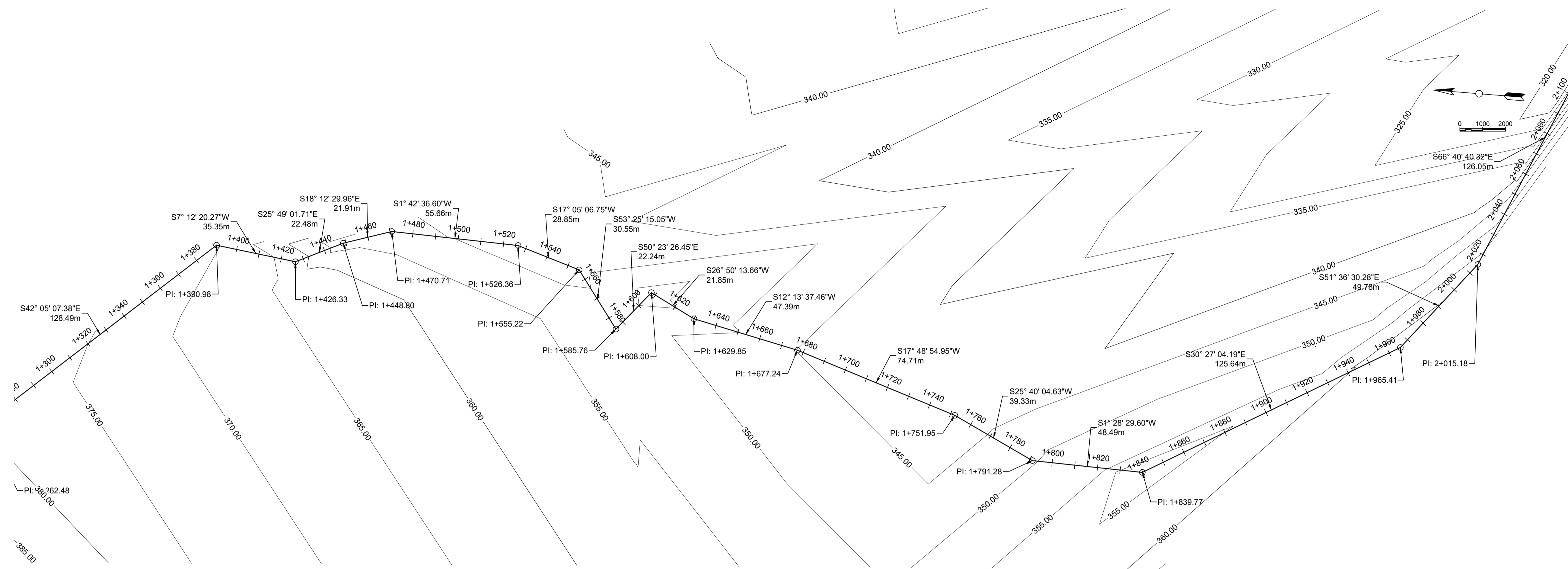
PROYECTO:
REDISEÑO DE SISTEMA
DE AGUA POTABLE EN
LA COMUNIDAD DE
SANTA ROSITA, SAN
ANTONIO DE CORTÉS.

OBSERVACIONES:

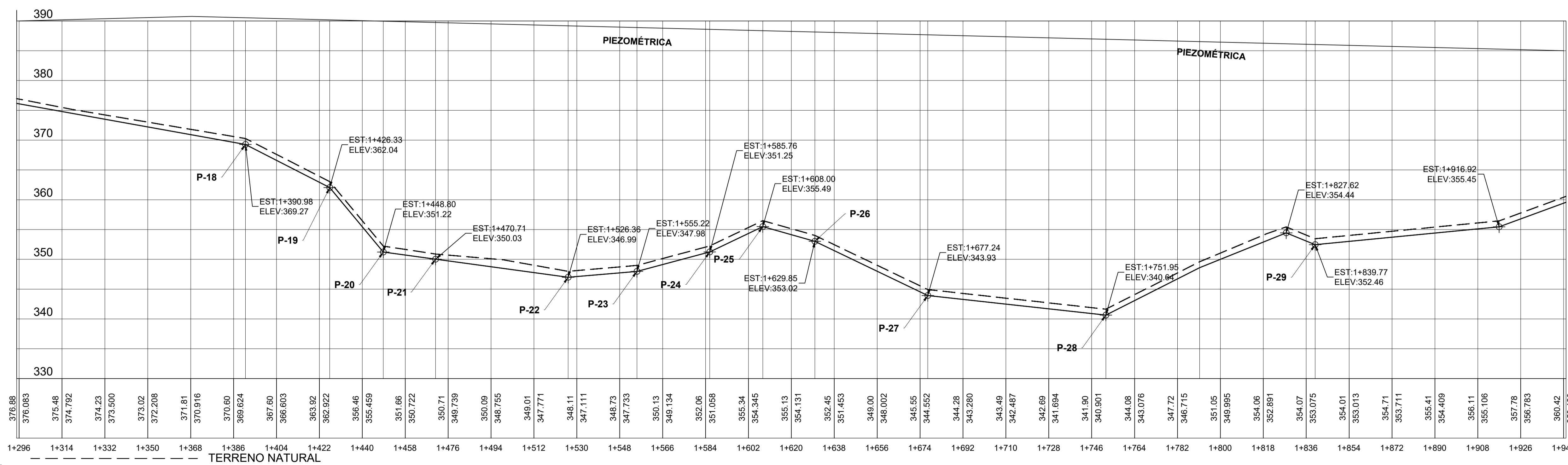
FECHA Y LUGAR:
FEBRERO, 2025
UNITEC,
CAMPUS S.P.S.

ESCALA:
INDICADA

HOJA:
06



P LANTA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN
Escala: 1:1000



P ERFIL LONGITUDINAL
Escala H: 1:1000 - Escala V: 1:400

ESTUDIANTES:
JOSE BERLIOZ.
22011021.

IORELA ALEGRIA.
22011099.

RAQUEL NUILA.
22041251.

DESCRIPCION:
LÍNEA DE
CONDUCCIÓN
DE TRAMO 1+944 A
TRAMO 2+592

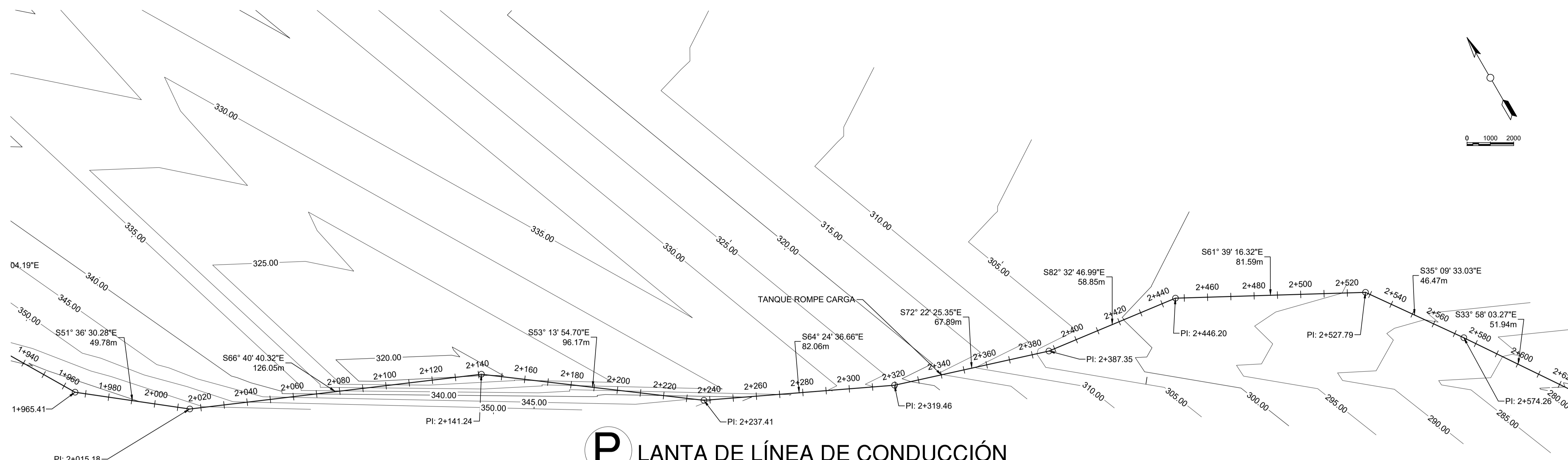
PROYECTO:
REDISEÑO DE SISTEMA
DE AGUA POTABLE EN
LA COMUNIDAD DE
SANTA ROSITA, SAN
ANTONIO DE CORTÉS.

OBSERVACIONES:

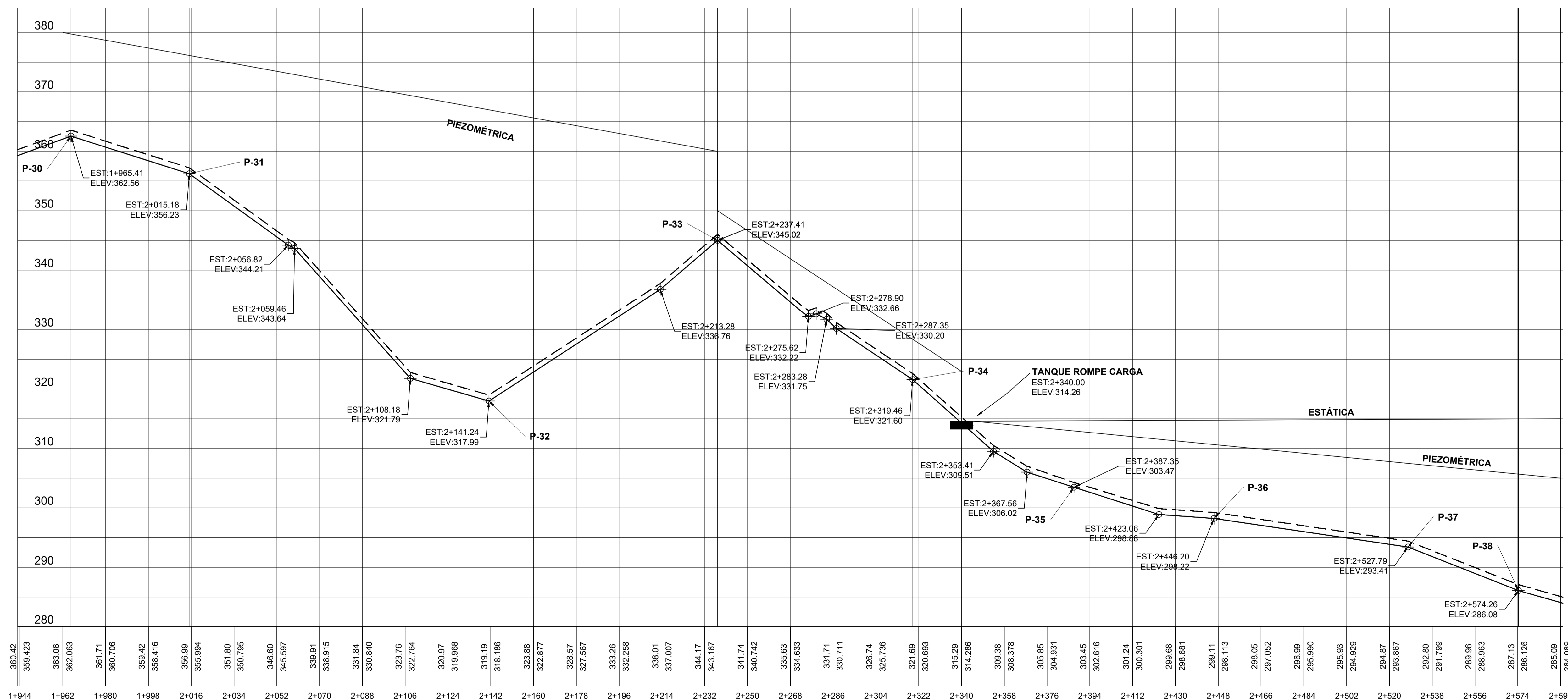
FECHA Y LUGAR:
FEBRERO, 2025
UNITEC,
CAMPUS S.P.S.

ESCALA:
INDICADA

HOJA:
07



P LANTA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN
Escala: 1:1000



--- TERRENO NATURAL
— TUBERÍA PVC 2" SCH 40

P ERFIL LONGITUDINAL
Escala H: 1:1000 - Escala V: 1:400

ESTUDIANTES:

JOSE BERLIOZ.
22011021.

IORELA ALEGRIA.
22011099.

RAQUEL NUILA.
22041251.

DESCRIPCION:

LÍNEA DE
CONDUCCIÓN
DE TRAMO 2+592 A
TRAMO 3+240

PROYECTO:

REDISEÑO DE SISTEMA
DE AGUA POTABLE EN
LA COMUNIDAD DE
SANTA ROSITA, SAN
ANTONIO DE CORTÉS.

OBSERVACIONES:

FECHA Y LUGAR:

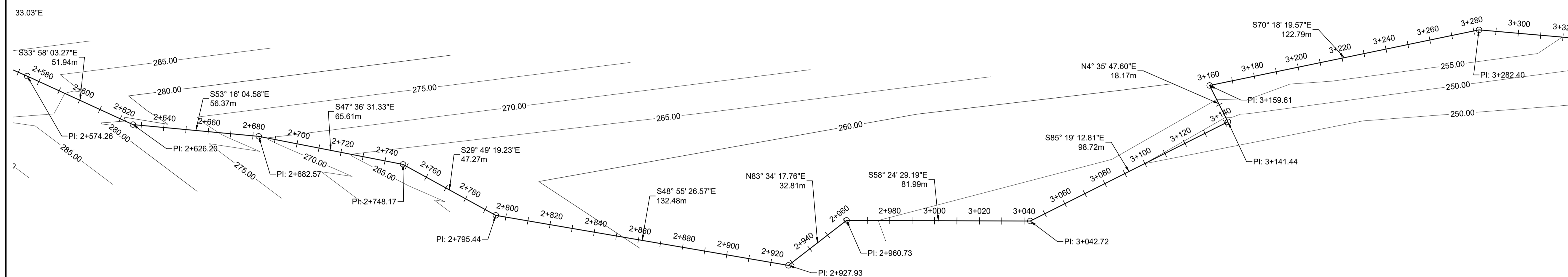
FEBRERO, 2025
UNITEC,
CAMPUS S.P.S.

ESCALA:

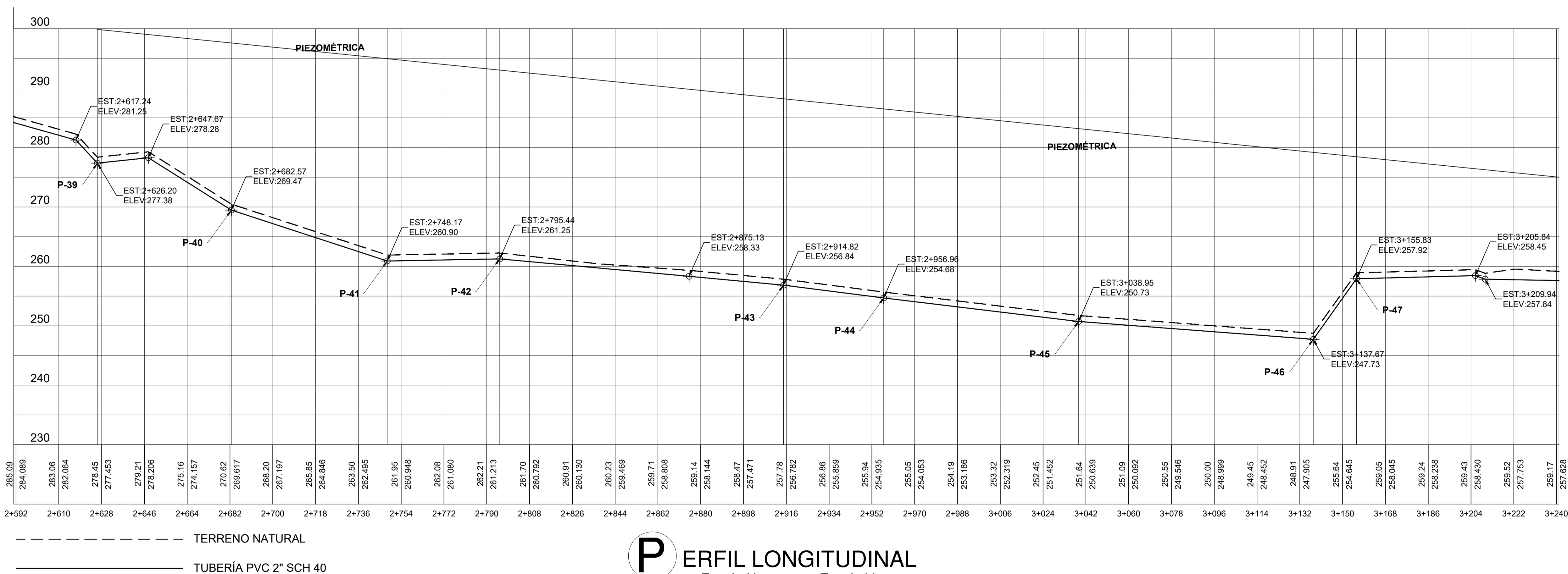
INDICADA

HOJA:

08



P LANTA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN
Escala: 1:1000



P ERFIL LONGITUDINAL
Escala H: 1:1000 - Escala V: 1:400

ESTUDIANTES:
 JOSE BERLIOZ.
 22011021.
 FIORELA ALEGRIA.
 22011099.
 RAQUEL NUILA.
 22041251.

DESCRIPCION:
 LÍNEA DE
 CONDUCCIÓN
 DE TRAMO 3+240 A
 TRAMO 3+852

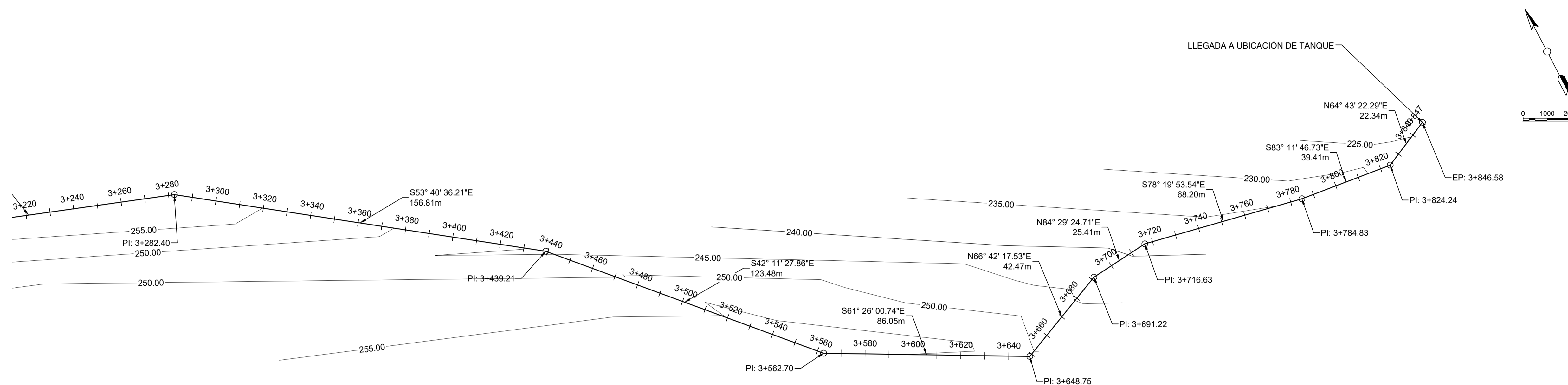
PROYECTO:
 REDISEÑO DE SISTEMA
 DE AGUA POTABLE EN
 LA COMUNIDAD DE
 SANTA ROSITA, SAN
 ANTONIO DE CORTÉS.

