



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN Y PREDISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, SECTOR
SAN ANTONIO DE TRABANA – PARROQUIA SANTA ANA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Civil

AUTORES: MATEO SEBASTIAN BARRIONUEVO PINTADO
ANTHONY BACILIO ORELLANA URGILES

TUTOR: ING. RUBÉN FERNANDO JERVES COBO. PHD.

Cuenca - Ecuador

2025

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Mateo Sebastian Barrionuevo Pintado con documento de identificación N° 0107194599 y Anthony Bacilio Orellana Urgiles con documento de identificación N° 0350106456; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 28 de julio del 2025

Atentamente,



Mateo Sebastian Barrionuevo Pintado

0107194599



Anthony Bacilio Orellana Urgiles

0350106456

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Mateo Sebastián Barrionuevo Pintado con documento de identificación N° 0107194599 y Anthony Bacilio Orellana Urgiles con documento de identificación N° 0350106456 , expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del proyecto técnico: “Evaluación y prediseño del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, sector San Antonio de Trabana – parroquia Santa Ana”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 28 de julio del 2025

Atentamente,



Mateo Sebastian Barrionuevo Pintado
0107194599



Anthony Bacilio Orellana Urgiles
0350106456

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Rubén Fernando Jerves Cobo con documento de identificación N° 0102017027, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: EVALUACIÓN Y PREDISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, SECTOR SAN ANTONIO DE TRABANA – PARROQUIA SANTA ANA, realizado por Mateo Sebastián Barrionuevo Pintado con documento de identificación N° 0107194599 y por Anthony Bacilio Orellana Urgiles con documento de identificación N° 0350106456, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 28 de julio del 2025

Atentamente,

Ing. Rubén Fernando Jerves Cobo, PhD.

0102017027

DEDICATORIA

Autor: Anthony Bacilio Orellana Urgiles

A mis padres, Juana Urgiles y Bacilio Orellana, por ser mi principal fuente de inspiración y por motivarme a seguir esta carrera. Su apoyo incondicional y la confianza que depositaron en mí fueron fundamentales para alcanzar esta meta. Este logro es también suyo, y les aseguro que su esfuerzo no ha sido en vano.

A mis hermanos Paola, Jessy y Darío, por acompañarme en cada etapa de este proceso, compartiendo alegrías y dificultades. Espero ser para ustedes, especialmente para mi hermano, un ejemplo de que no hay que temer a los sueños, porque con constancia y determinación todo es posible.

A Nathaly Tacuri, figura esencial en mi vida y presencia constante a lo largo de este recorrido. Su firmeza, comprensión y apoyo me ofrecieron serenidad en los momentos más exigentes. Con inteligencia, sensibilidad y fortaleza, supo impulsarme a continuar cuando más lo necesitaba. Su confianza en mí y sus palabras siempre oportunas fueron un pilar fundamental en la construcción de este logro. Agradezco profundamente su compañía y el vínculo que hemos forjado, que trasciende las dificultades y se fortalece en cada paso compartido.

A mis tíos, por sus sabios consejos, su respaldo constante y por estar presentes en cada paso de este camino.

A mis compañeros de carrera, con quienes compartí no solo aulas, trabajos y desvelos, sino también experiencias que marcaron profundamente esta etapa de mi vida. Agradezco cada conversación, cada gesto de apoyo y cada momento compartido, porque contribuyeron de forma invaluable a mi formación personal y profesional.

Y a mis queridas mascotas, Minina, Luna y Linda, cuya compañía silenciosa y leal me dio consuelo y alegría en los momentos más difíciles.

DEDICATORIA

Autor: Mateo Sebastian Barrionuevo Pintado

A Dios, fuente infinita de sabiduría y fortaleza, por guiarme en cada paso de este camino y brindarme la perseverancia necesaria para culminar esta etapa tan importante en mi vida. Sin Su luz y apoyo constante, nada de esto hubiera sido posible.

A mi querida madre, Lorena Pintado, por ser el pilar fundamental de mi existencia. Gracias por tu amor incondicional, tu paciencia y tu ejemplo de esfuerzo y dedicación que me han inspirado a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles. Tu apoyo ha sido mi refugio y motivación constante.

A mi padre, Fabián Barrionuevo, por enseñarme con su ejemplo el valor del trabajo honesto y la responsabilidad. Gracias por tu guía, por creer en mí y por brindarme siempre el respaldo necesario para alcanzar mis metas.

A mi hermano Jeremías Barrionuevo, por su compañía, comprensión y ánimo constante. Nuestra conexión ha sido un apoyo invaluable que me ha acompañado durante todo este proceso.

Dedico también este trabajo a toda mi familia, que, con su amor, consejos y apoyo incondicional, me ha permitido crecer y superar cada reto. Gracias por estar siempre presentes y ser mi fuerza en todo momento.

Finalmente, a mi fiel mascota Dirac, que con su alegría y compañía me ha brindado momentos de calma y felicidad, recordándome la importancia de la paciencia y el cariño en la vida diaria.

A todos ustedes, mi gratitud eterna y mi dedicación sincera en este logro que comparto con cada uno.

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada, queremos expresar nuestra gratitud a Dios, esa fuente inagotable de fortaleza y sabiduría, que ha estado a nuestro lado en cada paso de este camino. Su luz ha iluminado nuestro trayecto con fe y esperanza, incluso en los momentos más difíciles y desafiantes. Su guía ha sido esencial para superar obstáculos y alcanzar nuestras metas. A la vida, por darnos la oportunidad de crecer, aprender y convertir cada experiencia en una valiosa lección que ha enriquecido nuestro desarrollo personal y profesional. Queremos agradecer de corazón a nuestros padres, abuelos y familiares cercanos, quienes han sido un pilar fundamental en nuestras vidas. Su apoyo incondicional, sacrificios constantes y confianza han sido la mayor motivación para llegar hasta este logro, que también es un reflejo de su dedicación y amor. Un agradecimiento especial va para nuestro tutor institucional, el Ing. Rubén Jerves, cuya guía experta, motivación constante y valiosa experiencia han sido clave para el avance y culminación de este trabajo de titulación. Su enseñanza no solo ha sido un soporte académico, sino también un impulso para nuestro crecimiento profesional. Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento a todos nuestros docentes, quienes, más allá de compartir sus conocimientos, nos han orientado en el camino del aprendizaje y nos han inspirado con sus palabras, dejando una huella imborrable que seguirá motivándonos a alcanzar nuevos objetivos. También valoramos el apoyo y compañerismo de todos nuestros compañeros, quienes han sido parte esencial de este proceso formativo. Por último, queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la empresa ETAPA EP de la ciudad de Cuenca, y en especial al Ing. Juan Arizaga, administrador del Departamento de Diseño e Ingeniería, por abrirnos sus puertas y brindarnos la oportunidad de desarrollar este proyecto de tesis, aplicando nuestros conocimientos al servicio de la comunidad.