OBSERVACIONES:

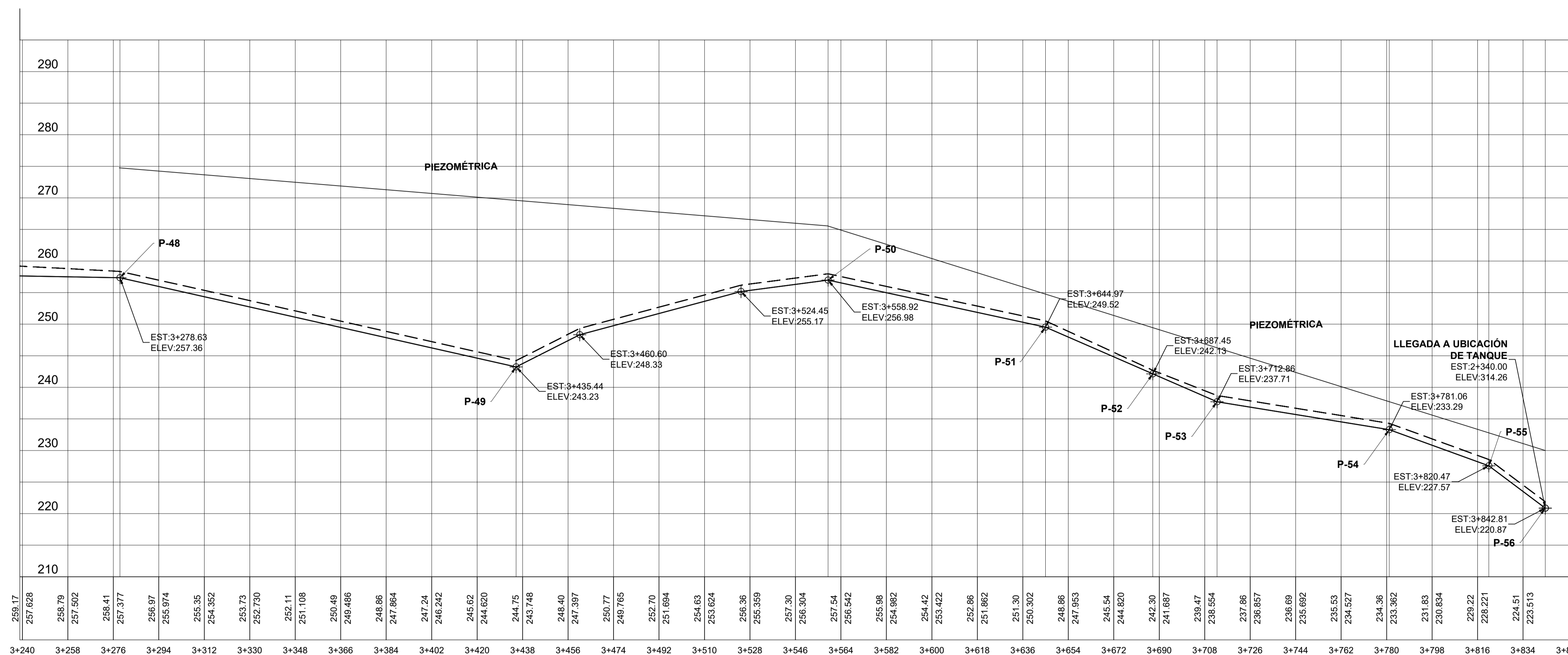
FECHA Y LUGAR:
 FEBRERO, 2025
 UNITEC,
 CAMPUS S.P.S.

ESCALA:
 INDICADA

HOJA:
09



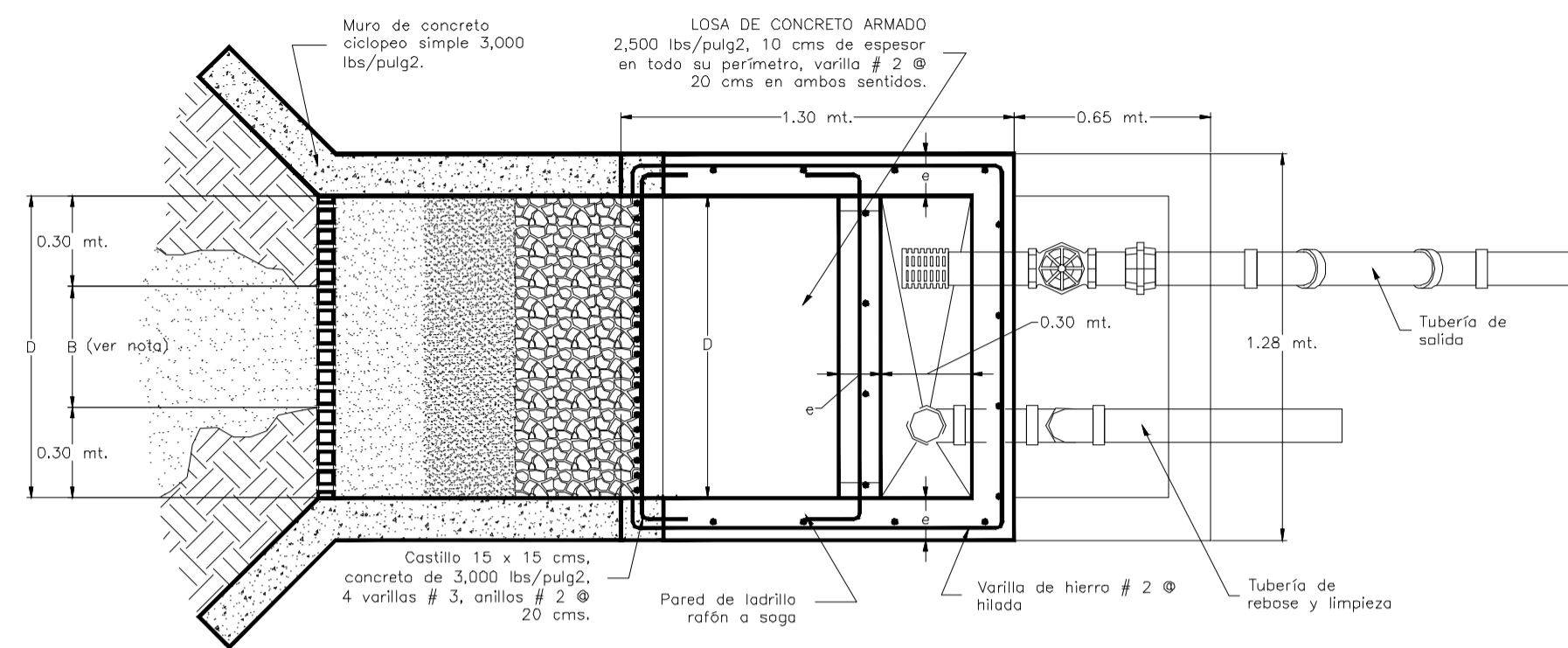
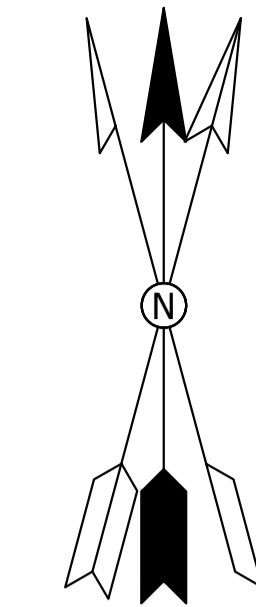
P LANTA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN
 Escala: 1:1000



--- TERRENO NATURAL
 — TUBERÍA PVC 2" SCH 40

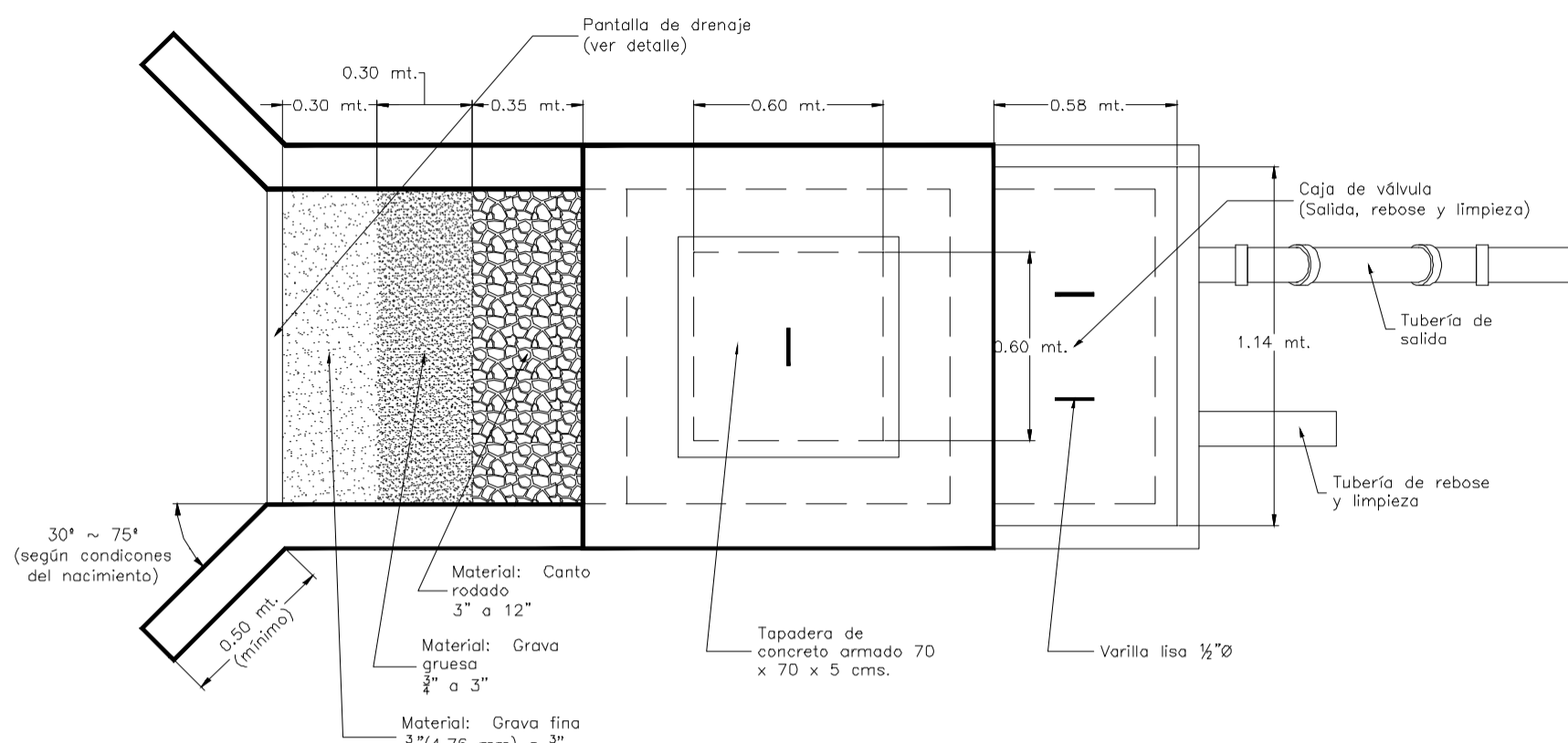
P ERFIL LONGITUDINAL
 Escala H: 1:1000 - Escala V: 1:400

CAJA DE CAPTACIÓN

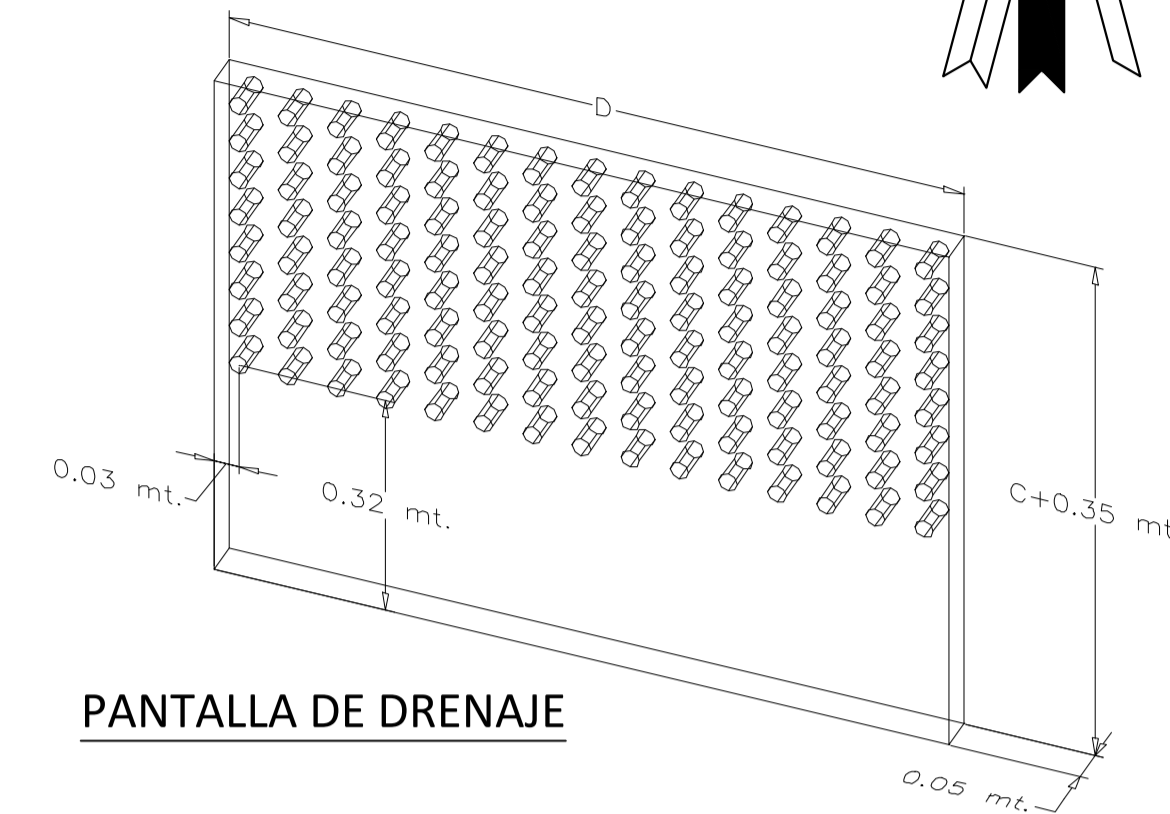


CORTE PLANTA

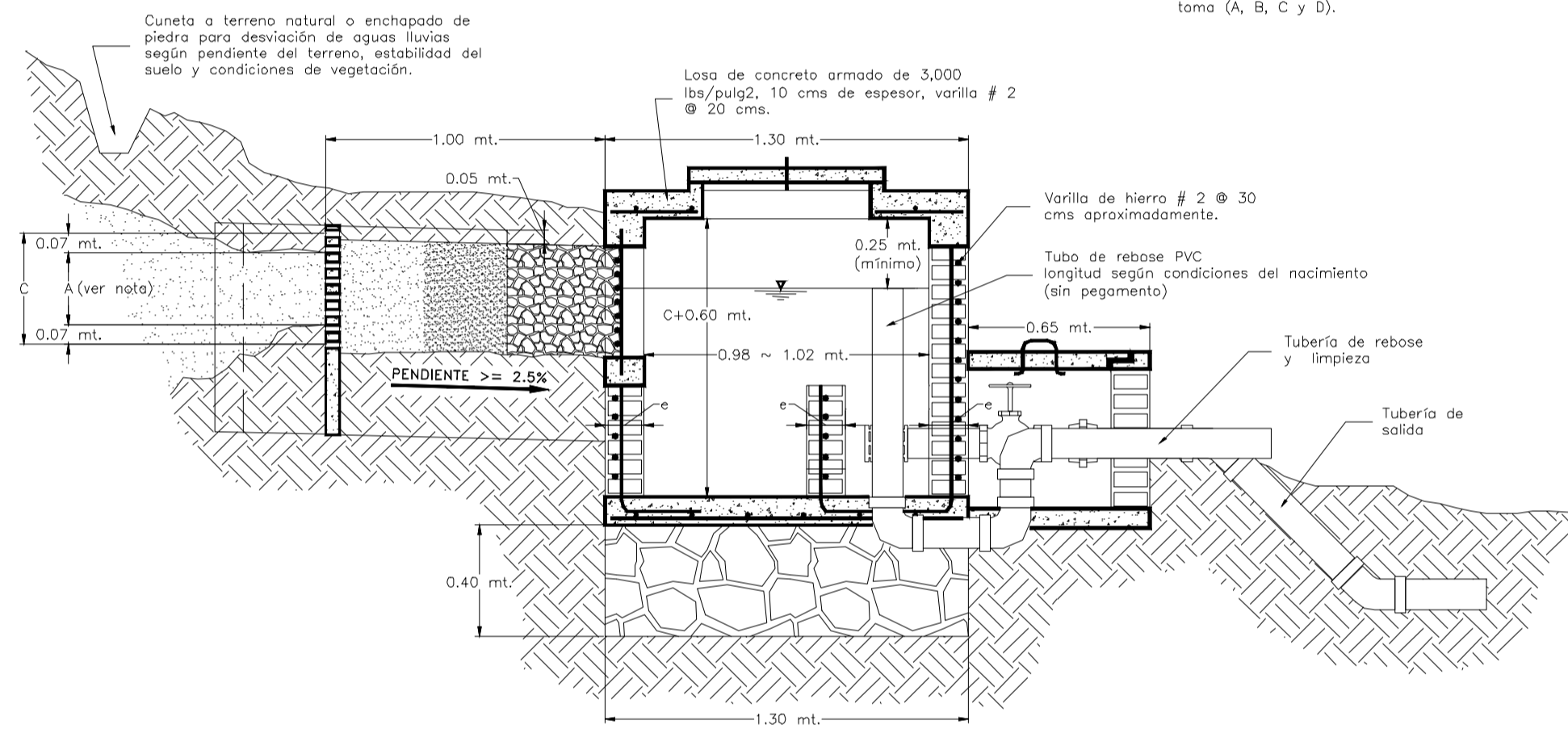
NOTA: El valor de "A" se define como la proyección vertical de la boca del nacimiento desde su punto más bajo al más alto. El valor de "B" se define como la proyección horizontal de la boca del nacimiento desde sus extremos opuestos más alejados. El valor de "e" define el espesor de la pared según las dimensiones del ladrillo en el local. Las dimensiones de la caja de válvula permanecerán invariables independientemente de las dimensiones de la caja toma (A, B, C y D).