RESUMEN

El sistema de alcantarillado sanitario es un servicio fundamental que juega un papel crucial en la salud pública y en la calidad de vida de las comunidades rurales. En San Antonio de Trabana, que se encuentra en la parroquia Santa Ana del cantón Cuenca, la falta de un sistema adecuado ha creado la urgencia de encontrar una solución sostenible que prevenga la contaminación ambiental y los problemas de salud. Este trabajo de titulación tiene como meta evaluar y diseñar un sistema de alcantarillado sanitario, junto con una planta de tratamiento de aguas residuales que se adapte a las condiciones locales. Para lograr esto, se llevó a cabo un levantamiento de información a través de censos domiciliarios y un análisis de datos estadísticos oficiales, lo que permitió conocer la población actual y proyectar su crecimiento. Se determinó que la población beneficiaria para el sistema de alcantarillado sanitario será de 219 habitantes al año 2042, según la proyección poblacional. Con base en esta información, se calcularon los caudales de diseño y se definieron los parámetros hidráulicos necesarios para dimensionar el sistema, asegurando su funcionamiento eficiente de acuerdo con las normas técnicas vigentes. La red de alcantarillado sanitario contará con una longitud total de 1.520,57 metros y cubrirá un área aproximada de 15,69 hectáreas dentro del sector intervenido.

El diseño de la planta de tratamiento incluye un desarenador, un reactor anaerobio de flujo ascendente y un humedal subsuperficial, todos ellos garantizando una eliminación efectiva de la carga contaminante con bajo mantenimiento y un impacto ambiental mínimo. Además, se elaboraron planos técnicos y un presupuesto referencial para facilitar su futura implementación.

Palabras clave: alcantarillado sanitario, planta de tratamiento, aguas residuales, comunidad rural, sostenibilidad.

ABSTRACT

The sanitary sewer system is a fundamental service that plays a crucial role in public health and the quality of life in rural communities. In San Antonio de Trabana, located in the Santa Ana parish of the Cuenca canton, the lack of an adequate sewer system has created an urgent need for a sustainable solution to prevent environmental pollution and health problems. This thesis aims to evaluate and design a sanitary sewer system along with a wastewater treatment plant adapted to local conditions. To achieve this, information was gathered through household surveys and the analysis of official statistical data, which made it possible to determine the current population and project its future growth.

It was established that the beneficiary population for the sanitary sewer system will be 219 inhabitants by the year 2042, based on the population projection. Using this information, the design flows were calculated, and the hydraulic parameters necessary for sizing the system were defined, ensuring efficient operation in accordance with current technical standards. The sanitary sewer network will have a total length of 1,520.57 meters and will cover an approximate area of 15.69 hectares within the intervention zone.

The design of the treatment plant includes a grit chamber, an upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor, and a subsurface flow constructed wetland, all ensuring effective removal of the pollutant load with low maintenance and minimal environmental impact. In addition, technical drawings and a reference budget were developed to facilitate future implementation.

Keywords: sanitary sewer, wastewater treatment plant, wastewater, rural community, sustainability.

Índice General

1.	INTRODUCCIÓN	16
2.	PROBLEMÁTICA	17
2.1.	Antecedentes	17
2.2.	Descripción del Problema	18
2.3.	Importancia y Alcance	19
2.4.	Delimitación geográfica.....	20
2.4.1.	Asentamientos.....	20
2.4.2.	Topografía.....	20
2.4.3.	Clima.....	21
3.	OBJETIVOS.....	22
3.1.	Objetivo General.....	22
3.2.	Objetivos Específicos.....	22
4.	MARCO TEÓRICO	22
4.1.	Proyección poblacional.....	22
4.2.	Topografía.....	23
4.3.	Área de aporte	23
4.4.	Periodo de diseño.....	23
4.5.	Trazado de la red de alcantarillado.	24
4.5.1.	Respecto a la topografía del terreno.....	24
4.5.2.	Distancia máxima entre pozos de revisión.....	24

	10
4.6. Tipos de aguas residuales.....	25
4.6.1. Caudales medios, punta y mínimos	25
4.6.2. Caudales de aguas ilícitas.	26
4.6.3. Caudal de aguas residuales por caudal o por industria	26
4.6.4. Coeficiente de mayoración y minoración caudales	26
4.7. Sistemas de Alcantarillado Sanitario	26
4.8. Hidráulica de tuberías	26
4.8.1. Ecuaciones	26
4.9. Tratamientos de aguas residuales.....	27
4.9.1. Tipos de tratamiento	27
4.10. Humedales.....	28
4.11. Proceso de tratamiento de humedales	28
4.12. Tipos de humedales construidos	29
4.12.1. Flujo superficial (FWS)	29
4.12.2. Flujo subsuperficial (SSF)	29
4.13. Humedal subsuperficial (SSF).....	29
4.14. Desarenador	30
4.14.1. Partes de un desarenador.....	30
4.15. Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA).....	31
4.16. Tratamiento de lodos.....	31
5. MARCO METODOLÓGICO	32

5.1.	Levantamiento de usuarios	32
5.2.	Proyección poblacional - Método Aritmético.....	33
5.3.	Proyección poblacional - Método geométrico	34
5.4.	Densidad poblacional.....	35
5.5.	Catálogo de tuberías.....	35
5.6.	Alcantarillado sanitario.....	36
5.6.1.	Dotación para población sin servicio de la comunidad de San Antonio de Trabana.....	36
5.6.2.	Caudal medio diario (Q_{md})	36
5.6.3.	Caudal doméstico (Q_d)	37
5.6.4.	Caudal institucional (Q_{IN}), Caudal comercial (Q_c)	37
5.6.5.	Caudal industrial (Q_I)	38
5.6.6.	Caudal de infiltración (Q_{inf}).....	38
5.6.7.	Caudal por conexiones ilícitas (Q_{ce})	39
5.6.8.	Caudal medio diario total (Q_{md})	39
5.6.9.	Caudal medio diario final (Q_{mDn}).....	39
5.6.10.	Caudal máximo horario final previsto para la conexión (q_{MH30})...40	
5.6.11.	Caudal máximo horario final previsto para la conexión (Q_{smH30}).41	
5.6.12.	Caudal máximo horario (Q_{MH}).....	41
5.6.13.	Caudal de diseño (Q_d)	42
5.6.14.	Caudal de autolimpieza (Q_{lo})	42
5.6.15.	Configuración de la red de alcantarillado	43

	12
5.6.16. Distancias máximas entre pozos	43
5.6.17. Condiciones hidráulicas	43
5.6.18. Rugosidad de Manning	45
5.6.19. Relaciones hidráulicas	45
5.7. Planta de tratamiento.....	46
5.7.1. Pretratamiento	46
5.7.2. Tratamiento primario	47
5.7.3. Tratamiento secundario.....	47
5.7.4. Tratamiento terciario.....	49
5.7.5. Desarenador	49
5.7.6. Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA).....	54
5.8. Dimensionamiento del reactor RAFA.	57
6. RESULTADOS	58
6.1. Población actual de San Antonio de Trabana	58
6.2. Tasa de crecimiento	58
6.3. Proyección poblacional.....	59
6.4. Alcantarillado sanitario	60
6.4.1. Trazado de la red de alcantarillado	60
6.4.2. Áreas tributarias	61
6.4.3. Densidad poblacional.....	62
6.4.4. Diseño de alcantarillado sanitario.....	62

6.5.	Planta de tratamiento de Aguas Residuales	65
6.5.1.	Desarenador	65
6.5.2.	Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA)	67
6.5.3.	DBO implementado humedal artificial de flujo subsuperficial	68
6.6.	Presupuesto	69
7.	CONCLUSIONES.....	70
8.	RECOMENDACIONES	71
	BIBLIOGRAFÍA.....	72
	ANEXOS.....	76

Índice de tablas

Tabla 1. Periodo de diseño.....	23
Tabla 2. Tasas de crecimiento aritmético en función de la región.....	34
Tabla 3 Diámetros de tubos PVC.....	35
Tabla 4 Dotación ETAPA.....	36
Tabla 5. Contribución comercial e institucional.....	37
Tabla 6. Contribución industrial.....	38
Tabla 7 Caudal de infiltraciones.....	38
Tabla 8. Contribución por conexiones erradas.....	39
Tabla 9. Coeficiente de mayoración y minoración.....	41
Tabla 10. Distancia máxima entre pozos.....	43
Tabla 11. Velocidad máxima de diseño según el material.....	45
Tabla 12. Valores de rugosidad de Manning para diferentes materiales.....	45
Tabla 13 Velocidad de sedimentación.....	51
Tabla 14 Viscosidad del Agua.....	52
Tabla 15 TRH.....	54
Tabla 16 Área de influencia de distribuidores.....	55
Tabla 17 Resumen de los principales criterios hidráulicos para el diseño de reactores RAFA.....	55
Tabla 18 Criterios diseño RAFA.....	56
Tabla 19 Ecuaciones RAFA.....	57
Tabla 21 Censos Santa Ana.....	59
Tabla 22 Proyección poblacional por el Método Geométrico.....	59
Tabla 23 Parámetros de diseño de la red de alcantarillado de la comunidad San Antonio de Trabana.....	63

Tabla 24 Parte 2 Parámetros de diseño de la red de alcantarillado de la comunidad San Antonio de Trabana.....	64
Tabla 25 Lineamientos para diseño del desarenador.	66
Tabla 26 Parámetros zona de desordenación.	66
Tabla 27 Dimensiones generales desarenador	66
Tabla 28 Resultados RAFA	67
Tabla 29 Resultados Humedal	68
Índice de ilustraciones	
Ilustración 1 Pendiente Santa Ana.	21
Ilustración 2 Humedal.....	30
Ilustración 3. Formato de la encuesta realizada a la población de la zona.	33
Ilustración 4 Trazado Alcantarillado Sanitario.	61
Ilustración 5 Áreas Tributarias.....	62

1. INTRODUCCIÓN

El manejo adecuado de las aguas residuales es un desafío crítico en zonas rurales y periurbanas, donde la falta de infraestructura sanitaria impacta directamente la salud pública y el medio ambiente. En el sector San Antonio de Trabana, perteneciente a la parroquia Santa Ana (Cuenca, Ecuador), la ausencia de un sistema de alcantarillado y una planta de tratamiento ha generado contaminación hídrica, proliferación de enfermedades y deterioro de los ecosistemas acuáticos. Este proyecto busca evaluar y prediseñar una solución técnica sostenible, basada en normativas internacionales y adaptada a las condiciones topográficas, climáticas y socioeconómicas de la zona. La implementación de este sistema no solo mejorará la calidad de vida de los habitantes, sino que también protegerá los recursos hídricos y promoverá el desarrollo sostenible de la comunidad.

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario considera aspectos hidráulicos, demográficos y ambientales. Mediante métodos de proyección poblacional (aritmético y geométrico), se estimará la demanda futura para garantizar la capacidad del sistema durante su vida útil (20 años). La red de tuberías se diseñará siguiendo la topografía del terreno para aprovechar el flujo por gravedad, minimizando el uso de estaciones de bombeo. Criterios técnicos como diámetros mínimos (200 mm), velocidades de flujo (0.45 m/s), y distancias entre pozos de revisión (100–200 m) asegurarán su eficiencia y durabilidad. Además, se calcularán caudales sanitarios (domésticos, industriales, institucionales) y factores de mayoración (K1, K2) para cubrir variaciones de demanda.