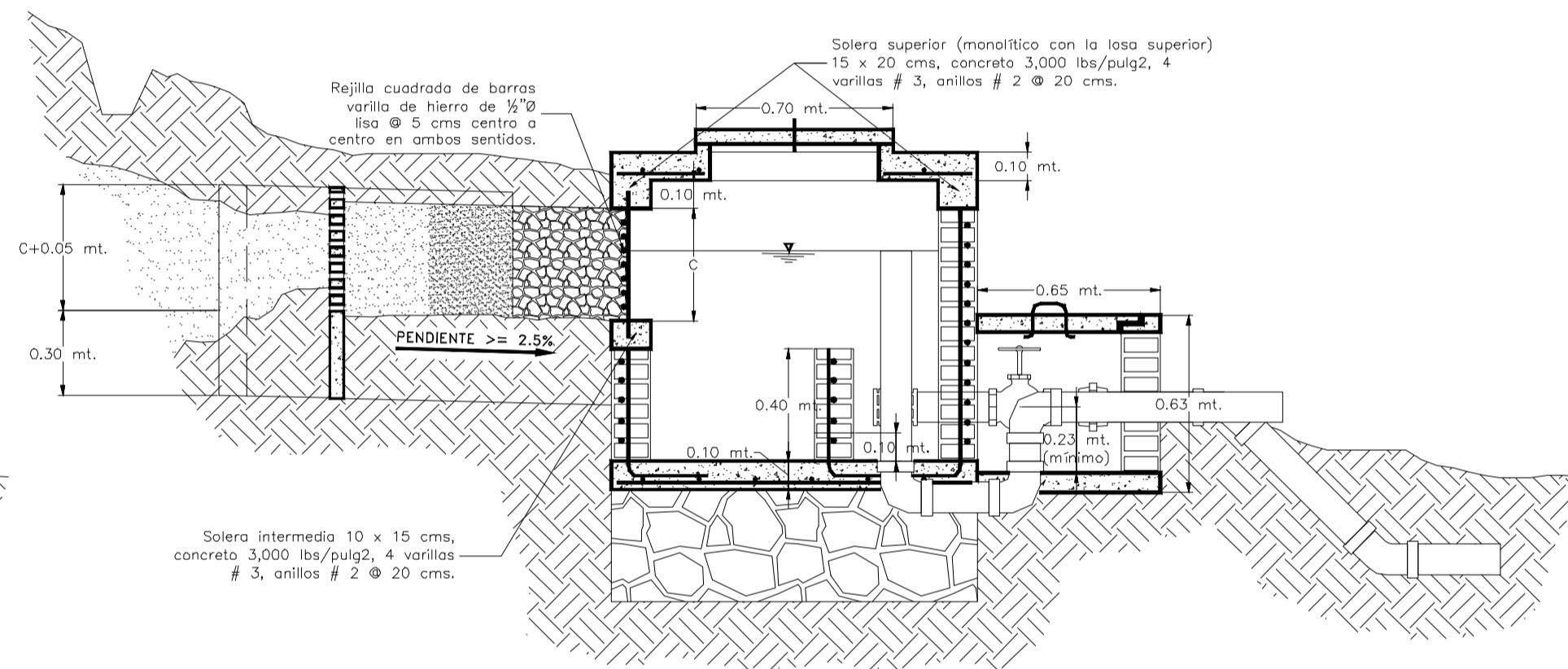
VISTA EN PLANTA



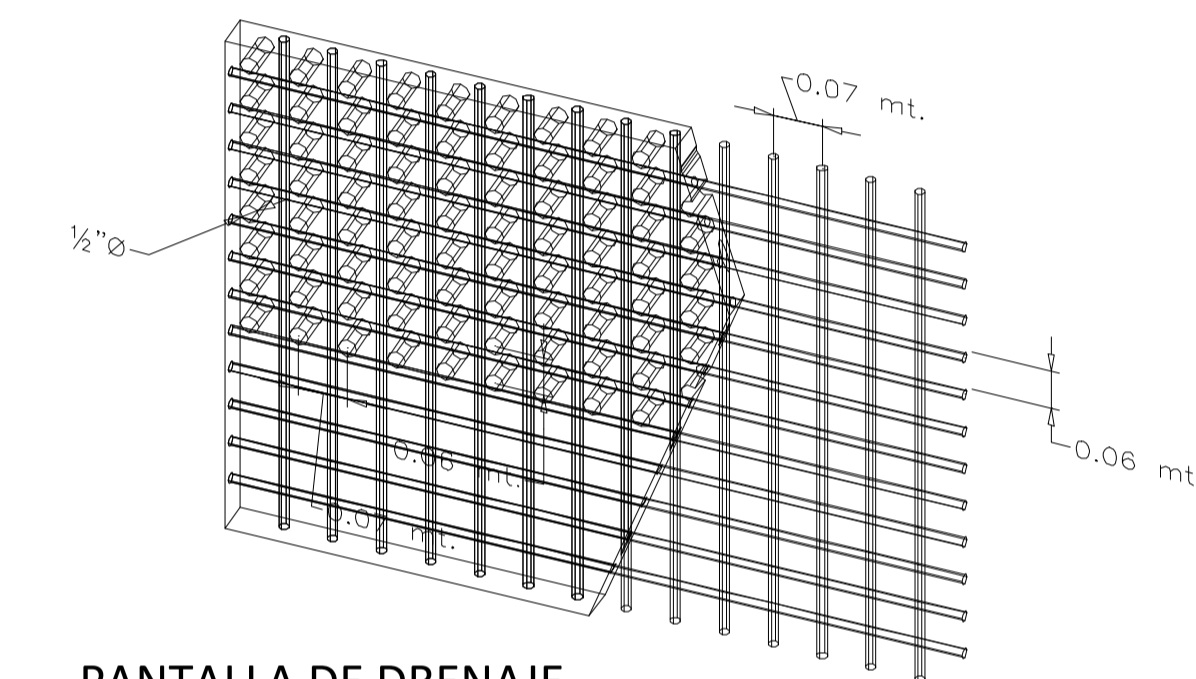
PANTALLA DE DRENAJE



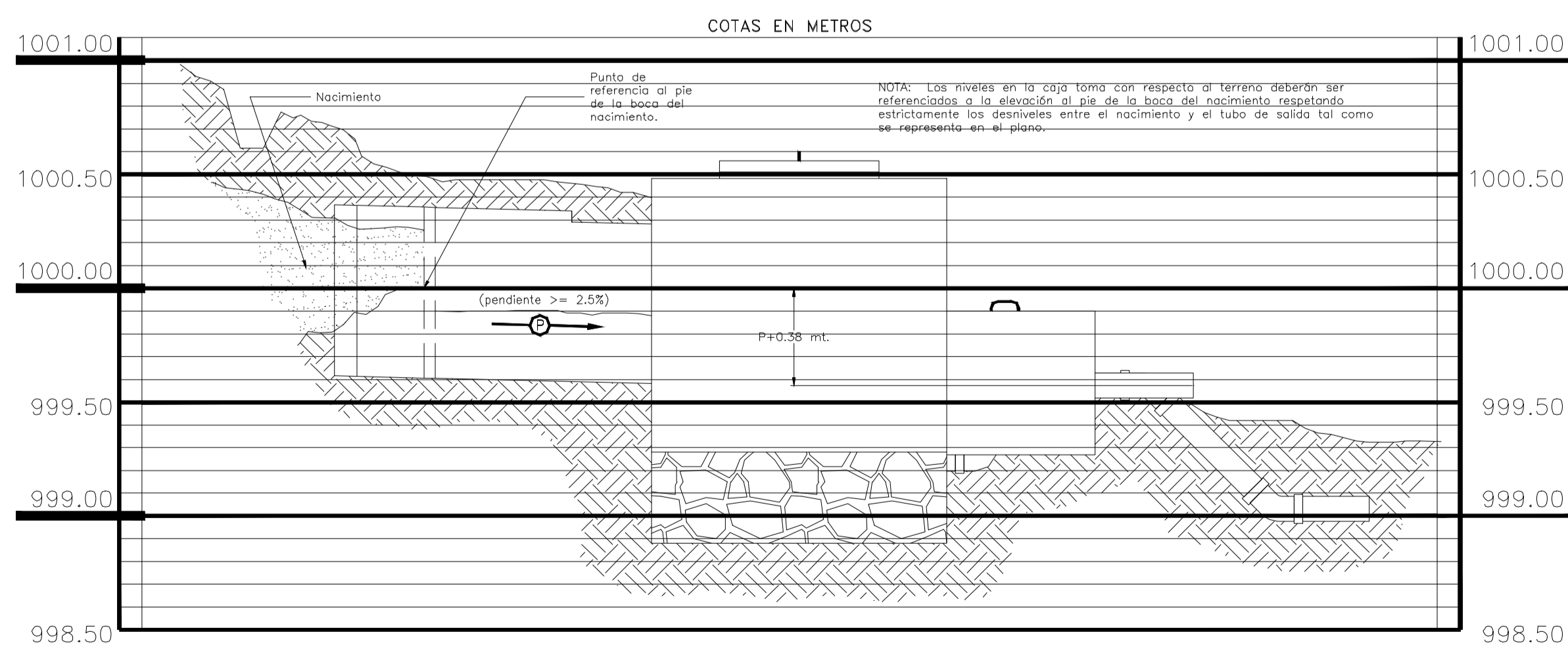
CORTE LONGITUDINAL



CORTE LONGITUDINAL



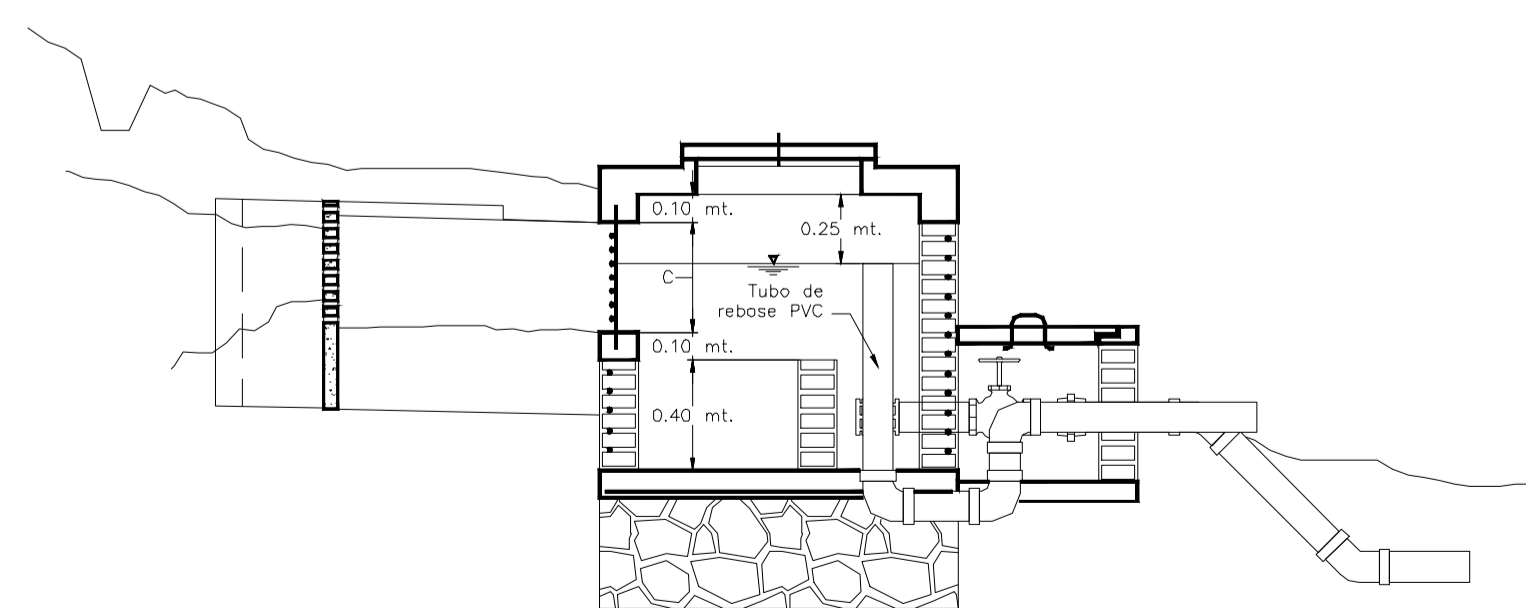
PANTALLA DE DRENAJE



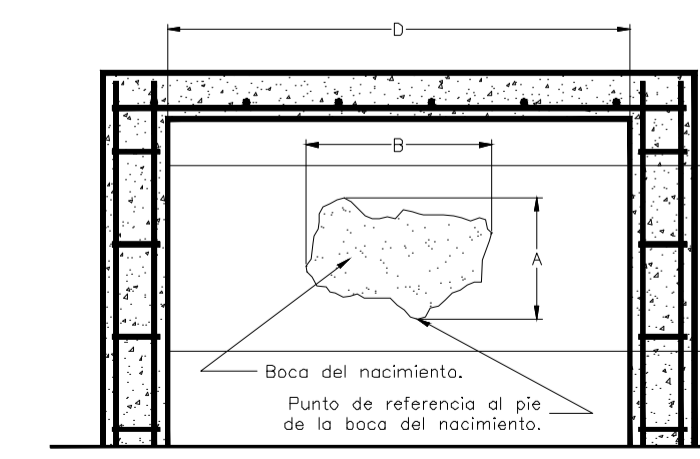
ELEVACIÓN LATERAL

DETALLES DEL REBOSE

El nivel máximo de la superficie del agua en el interior de la caja toma lo indicará la tubería de reboso; y su altura se definirá en función de evitar ahogamiento completo o contra presión significativa que altere en forma negativa al nacimiento, por lo que su longitud estará enmarcada entre 0.50 mt a C+0.35 mts. Una vez concluida la obra se recomienda observar el comportamiento del nacimiento. En caso que el nivel de reboso dado afecte a la fuente se deberá reducir la longitud al tubo hasta que este no afecte al nacimiento.



CORTE LONGITUDINAL



CORTE FRONTAL

ESPECIFICACIONES

- 1) Concreto de 2,500 $\frac{lbs}{pulg^2}$: dosificación 1:2:3 con tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ "; concreto de 3,000 $\frac{lbs}{pulg^2}$: dosificación 1:2:2 con tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ "; concreto de 4,000 $\frac{lbs}{pulg^2}$: dosificación 1:1.5:1.5 con tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ "; concreto ciclopeo de 3,000 $\frac{lbs}{pulg^2}$: dosificación 1:2:3 con tamaño máximo de 3".
- 2) Varilla de hierro para refuerzo del concreto: grado 40.
- 3) Los traslapes entre varillas serán de 30 cms de longitud como mínimo y la longitud de desarrollo de los ganchos en 90° empotrados en concreto será de 15 cms como mínimo.
- 4) Mampostería: mortero 1:4, piedra no menor de 12".
- 5) Acabados: se aplicará repello y pulido en toda la obra y en el interior de la caja toma se aplicará en adición el afinado tipo "pila" (masilla o pasta de cemento).
- 6) El mortero de repello es de proporción 1:4, al igual que el pulido.
- 7) Las tapaderas en general se fundirán con concreto de 4,000 $\frac{lbs}{pulg^2}$, el armado es varilla # 2 @ 10 cms en ambos sentidos.
- 8) La losa de concreto simple inferior de las cajas de válvulas es de 2,500 $\frac{lbs}{pulg^2}$ con un espesor de 7 cms.

UNITEC
UFI

ESTUDIANTES:
JOSE BERLIOZ.
22011021.
FIORELA ALEGRIA.
22011099.
RAQUEL NUILA.
22041251.

DESCRIPCION:
DETALLE DE CAJA DE CAPTACIÓN

PROYECTO:
REDISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS.

DISEÑO :
SANAA, 2024

FECHA Y LUGAR:
FEBRERO, 2025
UNITEC,
CAMPUS S.P.S.

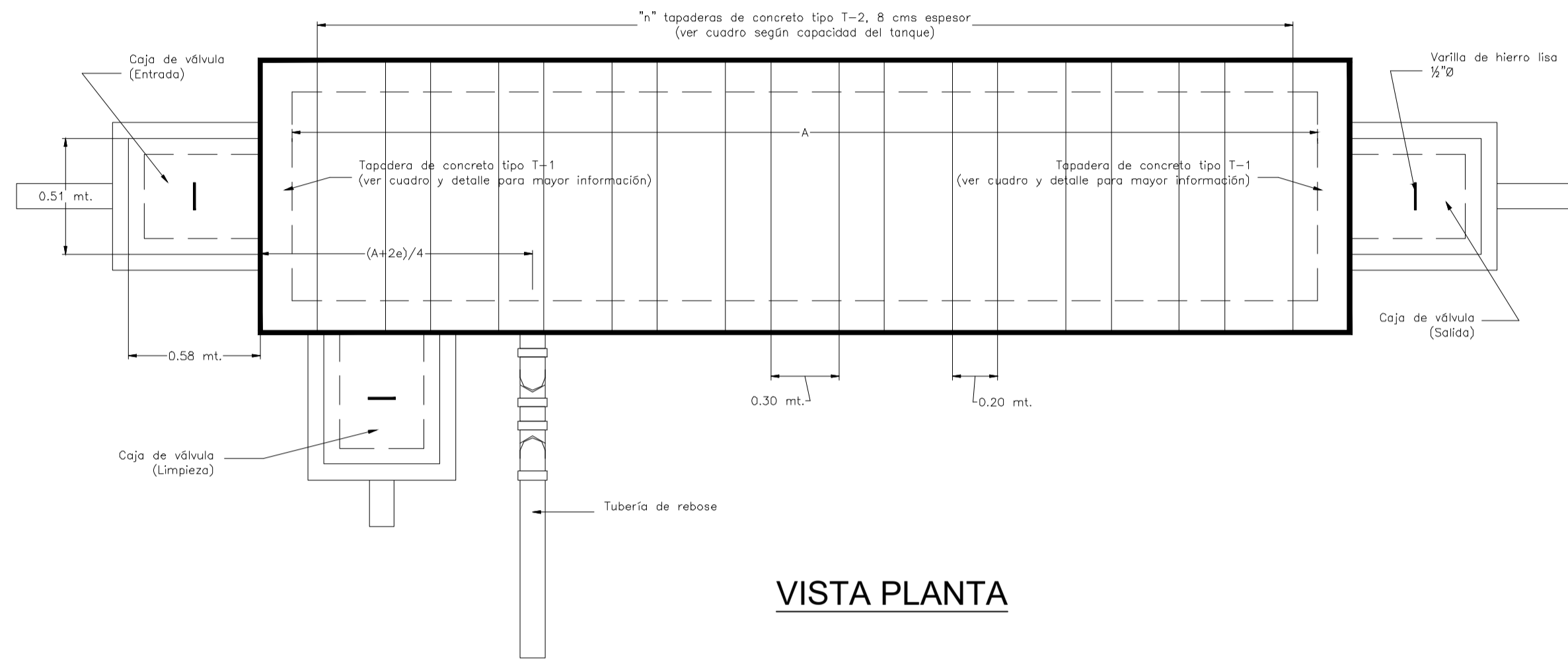
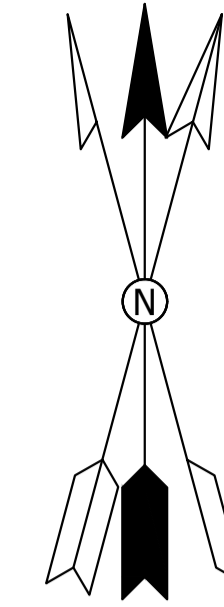
ESCALA:
1:1250

HOJA:
10

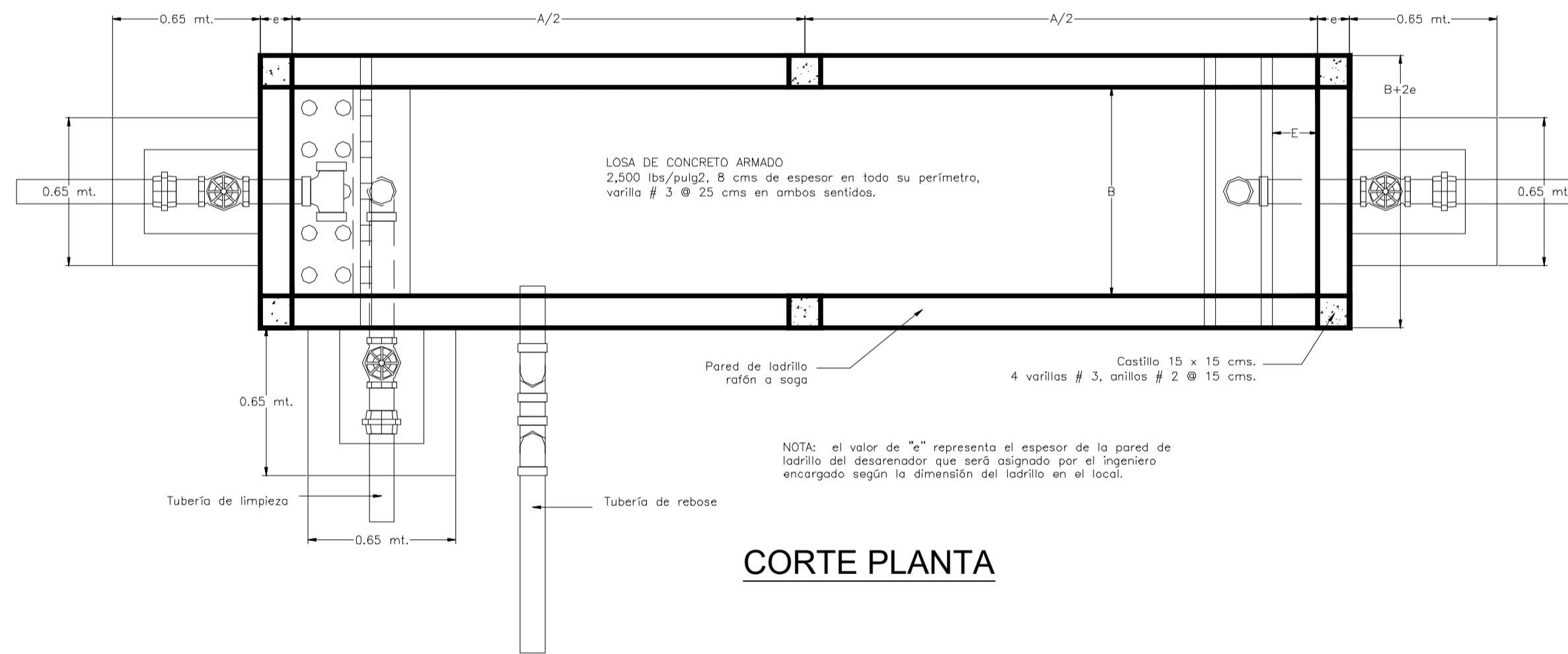
DESARENADOR

DATOS GENERALES DESARENADOR

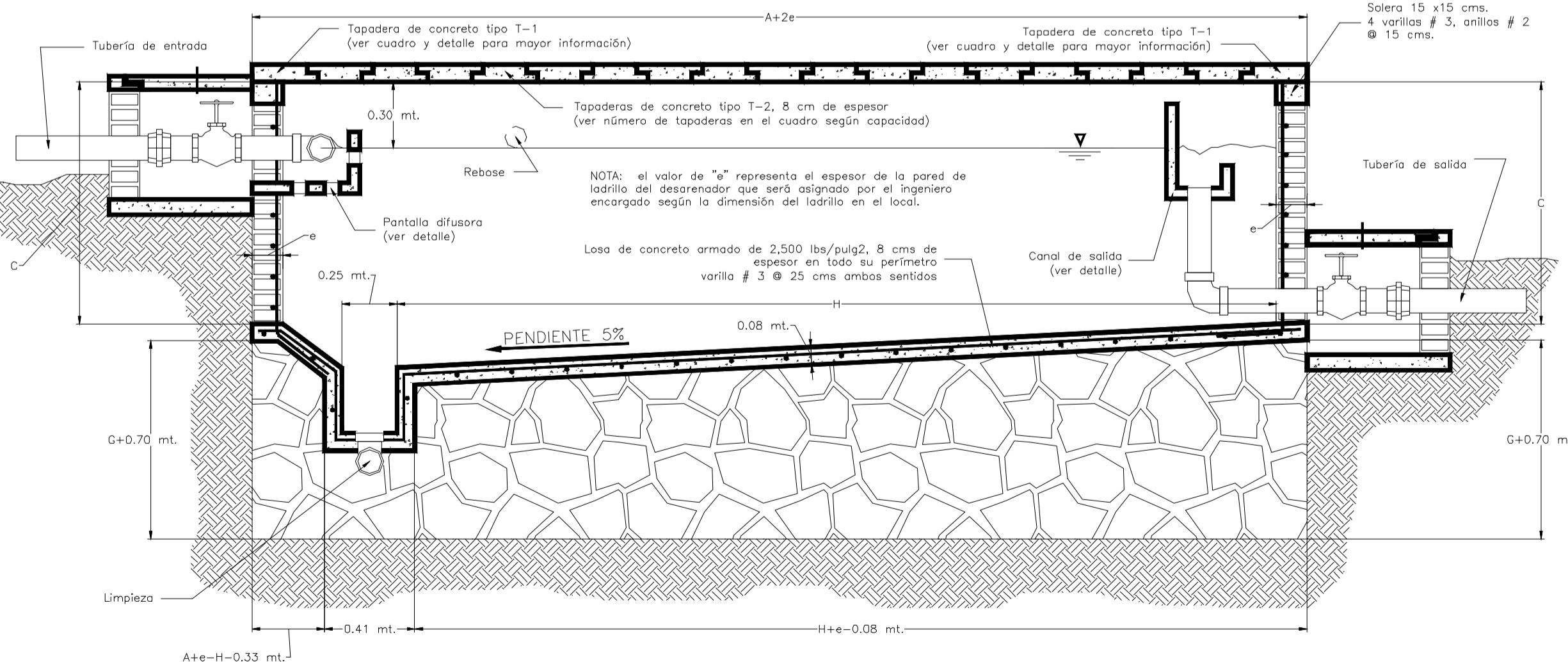
Caudal de Diseño	DIMENSIONAMIENTO EN METROS													Tapaderas		Ø Orificios (cms)		# Orificios		# Hileras	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	T-1	T-2	Fondo	Lateral	Fondo	Lateral	Pondo	Lateral
47 gpm	3.02	0.50	0.75	0.43	0.12	0.27	0.12	2.42	1.17	0.25	0.18	0.35	0.10	2	11	5.00	5.00	10	2	2	1
79 gpm	3.52	0.70	0.85	0.48	0.15	0.30	0.15	2.92	1.49	0.30	0.18	0.37	0.10	2	13	5.00	5.00	10	2	2	1
99 gpm	4.02	0.70	1.05	0.50	0.20	0.35	0.17	3.42	1.52	0.30	0.23	0.40	0.12	2	15	6.00	6.00	10	5	2	1
158 gpm	4.52	0.90	1.10	0.53	0.20	0.35	0.20	4.00	1.60	0.30	0.23	0.43	0.15	2	17	7.00	7.00	10	5	2	1



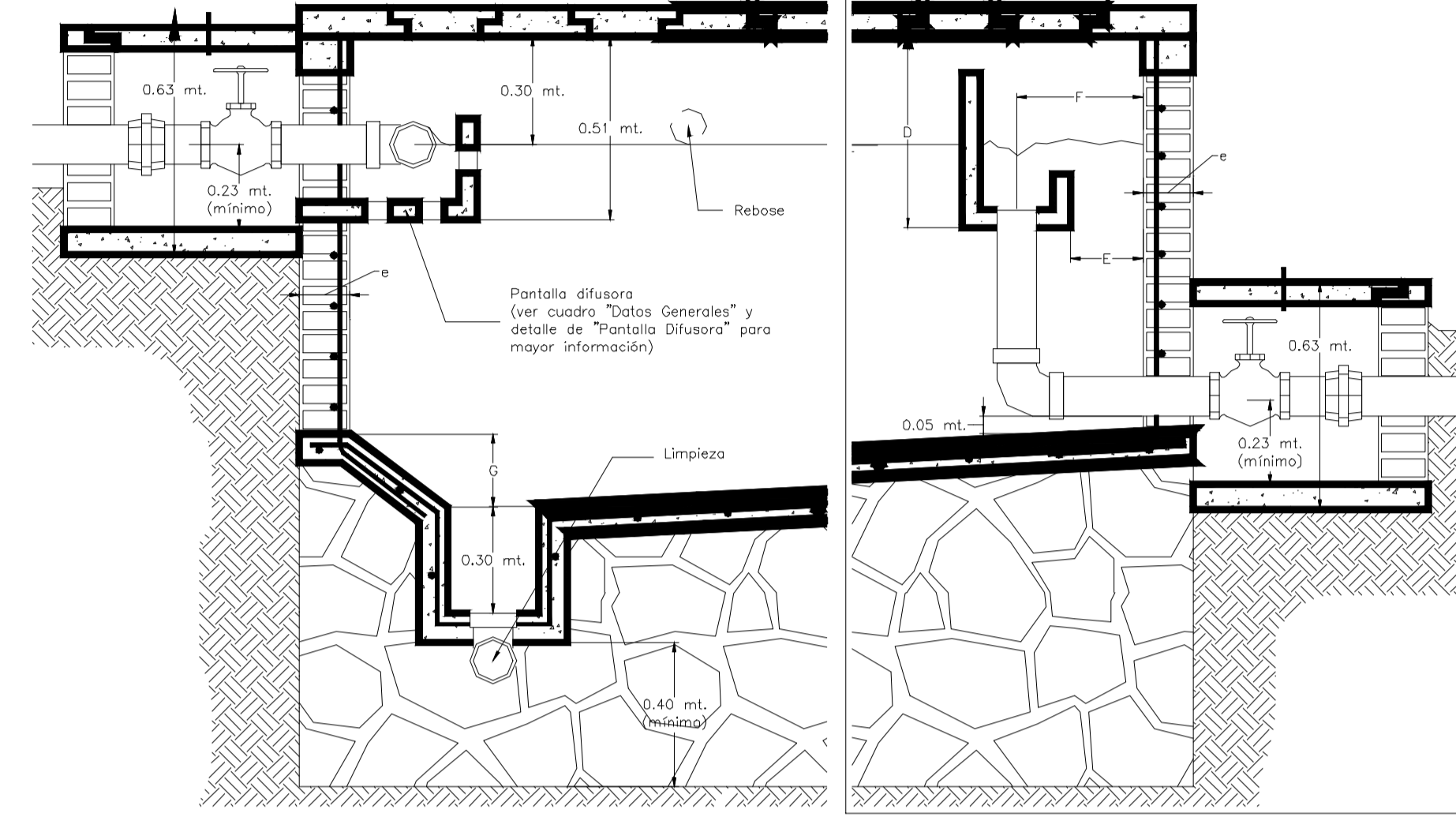
VISTA PLANTA



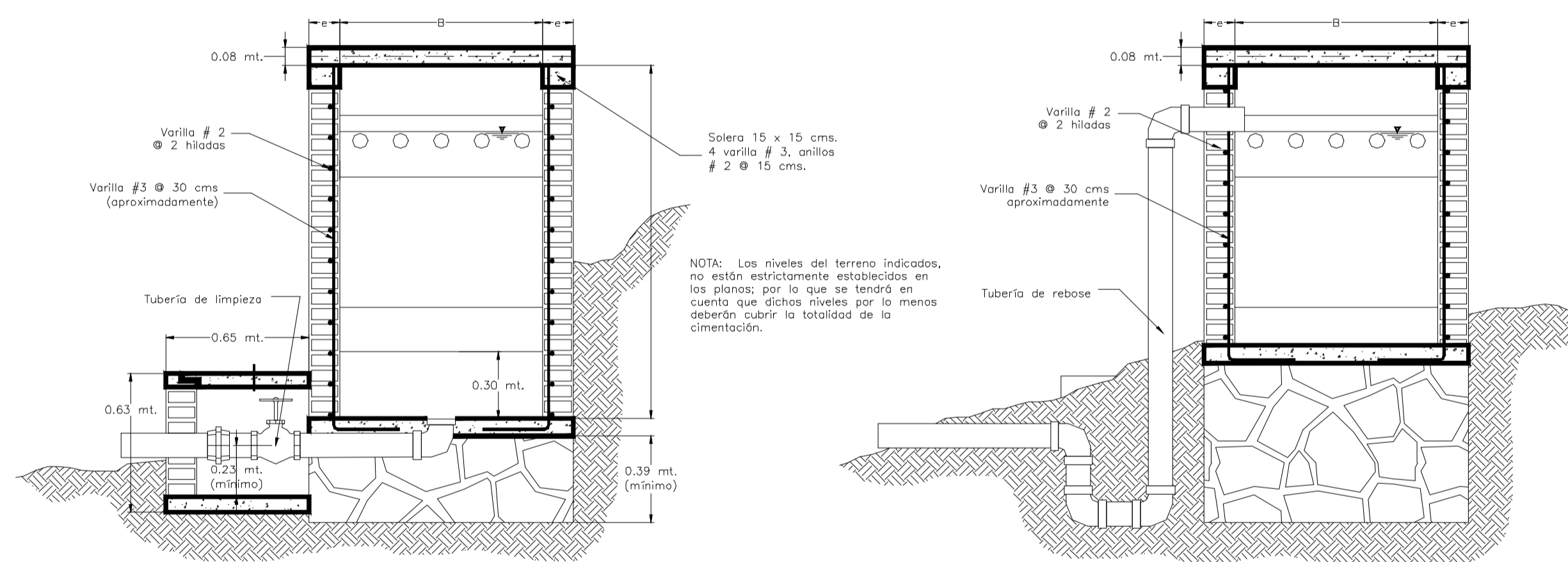
CORTE PLANTA



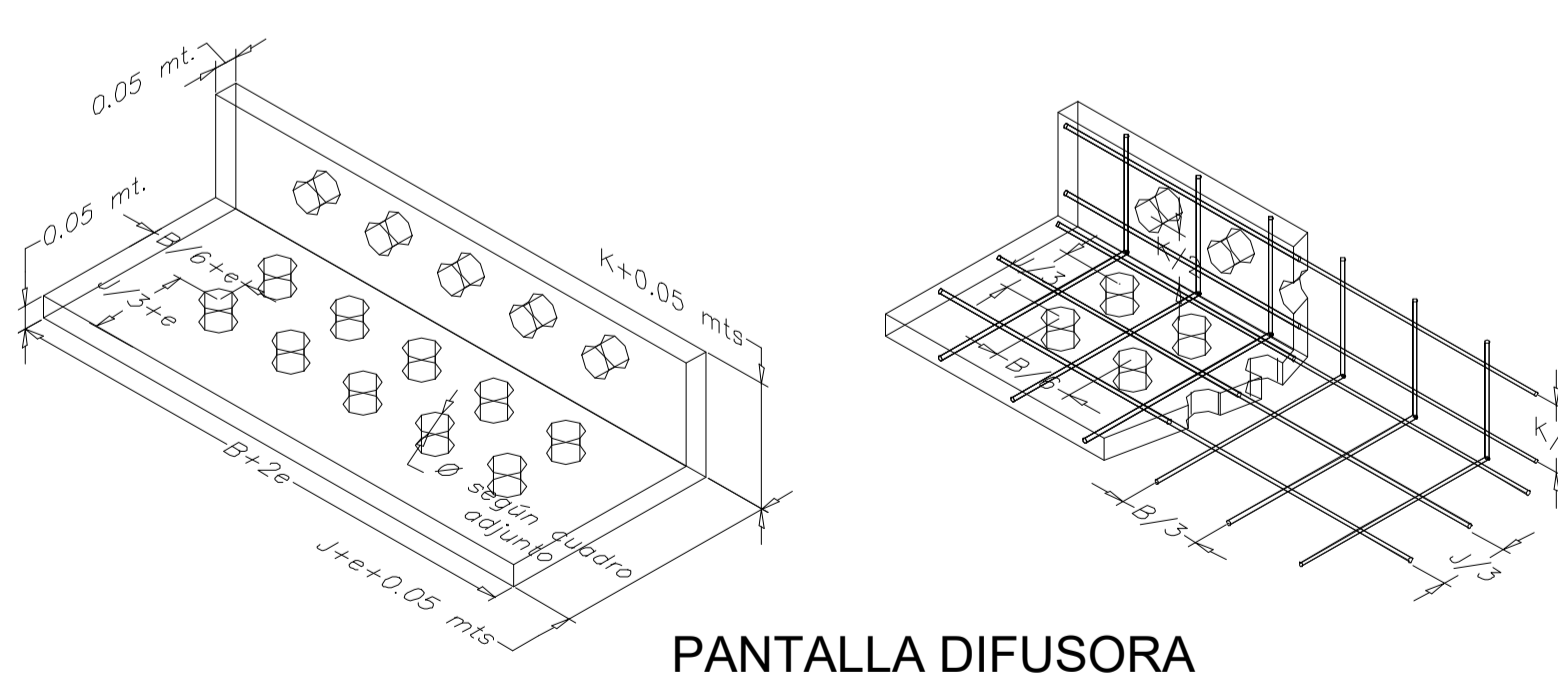
CORTE LONGITUDINAL



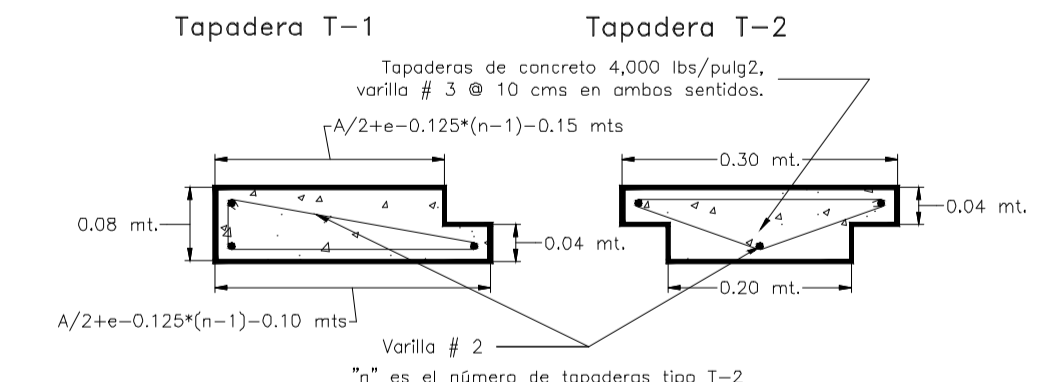
DETALLE PANTALLA DIFUSORA DETALLE SALIDA Y TAPADERAS



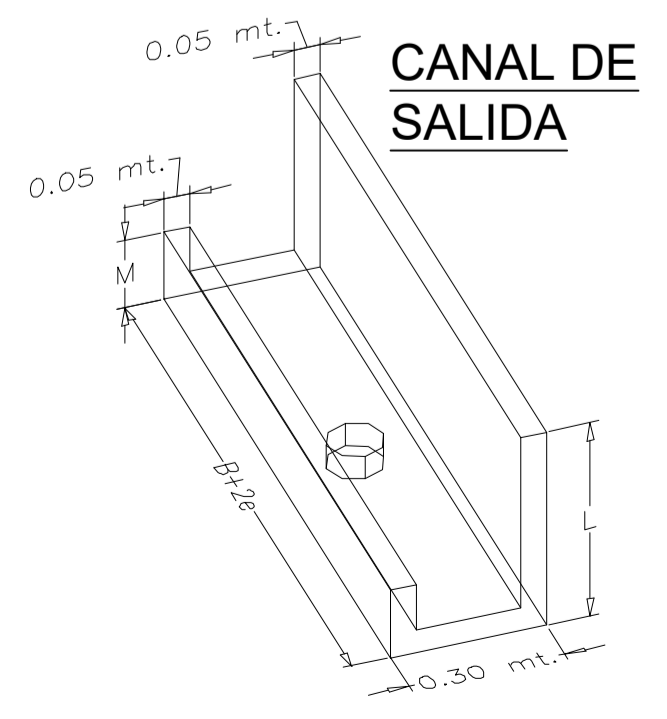
SECCIONES TRANSVERSALES



PANTALLA DIFUSORA



TAPADERAS DE CONCRETO T-1 Y T-2



CANAL DE SALIDA

ESPECIFICACIONES

- 1) Concreto de 2,500 lbs/pulg^2 ; dosificación 1:2:3 con tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ "; concreto de 4,000 lbs/pulg^2 ; dosificación 1:1.5:1.5 con tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ ".
- 2) Varilla de hierro para refuerzo del concreto: grado 40.
- 3) Los traslapes entre varillas serán de 30 cms de longitud como mínimo y la longitud de desarrollo de los ganchos en 90° empotrados en concreto será de 15 cms como mínimo.
- 4) Mampostería: mortero 1:4, piedra no menor de 12".
- 5) Acabados: Se aplicará repello y pulido en toda la obra y en el interior del desarenador se aplicará en adición el afinado tipo "pila" (masilla o pasta de cemento)
- 6) El mortero de repello es de proporción 1:4, al igual que el pulido.
- 7) La pantalla difusora, el canal de salida y las tapaderas para las cajas de válvulas se fundirán con concreto de 4,000 lbs/pulg^2 ; el armado de las tapaderas es varilla # 2 @ 10 cms en ambos sentidos.
- 8) La losa de concreto simple inferior de las cajas de válvulas es de 2,500 lbs/pulg^2 con un espesor de 7 cms.