La planta de tratamiento propuesta integrará procesos físicos, químicos y biológicos para cumplir con estándares de vertido. Incluirá un desarenador (para remover partículas >0.2 mm), un Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA) (para degradar materia orgánica y generar biogás), y humedales construidos (para tratamiento terciario mediante filtración y acción microbiana). Los humedales, de flujo subsuperficial (SSF), son ideales para zonas

rurales por su bajo costo operativo y adaptabilidad climática. Finalmente, se contempla un sistema de tratamiento de lodos para manejar los residuos generados, completando un ciclo de gestión integral.

Este se sustenta en datos técnicos proporcionados por ETAPA EP, incluyendo levantamiento de usuarios y parámetros de diseño locales. Su alcance abarca 15.69 hectáreas, con un enfoque participativo que involucra a la comunidad en la fase de diagnóstico. A largo plazo, la implementación de esta infraestructura reducirá la incidencia de enfermedades hídricas, mitigará la contaminación ambiental y servirá como modelo replicable para otras áreas con desafíos similares, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 6: Agua limpia y saneamiento).

2. PROBLEMÁTICA

2.1. Antecedentes

El sector San Antonio de Trabana – Parroquia Santa Ana, ubicado en el cantón Cuenca, provincia del Azuay, presenta desafíos significativos en el manejo y tratamiento de las aguas residuales. En las zonas rurales de esta región, la carencia de servicios básicos para el control de residuos hídricos impacta directamente la salud de la población y la calidad del medio ambiente, propiciando la proliferación de enfermedades y el deterioro de los ecosistemas acuáticos.

En este contexto, la implementación de un Sistema de Alcantarillado Sanitario y una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales adquiere una relevancia crucial. De acuerdo con la publicación de Riesgos para la salud humana debido a la exposición a la contaminación del agua: "la inadecuada gestión de los residuos hídricos puede conducir a graves riesgos sanitarios" (Babuji et al., 2023). La evidencia sugiere que la ausencia de infraestructuras adecuadas para el tratamiento de aguas residuales genera consecuencias negativas en la salud

pública y el entorno, incrementando la incidencia de enfermedades y deteriorando la calidad de vida.

Investigaciones previas respaldan esta necesidad. Miranda (2019) afirman que:

"La ausencia de un sistema adecuado de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales ha contribuido a la propagación de enfermedades de origen hídrico, lo que se traduce en un incremento en las tasas de morbilidad y un deterioro del entorno natural, afectando la calidad de vida de los habitantes". Por otro lado, Gil Rebolledo et al. (2024), subraya que "la implementación de sistemas de alcantarillado sanitario se asocia con mejoras significativas en la salud ambiental y la reducción de riesgos de enfermedades, estableciendo un vínculo directo entre infraestructura y bienestar comunitario".

El análisis del contexto revela, además, que para la adecuada elaboración de este sistema se contará con el apoyo de la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Saneamiento y Gestión Ambiental (ETAPA EP), entidad que facilitará datos fundamentales como la topografía del terreno (con una extensión de 15.69 hectáreas) y un levantamiento preciso de usuarios. Esto permitirá diseñar un sistema de recolección, canalización y tratamiento de aguas servidas que sea factible en términos técnicos, económicos y ambientales.

2.2.Descripción del Problema

El sector San Antonio de Trabana, ubicado en la parroquia Santa Ana del cantón Cuenca, enfrenta una problemática crítica relacionada con la carencia de infraestructura para el manejo adecuado de aguas residuales. La inexistencia de un sistema de alcantarillado sanitario y de una planta de tratamiento de aguas residuales ha provocado impactos negativos en la salud pública, la calidad del agua y el entorno ambiental. Esta situación incrementa la

exposición de la población a enfermedades de origen hídrico, deteriora los cuerpos de agua cercanos y afecta de forma generalizada la calidad de vida de los habitantes.

Las condiciones actuales reflejan un déficit en los servicios básicos de saneamiento, típico en muchas zonas rurales del país, lo que evidencia la necesidad urgente de implementar soluciones técnicas sostenibles que garanticen el correcto manejo de las aguas servidas. La falta de intervención oportuna podría agravar los problemas sanitarios y ecológicos del área, perpetuando un ciclo de contaminación y vulnerabilidad social.

2.3.Importancia y Alcance

La implementación de un Sistema de Alcantarillado Sanitario y una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el sector San Antonio de Trabana representa una intervención prioritaria con múltiples beneficios. Desde el punto de vista sanitario, permitirá reducir la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua, mejorando directamente las condiciones de salud de la población. Ambientalmente, contribuirá a la protección de los ecosistemas acuáticos y a la recuperación de la calidad del agua en cuerpos receptores.

En cuanto a su alcance, el proyecto contempla un diseño integral basado en datos técnicos proporcionados por ETAPA EP, incluyendo un levantamiento topográfico detallado de las 15.69 hectáreas que componen el área de intervención y la caracterización de los usuarios beneficiarios. Esta información permitirá planificar una infraestructura eficiente y adaptada a las condiciones locales, asegurando su viabilidad técnica, económica y ambiental.

A largo plazo, el proyecto fomentará el desarrollo sostenible de la comunidad, estableciendo las bases para una gestión responsable de los recursos hídricos y fortaleciendo la infraestructura básica del sector rural de Cuenca.

2.4. Delimitación geográfica

Este estudio se lleva a cabo en la comunidad de San Antonio de Trabana, que se encuentra en la parroquia rural de Santa Ana, dentro del cantón Cuenca, en la provincia del Azuay. Esta comunidad está situada al suroeste del centro urbano de Cuenca y se conecta con la ciudad a través de la carretera hacia Quingeo, a unos 3 kilómetros de distancia de esta vía principal. Sus coordenadas geográficas son aproximadamente 2°55'0" de latitud sur y 79°02'0" de longitud oeste. En cuanto a sus límites, San Antonio de Trabana limita al norte con la parroquia Santa Ana y, más al norte, con la ciudad de Cuenca; al sur, con comunidades rurales cercanas a la parroquia Tarqui; al este, con áreas como Río Blanco y zonas montañosas; y al oeste, con áreas rurales que colindan con la parroquia Chaucha, que se caracteriza por su topografía irregular y de difícil acceso.