ESTUDIANTES:
 JOSE BERLIOZ.
 22011021.
 FIORELA ALEGRIA.
 22011099.
 RAQUEL NUILA.
 22041251.

DESCRIPCION:
 DETALLE DE
 DESARENADOR

PROYECTO:
 REDISEÑO DE SISTEMA
 DE AGUA POTABLE EN
 LA COMUNIDAD DE
 SANTA ROSITA, SAN
 ANTONIO DE CORTÉS.

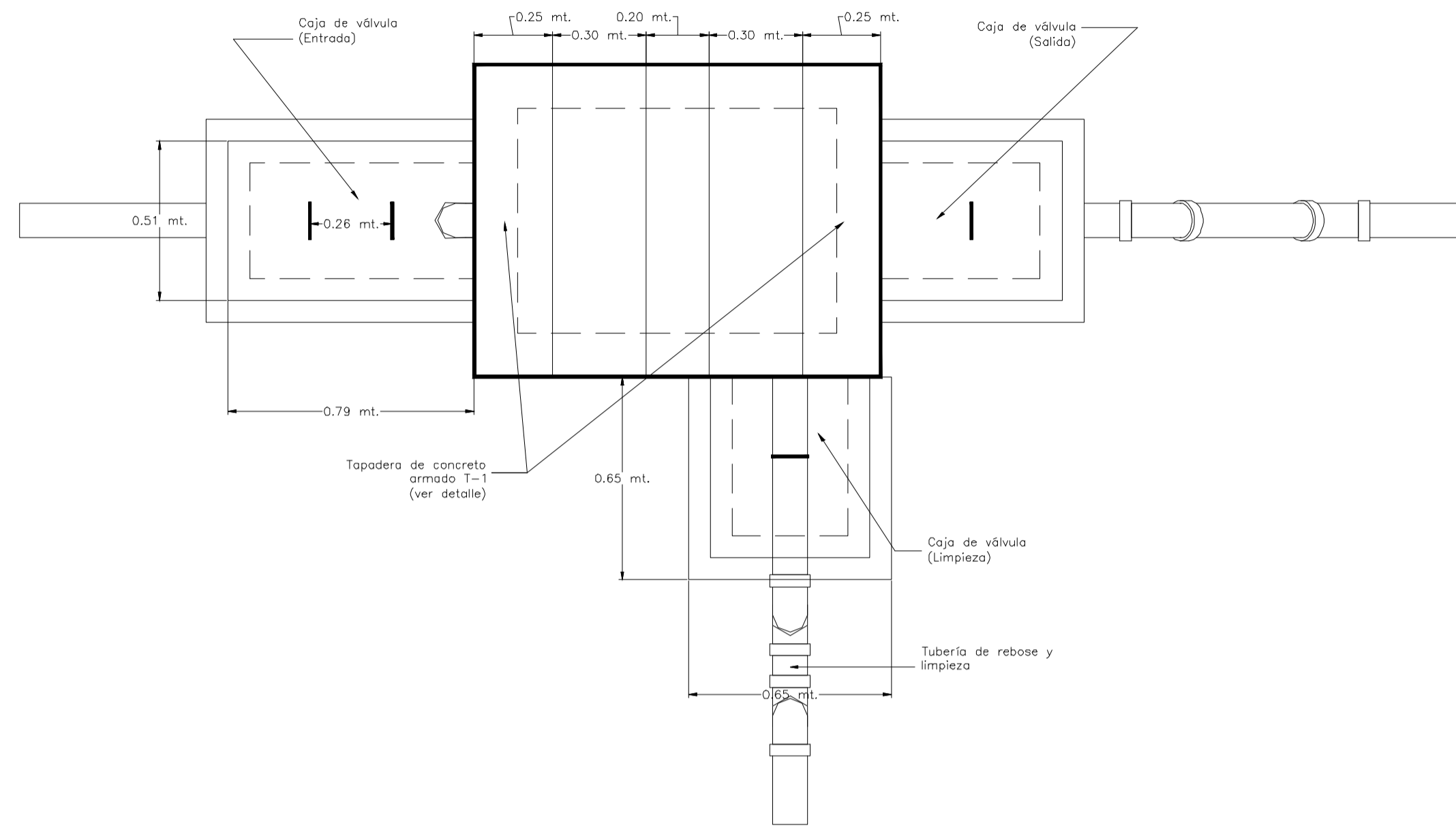
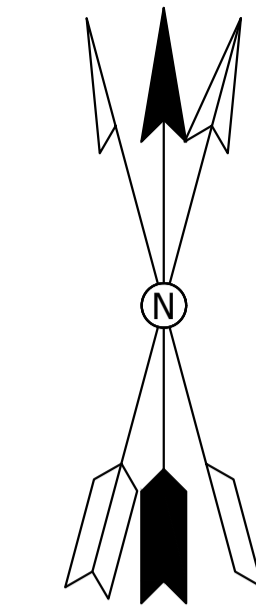
DISEÑO :
 SANAA, 2024

FECHA Y LUGAR:
 FEBRERO, 2025
 UNITEC,
 CAMPUS S.P.S.

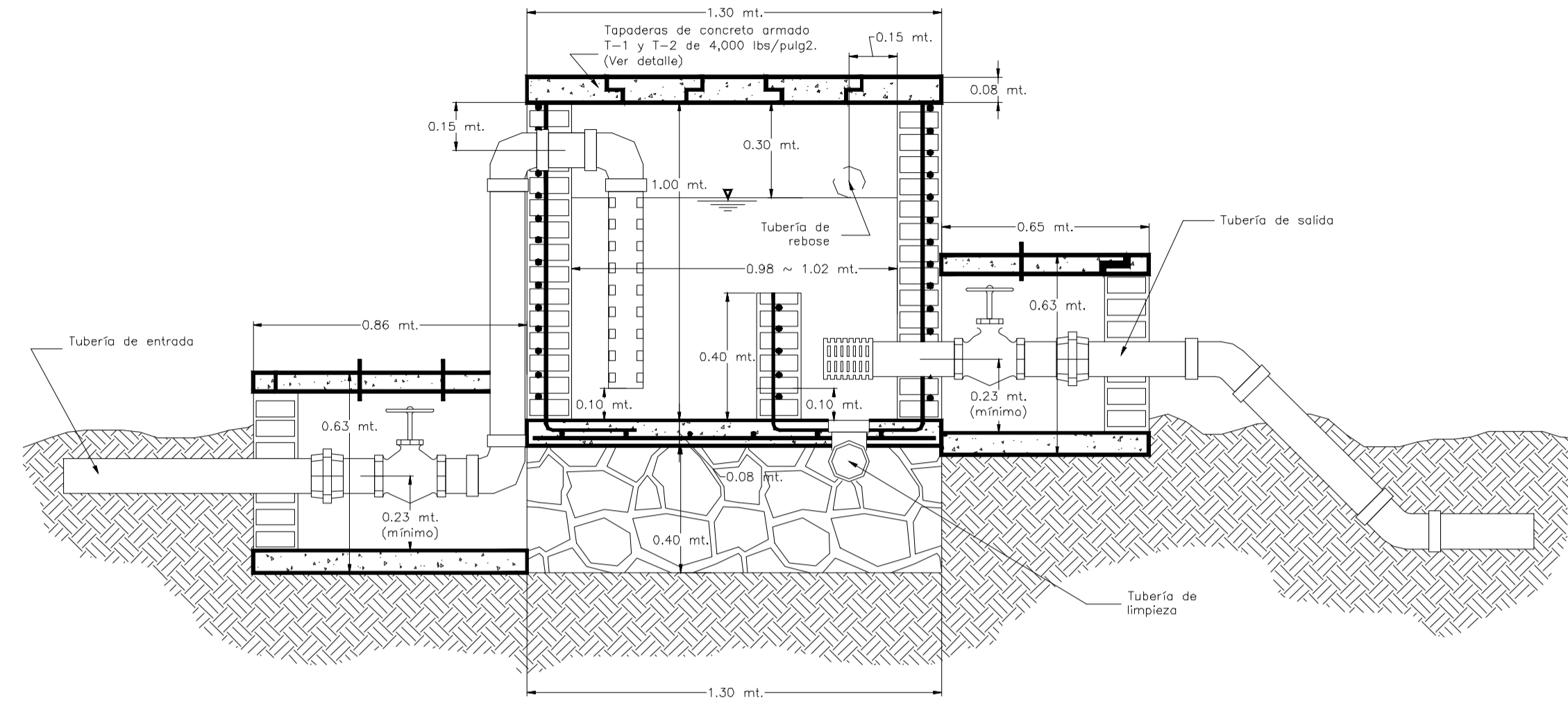
ESCALA:
 1:1250

HOJA:
 11

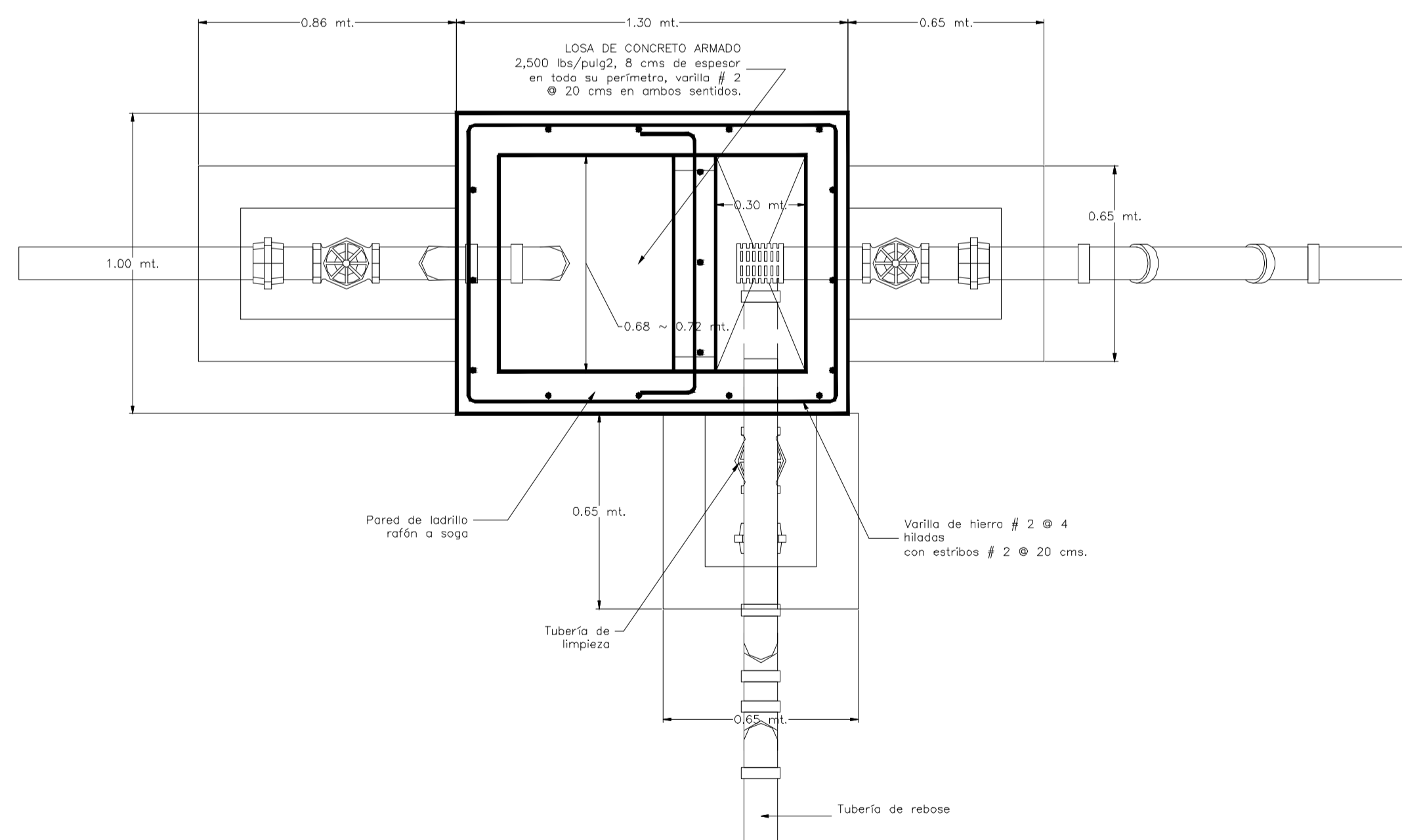
ROMPECARGA



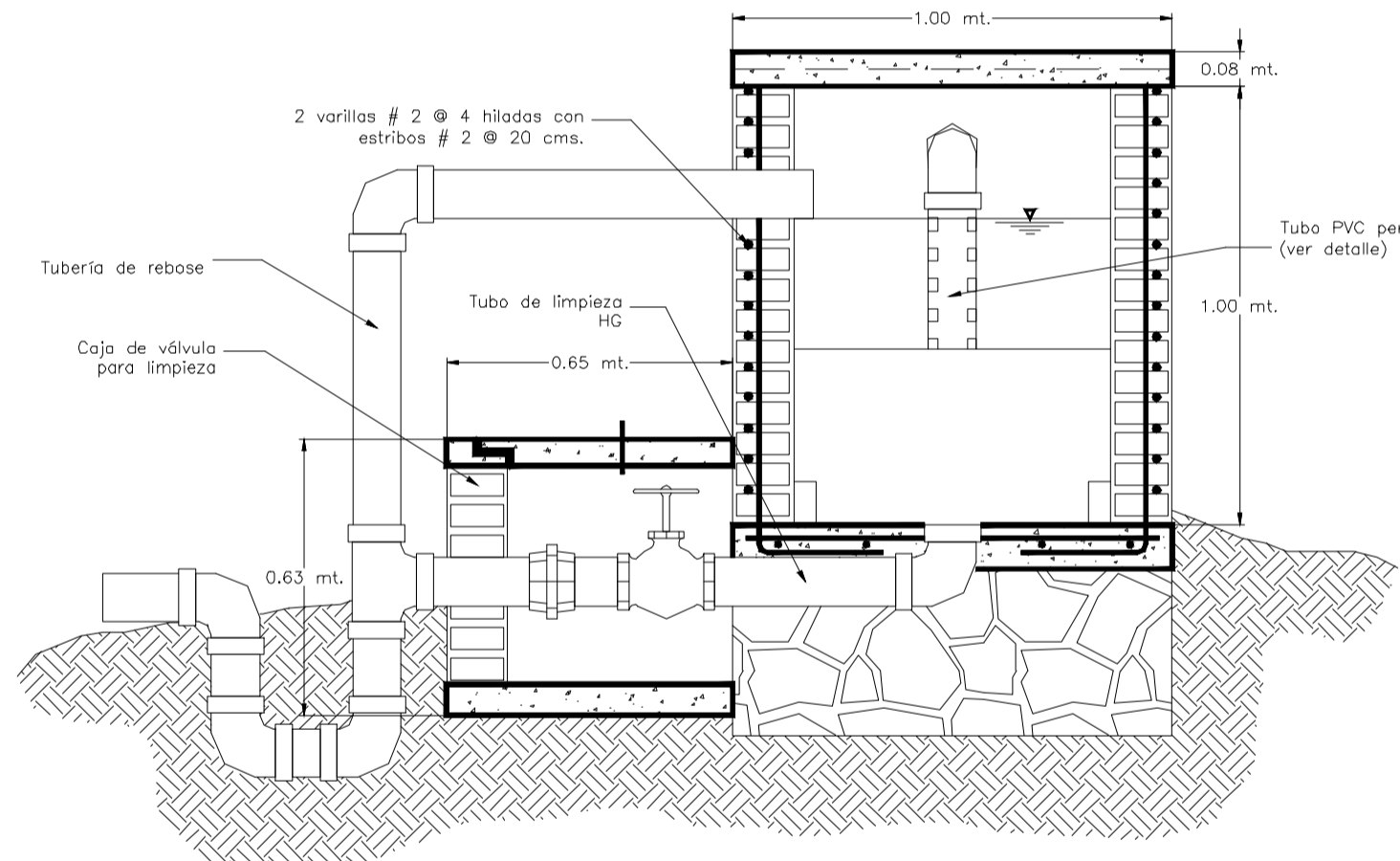
VISTA PLANTA



CORTE LONGITUDINAL

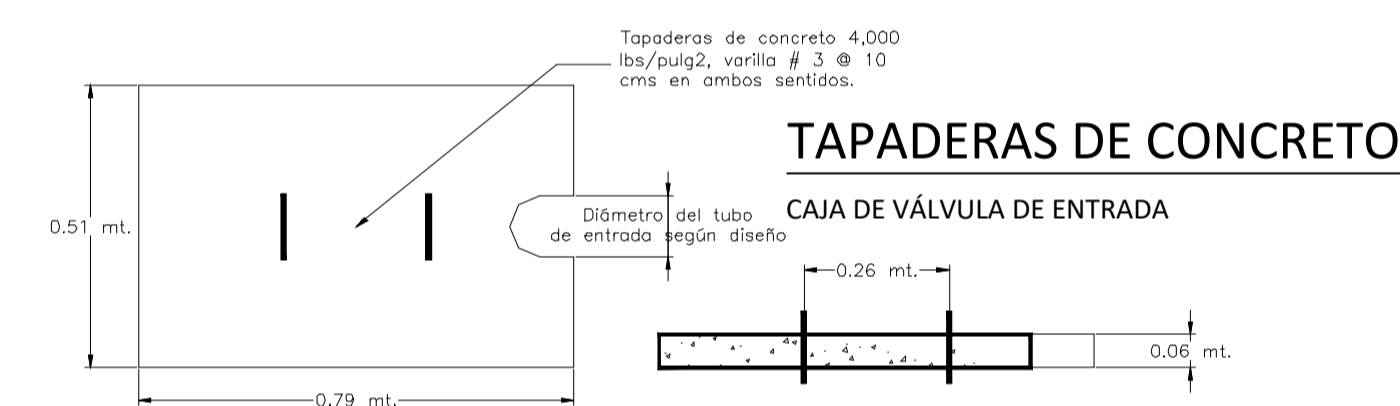


CORTE PLANTA



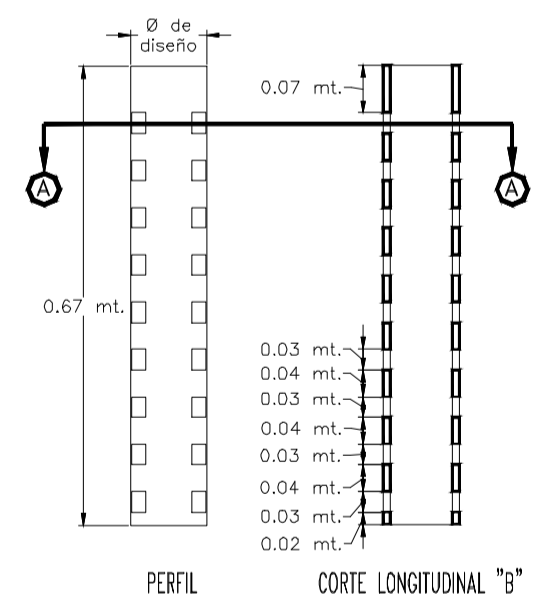
SECCIÓN TRANSVERSAL

NOTA: Los niveles del terreno indicados, no están estrictamente establecidos en los planos; por lo que se tendrá en cuenta que dichos niveles por lo menos deberán cubrir la totalidad de la cimentación.