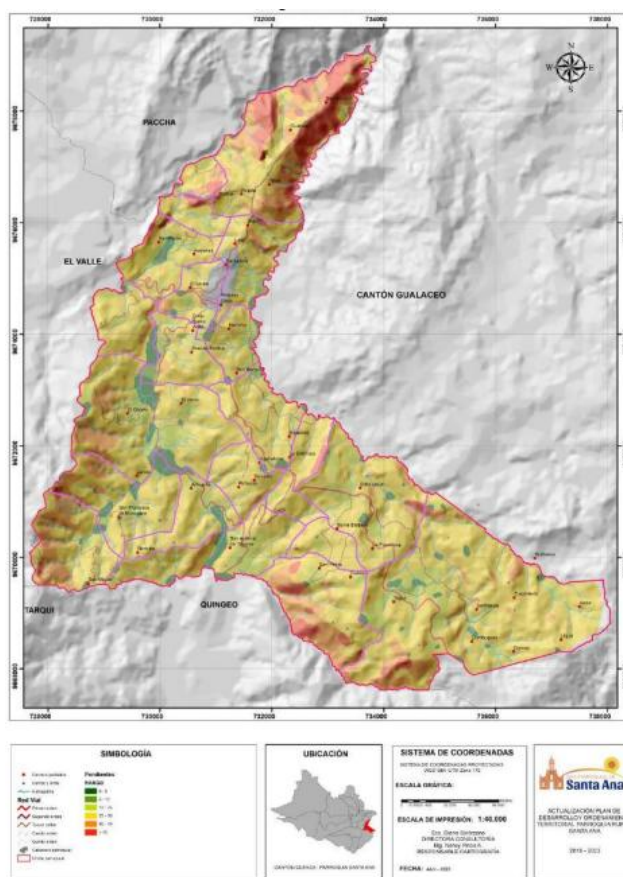
2.4.1. Asentamientos

La mayor concentración de hogares está presente en los alrededores de la vía asfaltada de Quingeo misma donde se realizó el levantamiento de usuarios.

2.4.2. Topografía

San Antonio de Trabana está dentro de las comunidades cuyas pendientes oscilan entre 8 – 25 % tal y como se puede apreciar en la Ilustración 1.

Ilustración 1 Pendiente Santa Ana.



Fuente: (PDOT, 2023)

2.4.3. *Clima*

La parroquia Santa Ana se encuentra en el sur de la región interandina del Ecuador, donde el clima es ecuatorial mesotérmico semi-húmedo. Las lluvias anuales oscilan entre 200 y 500 mm. La temporada de lluvias se da principalmente de febrero a mayo y también entre octubre y noviembre. En cuanto a las temperaturas, la media anual varía entre 12 °C y 20 °C, con máximas que pueden llegar hasta 30 °C y mínimas que descienden a 6 °C. La humedad relativa en esta área se mueve entre el 65 % y el 85 %, lo que refleja las características de un clima templado andino (PDOT, 2023).

3. OBJETIVOS

3.1.Objetivo General

Evaluar y prediseñar el sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, sector San Antonio De Trabana – Parroquia Santa Ana.

3.2.Objetivos Específicos

- Determinar las densidades poblacionales actuales y proyectadas debidamente distribuidas.
- Calcular los valores óptimos de caudales sanitarios, velocidades de flujo y tensiones.
- Elaborar planos de la red de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento junto con su presupuesto.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Proyección poblacional

Según el Instituto nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2013) La proyección poblacional es un sistema por el cual en base a un conjunto de datos poblacionales se puede estimar la población futura que tendrá una zona, de esta manera se podrá planificar demográfica, económica, social y políticamente la situación de una región o país, para así tomar las acciones necesarias para evitar posibles escenarios.

La proyección poblacional es un método estadístico que, a partir de datos demográficos históricos y actuales, permite estimar el crecimiento futuro de la población en una determinada zona. Esta herramienta es fundamental para la planificación estratégica en ámbitos demográficos, económicos, sociales y políticos, ya que facilita la anticipación de necesidades y la implementación de medidas preventivas para evitar escenarios críticos.

4.2. Topografía

La topografía estudia las características tridimensionales de la corteza terrestre, mediante la medición de sus distancias, direcciones y elevaciones, las cuales son necesarias en la construcción de todo tipo de estructuras; también abarca cálculos de áreas y volúmenes; y permite elaborar planos y diagramas (McCormac, 2003). Esta ciencia utiliza equipos como la estación total, la cual se define como un “instrumento electroóptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica.

4.3. Área de aporte

El área de aporte se define como la zona específica que contribuye con el flujo de agua hacia un tramo determinado de la red de alcantarillado. Esta delimitación se realiza mediante el análisis topográfico del terreno, considerando además la proyección de expansión urbana futura para garantizar la eficiencia del sistema a largo plazo.

4.4. Periodo de diseño

El periodo de diseño para alcantarillado es el tiempo durante el cual se prevé que una obra de alcantarillado siga brindando un servicio adecuado, capaz de abastecer a la población existente en la zona.

Los periodos de diseño que se usarán para la elaboración del proyecto de titulación serán las siguientes:

Tabla 1. Periodo de diseño.

Componente	Periodo de diseño	Observaciones
Panta de depuración de aguas residuales	20 AÑOS	

Fuente: ETAPA EP. (2005).

Para el caso de diseño se usará conducción de agua tratada y la planta de depuración de aguas residuales.

4.5. Trazado de la red de alcantarillado.

La elaboración de una red de alcantarillado que respete y siga la topografía del terreno es un proceso técnico que busca aprovechar las pendientes naturales para facilitar el flujo gravitacional de las aguas residuales. Esto minimiza el uso de estaciones de bombeo, reduciendo costos operativos y manteniendo la eficiencia del sistema. Se considera los siguientes principios:

4.5.1. Respetto a la topografía del terreno

Las tuberías se diseñan siguiendo las pendientes naturales del terreno para asegurar el flujo por gravedad, por lo que es esencial realizar un levantamiento topográfico detallado que permita identificar los niveles y pendientes adecuados, evitando así puntos bajos donde podrían acumularse aguas residuales y garantizando un funcionamiento eficiente del sistema.