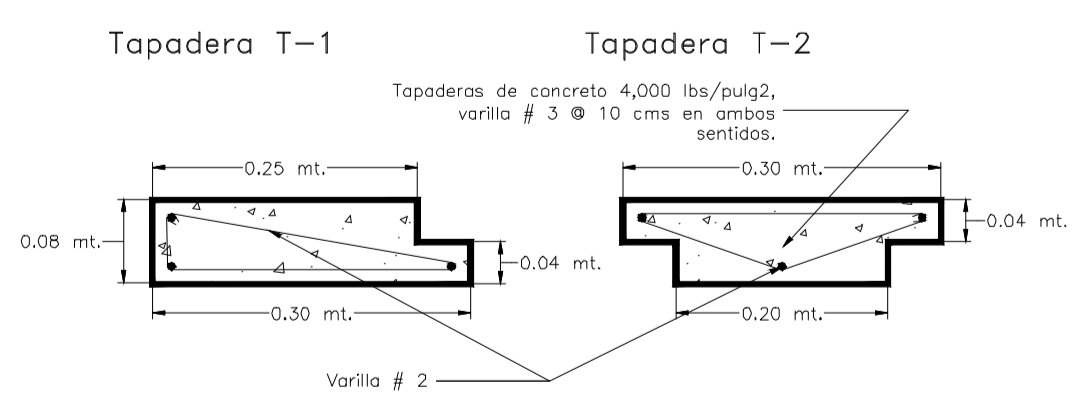


TAPADERAS DE CONCRETO

CAJA DE VÁLVULA DE ENTRADA



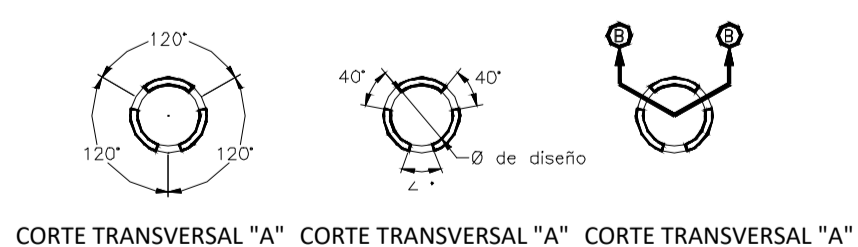
PERFIL CORTE LONGITUDINAL "B"



TAPADERAS DE CONCRETO T-1 Y T-2

ESPECIFICACIONES

- 1) Concreto de 2,500 $\frac{lbs}{pulg^2}$ dosificación 1:2:3 con tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ ";
- 2) concreto de 4,000 $\frac{lbs}{pulg^2}$ dosificación 1:1.5:1.5 con tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ ".
- 3) Varilla de hierro para refuerzo del concreto: grado 40.
- 4) Los traslapes entre varillas serán de 30 cms de longitud como mínimo y la longitud de desarrollo de los ganchos en 90° empotrados en concreto será de 15 cms como mínimo.
- 5) Mampostería: mortero 1:4, piedra no menor de 12".
- 6) Acabados: se aplicará repello y pulido en toda la obra y en el interior del tanque rompecarga se aplicará en adición el afinado tipo "pila" (masilla o pasta de cemento).
- 7) El mortero de repello es de proporción 1:4, al igual que el pulido.
- 8) Las tapaderas para las cajas de válvulas se fundirán con concreto de 4,000 $\frac{lbs}{pulg^2}$, el armado es varilla # 2 @ 10 cms en ambos sentidos.
- 9) La losa de concreto simple inferior de las cajas de válvulas es de 2,500 $\frac{lbs}{pulg^2}$ con un espesor de 7 cms.



CORTE TRANSVERSAL "A" CORTE TRANSVERSAL "A" CORTE TRANSVERSAL "A"

DETALLE TUBO DE ENTRADA



ESTUDIANTES:
JOSE BERLIOZ.
22011021.
FIORELA ALEGRIA.
22011099.
RAQUEL NUILA.
22041251.

DESCRIPCION:
DETALLE
ROMPECARGA

PROYECTO:
REDISEÑO DE SISTEMA
DE AGUA POTABLE EN
LA COMUNIDAD DE
SANTA ROSITA, SAN
ANTONIO DE CORTÉS.

DISEÑO :
SANAA, 2024

FECHA Y LUGAR:
FEBRERO, 2025
UNITEC,
CAMPUS S.P.S.

ESCALA:
1:1250

HOJA:
12

5.7 PRESUPUESTO

A continuación, se muestra el presupuesto para la línea de conducción y red de distribución de agua potable de la comunidad de Santa Rosita, San Antonio de Cortés. Se muestran los costos indirectos, mano de obra y fichas de costo.

Tabla 9 - Explotación Materiales Línea de Conducción

EXPLOTACIÓN DE MATERIALES					
PROYECTO: REDISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE					
Fecha:	26/1/2025				
Elaboró:	José Berlioz, Crystell Alegria y Raquel Nuila				
Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
1	valvula de limpieza	und	1.05	L. 415.00	L. 435.75
2	tuberia hg de 2"	lance	1.05	L. 952.07	L. 999.67
3	adaptador pvc-hg	und	1.05	L. 660.00	L. 693.00
4	arena	m3	121.17	L. 709.64	L. 85,985.14
5	Agua	m3	360.62	L. 0.18	L. 64.91
6	Tuberia de PVC 2") SDR 26 Amanco wavin	Lance	673.15	L. 240.00	L. 161,556.36
7	Pegamento PVC Tangit 52107 1/16 (240ml)	Galon	4.04	L. 320.00	L. 1,292.45
8	Lija No. 28	Unidad	76.89	L. 15.00	L. 1,153.42
9	Pegamento para PVC	Galon	26.88	L. 320.00	L. 8,602.90
10	Codo 90° PVC 2" Liso Potable	und	384.66	L. 32.00	L. 12,309.06
11	Camisa PVC 2" Potable	und	640.10	L. 19.60	L. 12,545.89
12	Codo 45° PVC 2"	und	769.32	L. 13.60	L. 10,462.70
					L. 296,101.25

Tabla 10 - Explotación MO Línea de Conducción

EXPLOTACIÓN DE MANO DE OBRA DIRECTA					
PROYECTO: REDISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE					
Fecha:	26/1/2025				
Elaboró:	José Berlioz, Crystell Alegria y Raquel Nuila				
Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
1	Albañil	jdr	236.41	L. 578.55	L. 136,775.09
2	ayudante	jdr	352.90	L. 420.76	L. 148,484.88
3	Cuadrilla de Topografía	jdr	3.00	L. 4,500.00	L. 13,500.00
4	Fontanero	jdr	145.32	L. 452.32	L. 65,732.71
5	Peon	jdr	2.00	L. 408.78	L. 817.56
					L. 364,492.67

Tabla 11 - Explotación HyE Línea de Conducción

EXPLOTACIÓN DE HERRAMIENTAS Y EQUIPO

PROYECTO: REDISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE

Fecha: 26/1/2025

Elaboró: José Berlioz, Crystell Alegria y Raquel Nuila

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
1	Herramienta menor	%	0.05	L. 364,492.67	L. 18,224.63
2	Bomba manual	jdr	19.23	L. 1,398.12	L. 26,889.90
					L. 45,114.54

Tabla 12 - PCO Línea de Conducción

PRESUPUESTO DE OBRA PARA LÍNEA DE CONDUCCIÓN COMUNIDAD DE SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS						
Obra: Presupuesto de Cantidades de Obra para la Comunidad de Santa Rosita, San Antonio de Cortés				Fecha: 11 de Nov. de 2024		
Atención: Water For People						
PRESUPUESTO DE OBRA						
Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
1 OBRA DE CAPTACIÓN						
1.01	Suministro e instalación de accesorios para captación	GLB	1	L10,530.10	10,530.10	1.03%
TOTAL OBRA DE CAPTACIÓN					10,530.10	1.03%
2 TRABAJOS PRELIMINARES						
2.01	Limpieza manual	ML	3,846.58	L5.52	21,233.12	2.08%
2.02	Trazo y replanteo para tuberías	GLB	1.0000	L154,687.50	154,687.50	15.16%
TOTAL TRABAJOS PRELIMINARES					175,920.62	17.24%
3 MOVIMIENTO DE TIERRAS						
3.01	Excavación de material en terreno suelto con suelto tipo I (material común)	M3	1,846.36	L11.04	20,383.80	2.00%
3.02	Nivelación y conformación de zanjas	ML	3846.58	L56.38	216,870.18	21.26%
3.03	Preparado de camas de apoyo con arena e=5cm	M3	115.40	L962.47	111,066.54	10.89%
3.04	Relleno y compactado de zanja	M3	1730.96	L20.74	35,900.13	3.52%
TOTAL MOVIMIENTO DE TIERRAS					384,220.64	37.66%
4 TUBERÍAS						
4.01	Suministro e Instalación de tendido de tubería PVC potable de 2" de presión SDR-26	ML	3,846.58	L77.68	298,802.33	29.29%
4.02	Instalación y colocación de accesorios línea de conducción	GLB	1.0000	L59,401.56	59,401.56	5.82%
TOTAL TUBERÍAS					358,203.89	35.11%
5 PRUEBAS HIDRÁULICAS						
5.01	Prueba hidráulica y desinfección de tuberías	ML	3,846.58	L23.17	89,125.26	8.74%
TOTAL PRUEBAS HIDRÁULICAS					89,125.26	8.74%
6 LIMPIEZA						
6.01	Limpieza final de obra	GLB	1.0000	L2,177.54	2,177.54	0.21%
TOTAL LIMPIEZA					2,177.54	0.21%
SUBTOTAL PRESUPUESTO					1,020,178.06	100.00%
TOTAL PRESUPUESTO				L	1,020,178.06	

FICHA DE COSTO

PROYECTO: REDISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS

DESCRIPCIÓN: OBRA DE CAPTACION

Actividad: Suministro e instalación de accesorios para captación

Fecha: 26/1/2025

Elaboró: José Berlioz, Crystell Alegria y Raquel Nuila

Item	1.01	Unidad	GLB	Cantidad	1.00	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01	valvula de limpieza	und	1.00	5%	L 415.00	L 435.75
1.02	tuberia hg de 2"	lance	1.00	5%	L 952.07	L 999.67
1.03	adaptador pvc-hg	und	1.00	5%	L 660.00	L 693.00
					Subtotal Mat	L 2,128.42
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total Und	Precio/und	Sub Total
2.01	Albañil	jdr	6.000		578.55	L 3,471.30
2.02	ayudante	jdr	6.00		420.76	L 2,524.56
					Subtotal M.O.	L 5,995.86
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.01	Herramienta menor	%	0.05		L 5,995.86	L 299.79
3.02						L 0.00
3.03						L 0.00
					Subtotal H.E.	L 299.79
					Costo Directo Total	L 8,424.08
					% Indirectos	25.00%
					Costo Final	L 10,530.10
					Costo Unitario Final	10,530.10

FICHA DE COSTO

PROYECTO: REDISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS

DESCRIPCIÓN: TRABAJOS PRELIMINARES

Actividad: Limpieza manual

Fecha: 26/1/2025

Elaboró: José Berlioz, Crystell Alegria y Raquel Nuila

Item	2.01	Unidad	ML	Cantidad	1.00	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01						L 0.00
1.02						L 0.00
1.03						L 0.00
					Subtotal Mat	L 0.00
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total Und	Precio/und	Sub Total
2.01	Ayudante	jdr	0.010		420.76	L 4.21
2.02						L 0.00
					Subtotal M.O.	L 4.21
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.01	Herramienta menor	%	0.05		L 4.21	L 0.21
3.02						L 0.00
3.03						L 0.00
					Subtotal H.E.	L 0.21
					Costo Directo Total	L 4.42
					% Indirectos	25.00%
					Costo Final	L 5.52
					Costo Unitario Final	5.52

FICHA DE COSTO

PROYECTO: REDISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS

DESCRIPCIÓN: TRABAJOS PRELIMINARES

Actividad: Trazo y replanteo para tuberías
 Fecha: 11/2/2025
 Elaboró: José Berlioz, Crystell Alegria y Raquel Nuila

Item	3.02	Unidad	GLB	Cantidad	1.00	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01						L. 0.00
1.02						L. 0.00
1.03						L. 0.00
					Subtotal Mat	L. 0.00
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total Und	Precio/und	Sub Total
2.01	Cuadrilla de Topografía	jdr	25.000		4,500.00	L. 112,500.00
2.02						L. 0.00
					Subtotal M.O.	L. 112,500.00
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.01	Herramienta y equipo menor	%	0.10		L. 112,500.00	L. 11,250.00
3.02						L. 0.00
3.03						L. 0.00
					Subtotal H.E.	L. 11,250.00
					Costo Directo Total	L. 123,750.00
					% Indirectos	25.00%
					Costo Final	L. 154,687.50
					Costo Unitario Final	154,687.50

FICHA DE COSTO

PROYECTO: REDISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS

DESCRIPCIÓN: MOVIMIENTOS DE TIERRA

Actividad: Excavación de material en terreno suelto con suelo tipo I (material comun)
 Fecha: 26/1/2025
 Elaboró: José Berlioz, Crystell Alegria y Raquel Nuila

Item	3.01	Unidad	M3	Cantidad	1.00	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01						L. 0.00
1.02						L. 0.00
1.03						L. 0.00
					Subtotal Mat	L. 0.00
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total Und	Precio/und	Sub Total
2.01	Ayudante	Jdr	0.020		420.76	L. 8.42
2.02						L. 0.00
					Subtotal M.O.	L. 8.42
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.01	Herramienta menor	%	0.05		L. 8.42	L. 0.42
3.02						L. 0.00
3.03						L. 0.00
					Subtotal H.E.	L. 0.42
					Costo Directo Total	L. 8.84
					% Indirectos	25.00%
					Costo Final	L. 11.04
					Costo Unitario Final	11.04

FICHA DE COSTO

PROYECTO: REDISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS

DESCRIPCIÓN: MOVIMIENTOS DE TIERRA

Actividad: Nivelación y conformación de zanjas
 Fecha: 26/1/2025
 Elaboró: José Berlioz, Crystell Alegria y Raquel Nuila

Item	3.02	Unidad	ML	Cantidad	1.00	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01						L. 0.00
1.02						L. 0.00
1.03						L. 0.00
						Subtotal Mat
						L. 0.00
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total Und	Precio/und	Sub Total
2.01	Albañil	Jdr	0.050		578.55	L. 28.93
2.02	Ayudante	Jdr	0.03		420.76	L. 14.03
						Subtotal M.O.
						L. 42.95
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.01	Herramienta menor	%	0.05		L. 42.95	L. 2.15
3.02						L. 0.00
3.03						L. 0.00
						Subtotal H.E.
						L. 2.15
						Costo Directo Total
						L. 45.10
						% Indirectos
						25.00%
						Costo Final
						L. 56.38
						Costo Unitario Final
						56.38

FICHA DE COSTO

PROYECTO: REDISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS

DESCRIPCIÓN: MOVIMIENTOS DE TIERRA

Actividad: Preparado de camas de apoyo con arena e=5cm
 Fecha: 26/1/2025
 Elaboró: José Berlioz, Crystell Alegria y Raquel Nuila

Item	3.03	Unidad	M3	Cantidad	1.00	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01	arena	m3	1.00	5%	L. 709.64	L. 745.12
1.02						L. 0.00
1.03						L. 0.00
						Subtotal Mat
						L. 745.12
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total Und	Precio/und	Sub Total
2.01	Albañil	Jdr	0.030		578.55	L. 17.36
2.02	Ayudante	Jdr	0.02		420.76	L. 6.31
						Subtotal M.O.
						L. 23.67
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.01	Herramienta menor	%	0.05		L. 23.67	L. 1.18
3.02						L. 0.00
3.03						L. 0.00
						Subtotal H.E.
						L. 1.18
						Costo Directo Total
						L. 769.97
						% Indirectos
						25.00%
						Costo Final
						L. 962.47
						Costo Unitario Final
						962.47

FICHA DE COSTO

PROYECTO: REDISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS

DESCRIPCIÓN: MOVIMIENTOS DE TIERRA

Actividad: Relleno y compactado de zanja
 Fecha: 26/1/2025
 Elaboró: José Berlioz, Crystell Alegria y Raquel Nuila

Item	3.04	Unidad	M3	Cantidad	1.00	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RENDIMIENTO	ESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01	Agua	m3	0.10	25%	L. 0.18	L. 0.02
1.02						L. 0.00
1.03						L. 0.00
					Subtotal Mat	L. 0.02
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total Und	Precio/und	Sub Total
2.01	Albañil	Jdr	0.020		578.55	L. 11.57
2.02	Ayudante	Jdr	0.01		420.76	L. 4.21
					Subtotal M.O.	L. 15.78
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.01	Herramienta menor	%	0.05		L. 15.78	L. 0.79
3.02						L. 0.00
3.03						L. 0.00
					Subtotal H.E.	L. 0.79
					Costo Directo Total	L. 16.59
					% Indirectos	25.00%
					Costo Final	L. 20.74
					Costo Unitario Final	20.74

FICHA DE COSTO

PROYECTO: REDISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS

DESCRIPCIÓN: TUBERIAS

Actividad: Suministro e Instalación de tendido de tubería PVC potable de 2" de presión SDR-26
 Fecha: 26/1/2025
 Elaboró: José Berlioz, Crystell Alegria y Raquel Nuila

Item	4.01	Unidad	ML	Cantidad	1.00	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01	Tubería de PVC 2" SDR 26 Amanco wavin	Lance	0.167	5%	L. 240.00	L. 42.00
1.02	Pegamento PVC Tangit 52107 1/16 (240ml)	Galon	0.001	5%	L. 320.00	L. 0.34
1.03	Lija No. 28	Unidad	0.005	5%	L. 15.00	L. 0.08
					Subtotal Mat	L. 42.41
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total Und	Precio/und	Sub Total
2.01	Fontanero	Jdr	0.022		452.32	L. 9.95
2.02	Ayudante	Jdr	0.02		420.76	L. 8.84
					Subtotal M.O.	L. 18.79
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.01	Herramienta menor	%	0.05		L. 18.79	L. 0.94
3.02						L. 0.00
3.03						L. 0.00
					Subtotal H.E.	L. 0.94
					Costo Directo Total	L. 62.14
					% Indirectos	25.00%
					Costo Final	L. 77.68
					Costo Unitario Final	77.68

FICHA DE COSTO

PROYECTO: REDISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS

DESCRIPCIÓN: TUBERIAS

Actividad: Instalación y colocación de accesorios línea de conducción
 Fecha: 26/1/2025
 Elaboró: José Berlioz, Crystell Alegria y Raquel Nuila