En este diseño, las tuberías se ubicarán en dirección Sur y Oeste, adaptándose a las necesidades de la zona de intervención y optimizando la conexión con los pozos de revisión y colectores principales.

4.5.2. Distancia máxima entre pozos de revisión

Según el diámetro de las tuberías, se establece la distancia máxima entre los pozos de revisión para facilitar el mantenimiento:

- 100 m para tuberías con un diámetro menor a 350 mm.
- 150 m para tuberías con diámetros entre 400 mm y 800 mm.
- 200 m para tuberías con un diámetro mayor a 800 mm.

Además, la longitud de los colectores entre pozos no debe superar el rango permitido por los equipos de limpieza, asegurando así un mantenimiento adecuado.

4.6. Tipos de aguas residuales

Los tipos de aguas residuales que aportan al sistema de alcantarillado residual son la suma de varios caudales los cuales se colocaran a continuación:

4.6.1. Caudales medios, punta y mínimos

En el diseño de infraestructuras para el alcantarillado sanitario se emplean diferentes conceptos de caudal que permiten dimensionar de forma adecuada la red y las unidades de tratamiento. El caudal medio se define como el volumen de aguas residuales que circula en el sistema durante condiciones normales de operación; este valor se calcula a partir de datos estadísticos que incluyen, por ejemplo, el número de habitantes y el consumo per cápita diario, lo cual sirve de base para planificar la operación habitual del sistema (ETAPA EP, 2023).

Por otra parte, el caudal punta se refiere al flujo máximo que puede alcanzarse en momentos de alta demanda, como durante eventos climáticos intensos o en horas pico. Este valor se obtiene generalmente multiplicando el caudal medio por un factor de seguridad –a menudo entre 1.5 y 2– para asegurar que la red puede manejar incrementos repentinos en el volumen de aguas residuales sin sobrecargarse (ETAPA EP, 2023).

Finalmente, el caudal mínimo es el volumen más reducido que transita por la red en períodos de baja actividad, como durante la noche. Este caudal es esencial para mantener la circulación dentro del sistema, lo cual ayuda a prevenir la acumulación de sedimentos y otros problemas que pueden derivarse de un flujo insuficiente (ETAPA EP, 2023a).

4.6.2. Caudales de aguas ilícitas.

Se lo denomina las conexiones ilegales de las aguas lluvia de los techos, pozos privados que puedan conectarse en la tubería ilegalmente.

4.6.3. Caudal de aguas residuales por caudal o por industria

Este es aquel por el cual una cierta cantidad de las aguas residuales incrementan, ya que las industrias no están exentas de la producción de aguas residuales, la cantidad de agua que se vierte al sistema va a depender del tipo de industria, es decir a lo que elabore, y también del tratamiento que da a estas antes de ser encausadas el sistema.

4.6.4. Coeficiente de mayoración y minoración caudales

Los coeficientes de mayoración y minoración de caudales ajustan el diseño según la población. Los coeficientes de mayoración (K_1 , K_2) disminuyen a medida que aumenta el número de habitantes, mientras que los coeficientes de minoración (β_1 , β_2) aumentan con el tamaño poblacional.

4.7. Sistemas de Alcantarillado Sanitario

Un sistema de alcantarillado sanitario es una red de tuberías que transporta las aguas residuales de una comunidad hasta una planta de tratamiento. Su objetivo es eliminar los desechos de manera segura y rápida, para evitar daños y molestias.

4.8. Hidráulica de tuberías

4.8.1. Ecuaciones

Según Flow (2022), La ecuación con la que el proyecto se va a realizar será con las ecuaciones de Manning del cual se obtiene las fórmulas para la velocidad y el caudal de canales. Se utiliza en ingeniería para el diseño de canales, ríos, etc.

4.9. Tratamientos de aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales es un proceso que consiste en transportar el agua proveniente de la red de alcantarillado hacia una planta de tratamiento, donde se analiza su carga contaminante para luego, mediante métodos específicos, eliminar los contaminantes. Este proceso es fundamental para garantizar que el agua tratada pueda ser vertida en cuerpos hídricos sin causar daños al medio ambiente.

4.9.1. Tipos de tratamiento

- **Físico**

El tratamiento físico de las aguas residuales consiste en la adición de sustancias químicas que modifican el estado físico de los contaminantes, facilitando su separación del agua mediante procesos como la sedimentación. Este método permite remover partículas nocivas y es una etapa clave para mejorar la calidad del agua, aunque por sí solo no garantiza su potabilización, ya que requiere combinarse con otros procesos de tratamiento para eliminar contaminantes disueltos y microorganismos.

- **Químico**

El tratamiento químico de aguas residuales se basa en la aplicación de compuestos químicos específicos para ajustar parámetros como el pH, la turbiedad y la concentración de contaminantes, logrando así niveles óptimos de calidad. Este proceso incluye técnicas como la neutralización, para regular la acidez o alcalinidad, y la desinfección, para eliminar microorganismos patógenos, entre otros métodos. Su objetivo es preparar el agua para etapas posteriores de tratamiento o para su vertido seguro al medio ambiente.

- **Biológico**

El tratamiento biológico de aguas residuales utiliza microorganismos (como bacterias y protozoos) para degradar la materia orgánica soluble y otros contaminantes biológicos presentes en el agua. Estos microorganismos metabolizan los compuestos disueltos, transformándolos en sustancias más simples y estables, como dióxido de carbono y agua, o en biomasa que puede separarse mediante sedimentación. Este proceso es fundamental para eliminar la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y otros contaminantes que los tratamientos físicos y químicos no pueden remover eficientemente.

4.10. Humedales

Los humedales construidos son sistemas de tratamiento de aguas residuales que imitan los procesos naturales de depuración presentes en los ecosistemas acuáticos. Están diseñados intencionalmente para remover contaminantes físicos, químicos y biológicos del agua a través de la interacción entre el agua, el suelo, la vegetación y los microorganismos. Estos sistemas representan una alternativa ecológica, eficiente y de bajo costo, especialmente viable en comunidades rurales o con recursos limitados.