Item	4.02	Unidad	GLB	Cantidad	1.00	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01	Pegamento para PVC	Galón	25.604	5%	L. 320.00	L. 8,602.90
1.02	Codo 90° PVC 2" Liso Potable	und	384.658	0%	L. 32.00	L. 12,309.06
1.03	Camisa PVC 2" Potable	und	640.097	0%	L. 19.60	L. 12,545.89
1.04	Codo 45° PVC 2"	und	769.3160	0%	L. 13.60	L. 10,462.70
1.05	Lija No. 28	Unidad	54.000	5%	L. 15.00	L. 850.50
						Subtotal Mat
						L. 44,771.05
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total Und	Precio/und	Sub Total
2.01	Fontanero	Jdr	3.000		452.32	L. 1,356.96
2.02	Ayudante	Jdr	3.00		420.76	L. 1,262.28
						Subtotal M.O.
						L. 2,619.24
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.01	Herramienta menor	%	0.05		L. 2,619.24	L. 130.96
3.02						L. 0.00
3.03						L. 0.00
						Subtotal H.E.
						L. 130.96
						Costo Directo Total
						L. 47,521.25
						% Indirectos
						25.00%
						Costo Final
						L. 59,401.56
						Costo Unitario Final
						59,401.56

FICHA DE COSTO

PROYECTO: REDISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS

DESCRIPCIÓN: PRUEBAS HIDRAULICAS

Actividad: Prueba hidráulica y desinfección de tuberías
 Fecha: 26/1/2025
 Elaboró: José Berlioz, Crystell Alegria y Raquel Nuila

Item	5.01	Unidad	ML	Cantidad	1.00	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01	Agua	m3	0.03	25%	L. 0.18	L. 0.01
1.02						L. 0.00
1.03						L. 0.00
						Subtotal Mat
						L. 0.01
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total Und	Precio/und	Sub Total
2.01	Fontanero	Jdr	0.015		452.32	L. 6.78
2.02	Ayudante	Jdr	0.01		420.76	L. 4.21
						Subtotal M.O.
						L. 10.99
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.01	Herramienta menor	%	0.05		L. 10.99	L. 0.55
3.02	Bomba manual	jdr	0.01		L. 1,398.12	L. 6.99
3.03						L. 0.00
						Subtotal H.E.
						L. 7.54
						Costo Directo Total
						L. 18.54
						% Indirectos
						25.00%
						Costo Final
						L. 23.17
						Costo Unitario Final
						23.17

FICHA DE COSTO

PROYECTO: REDISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS

DESCRIPCIÓN: LIMPIEZA

Actividad: Limpieza final de obra
 Fecha: 26/1/2025
 Elaboró: José Berlioz, Crystell Alegria y Raquel Nuila

Item	6.01	Unidad	GLB	Cantidad	1.00	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RENDIMIE NTO	ESPERDICI O	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01						L. 0.00
1.02						L. 0.00
1.03						L. 0.00
				Subtotal Mat		L. 0.00
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Total Und	Precio/und	Sub Total
2.01	Ayudante	Jdr	2.000		420.76	L. 841.52
2.02	Peon	Jdr	2.00		408.78	L. 817.56
						Subtotal M.O.
						L. 1,659.08
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/und	Sub Total
3.01	Herramienta menor	%	0.05		L. 1,659.08	L. 82.95
3.02						L. 0.00
3.03						L. 0.00
						Subtotal H.E.
						L. 82.95
						Costo Directo Total
						L. 1,742.03
						% Indirectos
						25.00%
						Costo Final
						L. 2,177.54
						Costo Unitario Final
						2,177.54

Tabla 13 - PCO Red de Distribución

PRESUPUESTO DE OBRA PARA RED DE DISTRIBUCIÓN						
Obra: Presupuesto de Cantidades de Obra para la Comunidad de Santa Rosita, San Antonio de Cortés					Fecha: 11 de Nov. de 2024	
Atención: Water For People						
PRESUPUESTO DE OBRA						
Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
1 PRELIMINARES						
1.01	Replanteo de centro de red de distribución	GLB	1.0000	L123,750.00	L123,750.00	22.53%
TOTAL PRELIMINARES					123,750.00	22.53%
2 MOVIMIENTO DE TIERRA						
2.01	Excavación de zanja para tubería con retroexcavadora suelo tipo I h=0.80 cm	M3	437.3520	L258.68	113,135.25	20.60%
2.02	Relleno con capa de arena e=5cm	M3	27.3345	L1,043.99	28,536.99	5.20%
2.03	Demolición de pavimento existente	M2	465.7800	L13.81	6,430.65	1.17%
2.04	Relleno con material en sitio	M3	615.2800	L44.80	27,565.16	5.02%
TOTAL MOVIMIENTO DE TIERRA					175,668.04	31.99%
3 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA						
3.01	Suministro e instalación de tendido de tubería PVC potable de 1" de presión SDR-26	ML	607.5700	L84.16	51,131.35	9.31%
3.02	Suministro e instalación de tendido de tubería PVC potable de 2" de presión SDR-26	ML	303.5800	L256.24	77,789.79	14.16%
TOTAL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA					128,921.15	23.48%
4 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS						
4.01	Suministro e instalación codo 45° PVC 2" liso, ASTM D-2466 SCH-40	UND	2.0000	L57.13	114.25	0.02%
4.02	Suministro e instalación codo 45° PVC 1" liso, ASTM D-2466 SCH-40	UND	3.0000	L54.93	164.78	0.03%
4.03	Suministro e instalación codo 90° PVC 1" liso, SCH-40	UND	1.0000	L60.64	60.64	0.01%
4.04	Suministro e Instalación Tee PVC 1" liso, ASTMD-2466 SCH-40 Wavin	UND	4.0000	L159.35	637.39	0.12%
4.05	Suministro e instalación Yee PVC 2" liso, SCH-40 Wavin	UND	1.0000	L81.91	81.91	0.01%
4.06	Suministro e instalación Yee PVC 1" liso, SCH-40 Wavin	UND	2.0000	L67.24	134.49	0.02%
TOTAL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS					1,193.45	0.22%
5 PRUEBA HIDROSTÁTICA						
5.01	Prueba hidrostática	ML	911.1500	L42.95	39,136.05	7.13%
TOTAL TUBERÍAS					39,136.05	7.13%
6 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULAS						
6.01	Válvula de control Balin Vienna 111 El Castor 2" de bola	UND	6.0000	L4,680.10	28,080.62	5.11%
6.02	Suministro e Instalación de válvula Reguladora De Presion 2" Hfd Pn16 Brida Amanco wavin	UND	2.0000	L25,928.22	51,856.45	9.44%
TOTAL PRUEBAS HIDRÁULICAS					79,937.07	14.56%
7 LIMPIEZA						
7.01	Limpieza final de obra	GLB	1.0000	L578.55	578.55	0.11%
TOTAL LIMPIEZA					578.55	0.11%
SUBTOTAL PRESUPUESTO					549,184.30	100.00%
TOTAL PRESUPUESTO				L	549,184.30	

PROYECTO	RED DE SITRIBUCIÓN					
UBICACIÓN	SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS					
FECHA	27/1/2025					
Descripción:	Replanteo de centro de red de distribución					
		Unidad	ML	Cantidad		1
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
1.00	MATERIALES					
1.01	ADAPTADOR HEMBRA DE PVC DE 2"	UND	16.00	0.01	L. 26.45	L. 427.43
1.02	ADAPTADOR MACHO DE PVC DE 2"	UND	16.00	0.01	L. 27.60	L. 446.02
1.03	AGUA	M3	88.86	0.25	L. 192.00	L. 21,327.44
1.04	ARENA DE RIO LAVADA	M3	27.33	0.00	L. 816.09	L. 22,307.30
1.05	CAJA DE REGISTRO PREFABRICADA	UND	8.00	0.01	L. 1,828.50	L. 14,774.28
1.06	CAMISA HG DE 2"	UND	4.00	0.01	L. 120.75	L. 487.83
1.07	CODO PVC 1"X45° POTABLE	UND	3.00	0.02	L. 13.92	L. 42.58
1.08	CODO PVC 1"X90° POTABLE	UND	1.00	0.02	L. 18.40	L. 18.77
1.09	CODO PVC 2"X45° POTABLE	UND	2.00	0.02	L. 15.64	L. 31.91
1.10	CODO PVC 2"X45° POTABLE	UND	2.00	0.02	L. 15.64	L. 31.91
1.11	Estacas	UND	911.15	0.00	L. 16.10	L. 14,669.52
1.12	LIJA No. 28	PLIEGOS	11.67	0.05	L. 13.34	L. 163.41
1.13	NIPLES	UND	24.00	0.01	L. 201.25	L. 4,878.30
1.14	PEGAMENTO PARA PVC	GAL	4.66	0.01	L. 1,339.75	L. 6,306.68
1.15	TEE PVC 1" LISO	UND	4.00	0.02	L. 15.93	L. 64.98
1.16	TUBO PVC 1" SDR-26	UNIDAD	101.26	0.02	L. 276.00	L. 28,507.18
1.17	TUBO PVC 2"	UNIDAD	51.61	0.02	L. 865.44	L. 45,557.64
1.18	UNIÓN UNIVERSAL	UND	8.00	0.01	L. 20.11	L. 162.52
1.19	VÁLVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DE 2"	UND	6.00	0.01	L. 840.19	L. 5,091.55
1.20	VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN 2"	UND	2.00	0.01	L. 14,434.72	L. 29,158.12
1.21	YEE PVC 1" LISO	UND	2.00	0.02	L. 23.58	L. 48.09
1.22	YEE PVC 2" LISO	UND	1.00	0.02	L. 35.08	L. 35.78
						Subtotal de materiales
						L. 194,539.24
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
2.00	MANO DE OBRA					
2.01	ALBAÑIL	JDR	0.82	---	L. 578.55	L. 474.43
2.02	Ayudante	JDR	56.67	---	L. 420.76	L. 23,843.45
2.03	FONTANERO	JDR	72.57	---	L. 452.32	L. 32,825.98
2.04	Operador de retroexcavadora	JDR	14.43	---	L. 473.56	L. 6,834.71
2.05	PEÓN	JDR	24.61	---	L. 396.20	L. 9,750.96
2.06	Topógrafo	JDR	2.28	---	L. 820.48	L. 1,868.95
						Subtotal mano de obra
						L. 75,598.48
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
3.00	HERRAMIENTAS Y EQUIPO					
3.01	HERRAMIENTA MENOR	%	----	---	---	L. 3,473.99
3.02	RETROEXCAVADORA DE LLANTA	HR	54.67	0	L. 1,476.69	L. 80,729.17
3.03	BOMBA MANUAL	JDR	4.56	0	L. 1,398.12	L. 6,369.49
						Subtotal herramientas y equipo
						L. 90,572.64
						Costo directo total
						L360,710.36
						Costo Indirecto (%)
						25%
						Costo final
						L450,887.95
						Costo unitario final
						L450,887.95

FICHA DE COSTO						
PROYECTO	RED DE SITRIBUCIÓN					
UBICACIÓN	SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS					
FECHA	27/1/2025					
Descripción:	Excavación de zanja para tubería con retroexcavadora suelo tipo I h=0.80 cm					
		Unidad		M3	Cantidad	1
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
1.00	MATERIALES					
1.01						L0.00
					Subtotal de materiales	L0.00
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
2.00	MANO DE OBRA					
2.01	Operador de retroexcavadora	JDR	0.03		L473.56	L15.63
2.02	Ayudante	JDR	0.016		L420.76	L6.73
					Subtotal mano de obra	22.36
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
3.00	HERRAMIENTAS Y EQUIPO					
3.01	RETROEXCAVADORA DE LLANTA	HR	0.125		L1,476.69	184.58625
					Subtotal herramientas y equipo	L184.59
					Costo directo total	L206.95
					Costo Indirecto (%)	25%
					Costo final	L258.68
					Costo unitario final	L258.68

FICHA DE COSTO						
PROYECTO	RED DE SITRIBUCIÓN					
UBICACIÓN	SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS					
FECHA	27/1/2025					
Descripción:	Relleno con capa de arena e=5cm					
		Unidad		M3	Cantidad	1
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
1.00	MATERIALES					
1.01	ARENA DE RIO LAVADA	M3	1.00		L816.09	L816.09
					Subtotal de materiales	L816.09
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
2.00	MANO DE OBRA					
2.01	ALBAÑIL	JDR	0.03		L578.55	L17.36
2.02	AYUDANTE	JDR	0.015		L420.76	L6.31
					Subtotal mano de obra	23.67
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
3.00	HERRAMIENTAS Y EQUIPO					
3.01	HERRAMIENTA MENOR	%	5		L23.67	L1.18
						0
					Subtotal herramientas y equipo	L1.18
					Costo directo total	L840.94
					Costo Indirecto (%)	25%
					Costo final	L1,051.17
					Costo unitario final	L1,051.17

FICHA DE COSTO						
PROYECTO	RED DE SITRIBUCIÓN					
UBICACIÓN	SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS					
FECHA	27/1/2025					
Descripción:	Demolición de pavimento existente					
		Unidad		M2	Cantidad	1
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
1.00	MATERIALES					
1.01						L0.00
					Subtotal de materiales	L0.00
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
2.00	MANO DE OBRA					
2.01	AYUDANTE	JDR	0.025		L420.76	L10.52
					Subtotal mano de obra	10.52
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
3.00	HERRAMIENTAS Y EQUIPO					
3.01	HERRAMIENTA MENOR	%	5		L10.52	L0.53
					Subtotal herramientas y equipo	L0.53
					Costo directo total	L11.04
					Costo Indirecto (%)	25%
					Costo final	L13.81
					Costo unitario final	L13.81

FICHA DE COSTO						
PROYECTO	RED DE SITRIBUCIÓN					
UBICACIÓN	SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS					
FECHA	27/1/2025					
Descripción:	Suministro e instalación de tendido de tubería PVC potable de 1" de presión SDR-26					
		Unidad		ML	Cantidad	1
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
1.00	MATERIALES					
1.01	TUBO PVC 1" SDR-26	UNIDAD	0.17	2%	L276.00	L46.92
1.02	PEGAMENTO PARA PVC	GAL	0.0050	1%	L1,339.75	L6.77
1.03	LIJA	PLIEGOS	0.01	5%	L13.34	L0.19
					Subtotal de materiales	L53.88
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
2.00	MANO DE OBRA					
2.01	FONTANERO	JDR	0.014		L452.32	L6.33
2.02	AYUDANTE	JDR	0.014		L420.76	L5.89
					Subtotal mano de obra	12.22
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
3.00	HERRAMIENTAS Y EQUIPO					
3.01	HERRAMIENTA MENOR	%	10		L12.22	L1.22
					Subtotal herramientas y equipo	L1.22
					Costo directo total	L67.33
					Costo Indirecto (%)	25%
					Costo final	L84.16
					Costo unitario final	L84.16

FICHA DE COSTO						
PROYECTO	RED DE SITRIBUCIÓN					
UBICACIÓN	SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS					
FECHA	27/1/2025					
Descripción:	Suministro e instalación de tendido de tubería PVC potable de 2" de presión SDR-26					
		Unidad		ML	Cantidad	1
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
1.00	MATERIALES					
1.01	TUBO PVC 2"	UNIDAD	0.17	2%	L865.44	L150.07
1.02	PEGAMENTO PARA PVC	GAL	0.0050	1%	L1,339.75	L6.77
1.03	LIJA	PLIEGOS	0.01	5%	L13.34	L0.14
					Subtotal de materiales	L156.97
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
2.00	MANO DE OBRA					
2.01	FONTANERO	JDR	0.05		L452.32	L22.62
2.02	AYUDANTE	JDR	0.05		L420.76	L21.04
					Subtotal mano de obra	43.65
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
3.00	HERRAMIENTAS Y EQUIPO					
3.01	HERRAMIENTA MENOR	%	10		L43.65	L4.37
					Subtotal herramientas y equipo	L4.37
					Costo directo total	L204.99
					Costo Indirecto (%)	25%
					Costo final	L256.24
					Costo unitario final	L256.24

FICHA DE COSTO						
PROYECTO	RED DE SITRIBUCIÓN					
UBICACIÓN	SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS					
FECHA	27/1/2025					
Descripción:	Suministro e instalación codo 45° PVC 2" liso, ASTM D-2466 SCH-40					
		Unidad		UND	Cantidad	1
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
1.00	MATERIALES					
1.01	CODO PVC 2"X45° POTABLE	UND	1.00	2%	L15.64	L15.95
1.02	PEGAMENTO PARA PVC	GLN	0.0050	1%	L1,339.75	L6.77
1.03	LIJA No. 28	PLIEGOS	0.01	5%	L13.34	L0.14
					Subtotal de materiales	L22.86
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
2.00	MANO DE OBRA					
2.01	FONTANERO	JDR	0.05		L452.32	L22.62
					Subtotal mano de obra	22.62
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
3.00	HERRAMIENTAS Y EQUIPO					
3.01	HERRAMIENTA MENOR	%	1		L22.62	L0.23
					Subtotal herramientas y equipo	L0.23
					Costo directo total	L45.70
					Costo Indirecto (%)	25%
					Costo final	L57.13
					Costo unitario final	L57.13

FICHA DE COSTO						
PROYECTO	RED DE SITRIBUCIÓN					
UBICACIÓN	SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS					
FECHA	27/1/2025					
Descripción:	Suministro e instalación codo 45° PVC 1" liso, ASTM D-2466 SCH-40					
		Unidad		UND	Cantidad	1
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
1.00	MATERIALES					
1.01	CODO PVC 1"X45° POTABLE	UND	1.00	2%	L13.92	L14.19
1.02	PEGAMENTO PARA PVC	GLN	0.0050	1%	L1,339.75	L6.77
1.03	LIJA	PLIEGOS	0.01	5%	L13.34	L0.14
					Subtotal de materiales	L21.10
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
2.00	MANO DE OBRA					
2.01	FONTANERO	JDR	0.05		L452.32	L22.62
					Subtotal mano de obra	22.62
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
3.00	HERRAMIENTAS Y EQUIPO					
3.01	HERRAMIENTA MENOR	%	1		L22.62	L0.23
					Subtotal herramientas y equipo	L0.23
					Costo directo total	L43.94
					Costo Indirecto (%)	25%
					Costo final	L54.93
					Costo unitario final	L54.93

FICHA DE COSTO						
PROYECTO	RED DE SITRIBUCIÓN					
UBICACIÓN	SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS					
FECHA	27/1/2025					
Descripción:	Suministro e instalación codo 90° PVC 1" liso, SCH-40					
		Unidad	UND	Cantidad		1
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
1.00	MATERIALES					
1.01	CODO PVC 1"X90° POTABLE	UND	1.00	2%	L18.40	L18.77
1.02	PEGAMENTO PARA PVC	GLN	0.0050	1%	L1,339.75	L6.77
1.03	LIJA	PLIEGOS	0.01	5%	L13.34	L0.14
					Subtotal de materiales	L25.67
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
2.00	MANO DE OBRA					
2.01	FONTANERO	JDR	0.05		L452.32	L22.62
					Subtotal mano de obra	22.62
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
3.00	HERRAMIENTAS Y EQUIPO					
3.01	HERRAMIENTA MENOR	%	1		L22.62	L0.23
					Subtotal herramientas y equipo	L0.23
					Costo directo total	L48.52
					Costo Indirecto (%)	25%
					Costo final	L60.64
					Costo unitario final	L60.64