4.11. Proceso de tratamiento de humedales

El tratamiento en humedales se lleva a cabo mediante una combinación de procesos:

- **Filtración física:** el sustrato retiene sólidos suspendidos.
- **Procesos químicos:** reacciones de adsorción, precipitación y oxidación-reducción.
- **Procesos biológicos:** degradación de materia orgánica por bacterias aeróbicas y anaeróbicas adheridas a las raíces y al sustrato.

4.12. Tipos de humedales construidos

4.12.1. Flujo superficial (FWS)

El flujo superficial es aquel por el cual el agua fluye sobre la superficie del sustrato.

4.12.2. Flujo subsuperficial (SSF)

En este caso el flujo subsuperficial es aquella por la cual se mueve por debajo del sustrato, lo que reduce olores, presencia de insectos y mejora la eficiencia. Este se divide en:

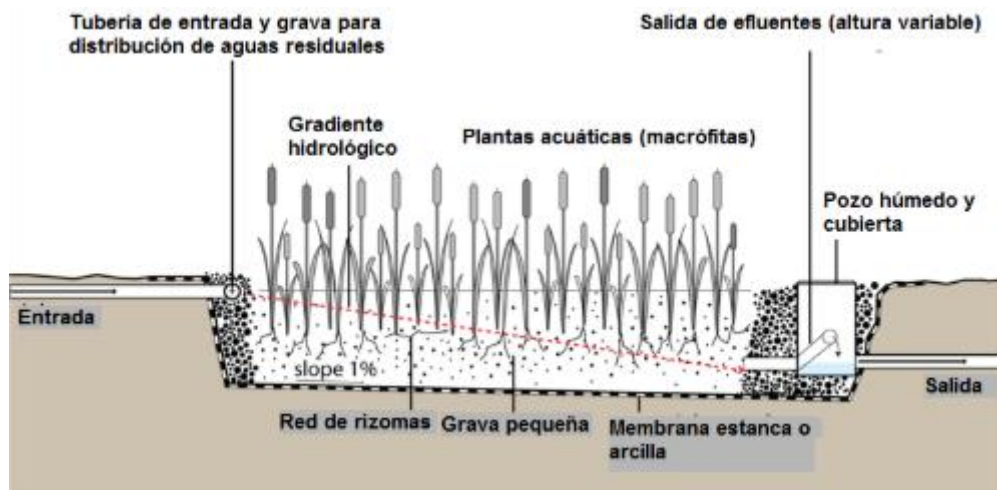
- Flujo horizontal (HSSF)
- Flujo vertical (VSSF)

4.13. Humedal subsuperficial (SSF)

El humedal subsuperficial está compuesto por:

- **Zona de entrada (Intel):** donde se distribuye el agua pretratada (por ejemplo, desde un tanque séptico).
- **Sustrato:** capa de grava o arena donde se desarrollan microorganismos. Su granulometría influye en el flujo y tratamiento.
- **Vegetación:** típicamente plantas emergentes como *Typha latifolia* o *Phragmites australis*. Sus raíces transportan oxígeno al sustrato y estimulan la actividad microbiana.
- **Zona de salida (outlet):** recoge el efluente tratado y lo conduce hacia su disposición final o reúso.

Ilustración 2 Humedal



Fuente: (Medina, 2020)

4.14. Desarenador

4.14.1. Partes de un desarenador

Un desarenador está formado por varios elementos clave que permiten eliminar de manera eficiente las arenas y sólidos sedimentables que se encuentran en el agua residual. Según el documento "Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados" (Ricardo, 2000), las partes fundamentales son:

Canal de entrada: dirige el flujo hacia la zona de sedimentación, distribuyendo el agua de manera uniforme para evitar turbulencias.

Zona de sedimentación: es el área donde las partículas sólidas más pesadas, como arenas y gravas, se asientan gracias a la gravedad, debido a la baja velocidad del flujo.

Canal de salida: recoge el agua clarificada, libre de arenas, y la envía a las siguientes etapas del tratamiento.

Sistema de extracción de arenas: puede ser manual o mecánico, y permite retirar periódicamente el material acumulado en el fondo para mantener la eficiencia operativa.

Un diseño adecuado de cada componente es crucial para asegurar que el desarenador funcione correctamente y proteja los equipos que vienen después en el tratamiento de aguas residuales.

4.15. Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA)

El reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA), que también se conoce como UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), es una unidad diseñada para el tratamiento biológico de aguas residuales, funcionando en condiciones anaerobias. Su objetivo principal es eliminar la materia orgánica que se encuentra en aguas residuales domésticas o municipales. El funcionamiento es bastante interesante: el agua residual se introduce por la parte inferior del reactor, donde asciende a través de un lecho de lodos en suspensión que tiene una alta actividad microbiana. Durante este proceso, los microorganismos se encargan de descomponer la materia orgánica, generando biogás, que está compuesto principalmente de metano y dióxido de carbono. Una de las características más notables del RAFA es su sistema de separación trifásico, que permite retener los sólidos, liberar el biogás y obtener un efluente clarificado. Esta dinámica crea una circulación interna que mejora la eficiencia del proceso, todo sin necesidad de equipos mecánicos de agitación. Como se menciona en el manual técnico, el biogás, el lodo y el líquido tratado ascienden hasta la parte superior del reactor, donde se encuentran con deflectores que facilitan su separación y permiten la sedimentación del lodo activo (CONAGUA, 2015). Esta tecnología es especialmente valiosa por su bajo consumo energético y la producción reducida de lodos, lo que la hace ideal para comunidades con recursos limitados.

4.16. Tratamiento de lodos

Los lodos son residuos sólidos generados en el tratamiento de aguas residuales, compuestos por agua, materia orgánica, sustancias inorgánicas (nutrientes, metales) y

patógenos. Su composición varía según el tipo de agua tratada y los procesos aplicados. Existen dos tipos principales: los lodos primarios, que se obtienen en el tratamiento preliminar y contienen más materia orgánica en mayor volumen, y los lodos secundarios, producidos en el tratamiento biológico, con mayor contenido inorgánico y menor cantidad.


5. MARCO METODOLÓGICO

La presente metodología describe los pasos a seguir para la elaboración de un sistema de alcantarillado y planta de tratamiento para la comunidad de San Antonio de Trabana, garantizando un diseño eficiente y sostenible.