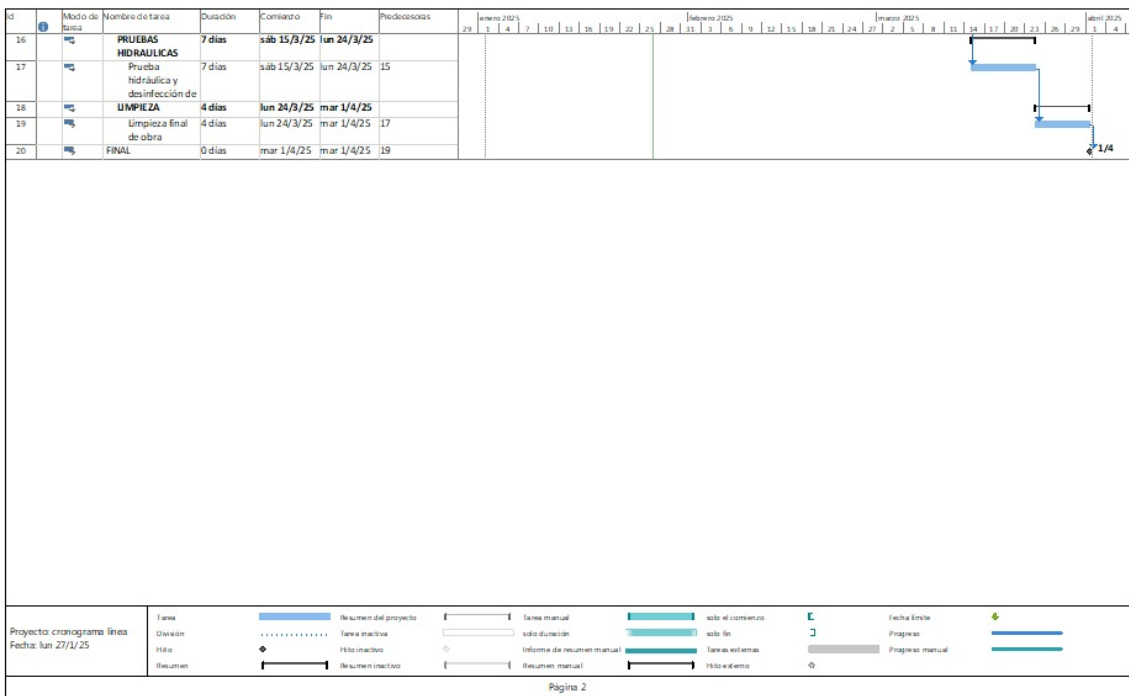
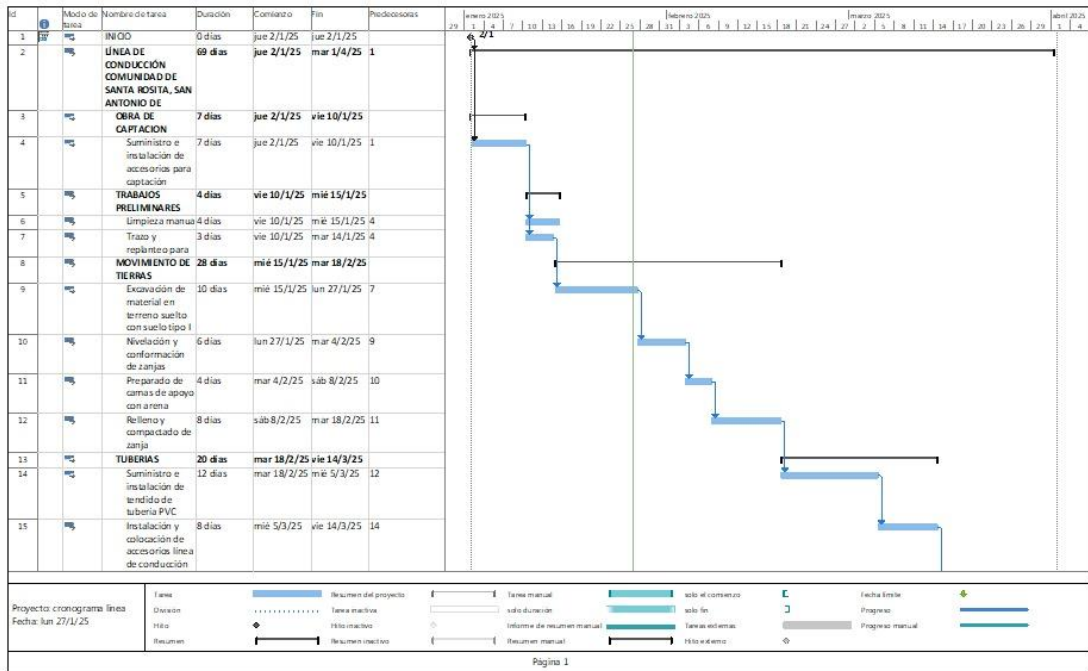
FICHA DE COSTO						
PROYECTO	RED DE SITRIBUCIÓN					
UBICACIÓN	SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS					
FECHA	27/1/2025					
Descripción:	Suministro e Instalación Tee PVC 1" liso, ASTM-D-2466 SCH-40 Wavin					
		Unidad		UND	Cantidad	1
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
1.00	MATERIALES					
1.01	TEE PVC 1" LISO	UND	1.00	2%	L15.93	L16.25
1.02	PEGAMENTO PARA PVC	GLN	0.0050	1%	L17,475.00	L88.25
1.03	LIJA	PLIEGOS	0.01	5%	L13.34	L0.14
					Subtotal de materiales	L104.63
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
2.00	MANO DE OBRA					
2.01	FONTANERO	JDR	0.05		L452.32	L22.62
					Subtotal mano de obra	22.62
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
3.00	HERRAMIENTAS Y EQUIPO					
3.01	HERRAMIENTA MENOR	%	1		L22.62	L0.23
					Subtotal herramientas y equipo	L0.23
					Costo directo total	L127.48
					Costo Indirecto (%)	25%
					Costo final	L159.35
					Costo unitario final	L159.35

FICHA DE COSTO						
PROYECTO	RED DE SITRIBUCIÓN					
UBICACIÓN	SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS					
FECHA	27/1/2025					
Descripción:	Suministro e instalación Yee PVC 2" liso, SCH-40 Wavin					
		Unidad		UND	Cantidad	1
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
1.00	MATERIALES					
1.01	YEE PVC 2" LISO	UND	1.00	2%	L35.08	L35.78
1.02	PEGAMENTO PARA PVC	GLN	0.0050	1%	L1,339.75	L6.77
1.03	LIJA	PLIEGOS	0.01	5%	L13.34	L0.14
					Subtotal de materiales	L42.68
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
2.00	MANO DE OBRA					
2.01	FONTANERO	JDR	0.05		L452.32	L22.62
					Subtotal mano de obra	22.62
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
3.00	HERRAMIENTAS Y EQUIPO					
3.01	HERRAMIENTA MENOR	%	1		L22.62	L0.23
					Subtotal herramientas y equipo	L0.23
					Costo directo total	L65.52
					Costo Indirecto (%)	25%
					Costo final	L81.91
					Costo unitario final	L81.91

FICHA DE COSTO						
PROYECTO	RED DE SITRIBUCIÓN					
UBICACIÓN	SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS					
FECHA	27/1/2025					
Descripción:	Suministro e instalación Yee PVC 1" liso, SCH-40 Wavin					
		Unidad	UND	Cantidad		1
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
1.00	MATERIALES					
1.01	YEE PVC 1" LISO	UND	1.00	2%	L23.58	L24.05
1.02	PEGAMENTO PARA PVC	GLN	0.0050	1%	L1,339.75	L6.77
1.03	LIJA	PLIEGOS	0.01	5%	L13.34	L0.14
					Subtotal de materiales	L30.95
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
2.00	MANO DE OBRA					
2.01	FONTANERO	JDR	0.05		L452.32	L22.62
					Subtotal mano de obra	22.62
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
3.00	HERRAMIENTAS Y EQUIPO					
3.01	HERRAMIENTA MENOR	%	1		L22.62	L0.23
					Subtotal herramientas y equipo	L0.23
					Costo directo total	L53.79
					Costo Indirecto (%)	25%
					Costo final	L67.24
					Costo unitario final	L67.24

FICHA DE COSTO						
PROYECTO	RED DE SITRIBUCIÓN					
UBICACIÓN	SANTA ROSITA, SAN ANTONIO DE CORTÉS					
FECHA	27/1/2025					
Descripción:	Válvula de control Balin Vienna 111 El Castor 2" de bola					
		Unidad		ML	Cantidad	1
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
1.00	MATERIALES					
1.01	PEGAMENTO PARA PVC	GLN	0.005	1%	L1,339.75	L6.77
1.02	VÁLVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DE 2"	UND	1.000	1%	L840.19	L848.59
1.03	ADAPTADOR MACHO DE PVC DE 2"	UND	2.000	1%	L27.60	L55.75
1.04	LIJA No. 28	UND	0.010	1%	L13.34	L0.13
1.05	UNIÓN UNIVERSAL	UND	1.000	1%	L20.11	L20.31
1.06	ADAPTADOR HEMBRA DE PVC DE 2"	UND	2.000	1%	L26.45	L53.43
1.07	NIPLES	UND	3.000	1%	L201.25	L609.79
1.08	CAJA DE REGISTRO PREFABRICADA	UND	1.000	1%	L1,828.50	L1,846.79
					Subtotal de materiales	L3,441.56
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
2.00	MANO DE OBRA					
2.01	FONTANERO	JDR	0.33		L452.32	L149.27
2.02	AYUDANTE	JDR	0.33		L420.76	L138.85
					Subtotal mano de obra	288.12
Item	Concepto	Unidad	Cant. / Rendimiento	Desperdicio	Unitario	Importe
3.00	HERRAMIENTAS Y EQUIPO					
3.01	HERRAMIENTA MENOR	%	5		L288.12	L14.41
3.02						
					Subtotal herramientas y equipo	L14.41
					Costo directo total	L3,744.08
					Costo indirecto (%)	25%
					Costo final	L4,680.10
					Costo unitario final	L4,680.10

Tabla 14 - Cronograma Línea de Conducción



VI. CONCLUSIONES

1. A partir del análisis topográfico, se establecieron las características de la línea de conducción y la red de distribución. La línea de conducción presenta una elevación máxima de 414.23 msnm y una mínima de 221.87 msnm. En la red de distribución se registró una elevación máxima de 233.459 msnm y una mínima de 140.47 msnm.
2. La evaluación física del tanque de distribución existente concluye la necesidad de realizar un mantenimiento regular y reparaciones para abordar las fisuras identificadas, que podrían comprometer su integridad y funcionamiento. El tanque de almacenamiento existente cuenta con una capacidad de 10,000 galones, lo que ha permitido determinar su viabilidad para el rediseño del sistema de abastecimiento. Por lo tanto, se concluye que la capacidad del tanque es adecuada para integrarse al nuevo diseño del sistema de abastecimiento.
3. La definición del tipo, diámetro y accesorios de tubería óptimos para la línea de conducción y la red de distribución de agua potable ha resultado en la selección de tuberías de PVC con especificación SDR26 y un diámetro de 2 pulgadas para ambas. Además, se han considerado accesorios, como válvulas, codos, tees y uniones, para el control del flujo, la posibilidad de realizar mantenimiento y las interconexiones necesarias en el sistema.

VII. RECOMENDACIONES

1. Asegurarse de que las tuberías de PVC de 2 pulgadas para la línea de conducción y para la red de distribución cumplan con las normas de calidad y resistencia adecuadas para soportar las presiones y condiciones del terreno. Verificar que las pendientes de la línea de conducción y de la red de distribución se mantengan dentro de los parámetros óptimos para facilitar el flujo y evitar acumulaciones de aire o sedimentos en las tuberías al momento de la construcción.
2. Se recomienda realizar un mantenimiento físico del tanque de almacenamiento para garantizar su funcionamiento óptimo, basado en el análisis superficial elaborado. Este mantenimiento incluiría la limpieza y aplicación de recubrimiento anticorrosivo en áreas donde se ha identificado corrosión, lo que se haría mediante una limpieza mecánica o arenado y la posterior aplicación de pintura epóxicas. En las válvulas desgastadas, se procederá a su sustitución y ajuste de juntas para evitar fugas, verificando su funcionamiento tras la instalación. En cuanto a la acumulación de sedimentos, se vaciará el tanque y se realizará una limpieza interna con lavado a presión, mejorando los filtros de entrada para prevenir nuevas acumulaciones. Se aplicará un nuevo recubrimiento impermeable en áreas donde el revestimiento esté dañado, tras limpiar las superficies y aplicar varias capas de recubrimiento protector. Además, se revisarán las juntas del tanque para sustituir las defectuosas, mejorando su resistencia y realizando pruebas de estanqueidad. Todo esto se acompañará de inspecciones periódicas para asegurar que las condiciones físicas del tanque se mantengan estables.
3. Se recomienda que la toma de agua del sistema de abastecimiento sea de uso exclusivo para la comunidad de Santa Rosita, evitando su utilización para fines privados o individuales no relacionados con el suministro comunitario. Esta medida influye en la equidad en la distribución del recurso hídrico y asegurar que todos los habitantes tengan acceso suficiente y continuo al agua potable. El uso privado o no autorizado podría comprometer la capacidad del sistema y afectar negativamente la disponibilidad de agua para el resto de la población.

BIBLIOGRAFÍA

- ASALE, R.-, & RAE. (s. f.). *Trípode | Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Recuperado 16 de agosto de 2024, de <https://dle.rae.es/trípode>
- Baston Topografico De Fibra De Carbono Metrico Para REACH RS+ REACH RS2—*
Max3Design. (2020, mayo 2). <https://max3design.com.mx/producto/baston-topografico-fibra-de-carbon-reach-rs/>
- Bazaanah, P., & Mothapo, R. A. (2024). Sustainability of drinking water and sanitation delivery systems in rural communities of the Lepelle Nkumpi Local Municipality, South Africa. *Environment, Development and Sustainability*, 26(6), Article 6. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03190-4>
- Carranza, M. L., & Celaya, G. (2014). Una estrategia para favorecer la comprensión y el aprendizaje en las ciencias morfológicas: Presentaciones en powerpoint. *RELIEVE - Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 9(2). <https://doi.org/10.7203/relieve.9.2.4335>
- Cervantes, A., Velázquez, M., Pimentel, J. L., Cervantes, A., Velázquez, M., & Pimentel, J. L. (2017). Gobierno y administración local del agua potable en la Ciénega de Chapala, Michoacán, México. *Tecnología y ciencias del agua*, 8(1), 65-80. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-01-05>
- Chimbo, H. M. R., Chimbo, I. L. C. R., & Eras, J. P. G. (2023). Análisis de las juntas administradoras de agua potable y saneamiento en las parroquias rurales y zonas

- periurbanas del Cantón Guaranda. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), Article 3. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6274
- Daniel, D., Prawira, J., Djono, T. P. A., Subandriyo, S., Rezagama, A., & Purwanto, A. (2021). A system dynamics model of the community-based rural drinking water supply program (Pamsimas) in Indonesia. *Water (Switzerland)*, 13(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/w13040507>
- Gemeda, S. T., Springer, E., Gari, S. R., Birhan, S. M., & Bedane, H. T. (2021). The importance of water quality in classifying basic water services: The case of Ethiopia, SDG6.1, and safe drinking water. *PLoS ONE*, 16(8 August), Article 8 August. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248944>
- Gonzalez Puentes, A. (2024). *Recopilación y generación de documentación BIM a partir de levantamiento de información con LiDAR terrestre*. <http://hdl.handle.net/11396/8216>
- Gudiel, H. (s. f.). *Dando un Paso Firme para Suministrar Agua de Calidad en San Antonio de Cortes*.
- HiPer VR - Receptor GNSS versátil de alta tecnología | Topcon Positioning*. (s. f.). Recuperado 16 de agosto de 2024, de <https://mytopcon.topconpositioning.com/es/gnss/receptores-gnss/hiper-vr>
- Hua, B., Mu, R., Shi, H., Inniss, E., & Yang, J. (2016). Water quality in selected small drinking water systems of missouri rural communities. *Beverages*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/beverages2020010>

Huisman, undefined L. (1988). Sistema de Abastecimiento de Agua para Pequeñas Comunidades. *Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Del Ambiente (CEPIS)*, 18, undefined-undefined.

Javier, A. R. V., & Sención, A. P. (2012). PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN EL SECTOR AGUA POTABLE PARA UNA COMUNIDAD RURAL: CASO DE SABANA DE LOS JAVIERES EN BAYAGUANA, PROVINCIA MONTE PLATA, REPÚBLICA DOMINICANA. *Ciencia y Sociedad*.

Mejía, A., Castillo, O., & Vera, R. (2016). Agua potable y saneamiento en la nueva ruralidad de América Latina. *Agua Para El Desarrollo*, undefined-undefined.

Rivera-Contreras, Á. L. (2018). Evaluación de los modelos de gestión de proyectos rurales de agua potable y saneamiento básico implementados en los llanos de Colombia. *DYNA*, 85(204), 289-295. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n204.67539>

Rossman, L. A. (s. f.). *EPANET 2 MANUAL DEL USUARIO*.

SANAA. (2003). *Normas de Diseño para Acueductos Rurales* (p. 84). SERVICIO AUTÓNOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS.

Suárez-Serrano, A., Baldioceda-Garro, Á., Durán-Sanabria, G., Rojas-Conejo, J., Rojas-Cantillano, D., Guillén-Watson, A., Suárez-Serrano, A., Baldioceda-Garro, Á., Durán-Sanabria, G., Rojas-Conejo, J., Rojas-Cantillano, D., & Guillén-Watson, A. (2019). Seguridad hídrica: Gestión del agua en comunidades rurales del Pacífico Norte de Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(2), 25-46. <https://doi.org/10.15359/rca.53-2.2>

Sutphin, J. (2006). *AutoCAD 2006 VBA: A Programmer's Reference*. Apress.

Trimble C5 5"—Estación Total—Geocom. (s. f.). Recuperado 16 de agosto de 2024, de <https://www.geocom.cl/products/estacion-total-trimble-c5-5>

Varela, A. M. V. (2012). *Microsoft Word: Aprenda a usar y dominar este procesador de texto*. Ideaspropias Editorial S.L.

Villner. (2024). *Prisma topográfica: ¿Qué es y sus tipos?* <https://villner.cl/prisma-topografica-que-es-y-sus-tipos/>

Wilson, K. (2014). Microsoft Excel 2013. En K. Wilson (Ed.), *Using Microsoft Office 2013: With Windows 8* (pp. 59-79). Apress. https://doi.org/10.1007/978-1-4302-6689-1_4

Zúñiga, M. G., Avilés, M., Lamiña, A., Izurieta, C., Zúñiga, M. G., Avilés, M., Lamiña, A., & Izurieta, C. (2024). Estudio del comportamiento del consumo horario residencial de agua potable en el cantón Guano parroquia el Rosario. *Revista Digital Novasinerгия*, 7(2), 18-35. <https://doi.org/10.37135/ns.01.14.02>

ANEXOS



Anexo 1 - Inicio del levantamiento topográfico de la línea de conducción

Fuente: (Propia, 2024)



Anexo 2 - Toma de puntos en zonas de pendiente pronunciada durante el levantamiento topográfico de la línea de conducción

Fuente: (Propia, 2024)



Anexo 3 - Levantamiento de puntos para la línea de conducción utilizando GPS RTK Hiper VR Topcon

Fuente: (Propia, 2024)



Anexo 4 - Tanque de almacenamiento existente en la comunidad

Fuente: (Propia, 2024)



Anexo 5 - Tramo proyectado para la red de distribución

Fuente: (Propia, 2024)



Anexo 6 - Aforo de la obra de toma para medir el caudal

Fuente: (Propia, 2024)