5.1. Levantamiento de usuarios

El levantamiento de usuarios es una actividad clave que consiste en recopilar información detallada de los habitantes de un sector específico, quienes serán beneficiarios directos de futuras acciones o proyectos. En este estudio, dicha información es esencial para proyectar con precisión la población del área, lo que permitirá diseñar adecuadamente el sistema de alcantarillado sanitario y definir la planta de tratamiento necesaria. Para ello, se aplicarán las encuestas que se muestra a continuación (Ilustración 3) asegurando así un proceso eficiente, ordenado y alineado con los objetivos del estudio.

Ilustración 3. Formato de la encuesta realizada a la población de la zona.

FICHA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PREVIA					
PROYECTO: _____					
		FECHA _____ año/mes/día			
1. INFORMACION DEL SOLICITANTE					
APELLIDOS/NOMBRES _____					
CEDULA	_____	TELF. DOMICILIO	_____	CELULAR	_____
PARROQUIA	_____	BARRIO	_____		
CLAVE CATASTRAL (CARTA DEL PAGO DEL PREDIO)	_____			TIENE ESCRITURA: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
2. INFORMACION FAMILIAR					
Número de personas habitan en la vivienda:		ADULTOS	_____	NIÑOS	_____
3. DATOS DE LA VIVIENDA.					
Propia	<input type="checkbox"/>	Arrendada	<input type="checkbox"/>	Prestada	<input type="checkbox"/>
		Otro: _____			
4. SERVICIO DE AGUA.					
Red pública de agua potable ETAPA-EP	<input type="checkbox"/>	Nombre del Sistema de Agua Potable	_____		
Le prestan agua potable	<input type="checkbox"/>	Embotellada	<input type="checkbox"/>	Pozo	<input type="checkbox"/>
Agua lluvia	<input type="checkbox"/>	Tanquero	<input type="checkbox"/>	Otro:	<input type="checkbox"/>
5. DISPOSICIÓN DE AGUAS SERVIDAS.					
Red pública ETAPA-EP	<input type="checkbox"/>	Pozo séptico	<input type="checkbox"/>	Biodigestor	<input type="checkbox"/>
		Cielo abierto	<input type="checkbox"/>	Otro: _____	
(SI EL USUARIO DISPONE DE POZO SÉPTICO INDICAR SU ESTADO)					
Bueno(1 a 5 años)	<input type="checkbox"/>	Regular (6 a 10 años)	<input type="checkbox"/>	Colapsado(más de 10 años)	<input type="checkbox"/>
6. AUTORIZA SERVIDUMBRE DE PASO DE TUBERÍA DE AGUAS POTABLE / AGUAS SERVIDAS.					
SI AUTORIZO	<input type="checkbox"/>	NO AUTORIZO	<input type="checkbox"/>		
7. COMPROMISO DE PARTICIPACION Y SOSTENIBILIDAD DEL SERVICIO					
Esta dispuesto a contribuir económicamente al financiamiento para la construcción de la obra.					
SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>		
Esta dispuesto a pagar en las tarifas por los servicios de agua potable y alcantarillado construido.					
SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>		
OBSERVACIONES: _____ _____					
FIRMA: _____					

5.2. Proyección poblacional - Método Aritmético

Método que asume un crecimiento lineal de la población, donde la población futura se incrementa de manera constante en cada periodo de tiempo. Se calcula la diferencia entre la población actual y la población en el pasado, y se distribuye de forma uniforme para proyectar los años futuros.

Ecuación 1

$$Pf = Po(1 + n * r)$$

- Pf: población en el tiempo t
- Po: población inicial en un tiempo to
- n: período de diseño = número de años → (t-to)
- r: tasa de crecimiento anual aritmético (constante)

5.3. Proyección poblacional - Método geométrico

Es una técnica utilizada para estimar el crecimiento poblacional futuro, asumiendo que la tasa de crecimiento es constante y proporcional al tamaño de la población en cada periodo. Este método parte de una población base y aplica una tasa de crecimiento anual para calcular la población proyectada en un año determinado.

Ecuación 2

$$Pf = Po * (1 + r)^n$$

- Pf: población en el tiempo t (Sector rural P_{fmax} = 1.25 x Po)
- Po: población inicial en un tiempo to
- n: período de diseño = número de años → (t-to)
- r: tasa de crecimiento anual aritmético (constante)

Tabla 2. Tasas de crecimiento aritmético en función de la región.

Región geográfica	r(%)
Sierra	1.0
Costa, Oriente y Galápagos	1.5

Fuente: Secretaría del Agua (2015).

5.4. Densidad poblacional

De acuerdo con la INEN (1997) ,la densidad poblacional va a ser la relación entre el número total de habitantes con el área total de la zona de estudio como se muestra a continuación:

Ecuación 3

$$Densidad = \frac{poblacion}{area}$$

5.5. Catálogo de tuberías

El catálogo usado para la elaboración de los planos del alcantarillado sanitario pertenece al PLASTIGAMA, y es la siguiente Tabla 3:

Tabla 3 Diámetros de tubos PVC.

Diámetros convencionales					
Diámetro Exterior Nominal	Diámetro Interno Mínimo	Longitud Útil (NO incluye campana)	Rigidez Anular ISO 9969 kPa (kN/m²)		
mm	mm	m	Serie 5	Serie 5	
125	110	6	-	8	
175	160	6	4	-	
220	200	6	4	-	
280	250	6	4	-	

Fuente: Plastigama (2024).

5.6. Alcantarillado sanitario

5.6.1. Dotación para población sin servicio de la comunidad de San Antonio de Trabana.

Para la elección de la dotación se eligió un valor de 113 L/hb-día la cual está dada por los planes maestros de ETAPA EP. Tabla 4 puesto que nuestra comunidad está ubicada en una zona rural.

Tabla 4 Dotación

Zona de Servicio	Dotación Neta L/hab-día	% de pérdidas	Dotación Bruta L/hab-día
Rural (*)	113	25	150

Fuente: ETAPA EP. (2005).

5.6.2. Caudal medio diario (Q_{md})

Se determina como el consumo diario promedio de agua por persona, reflejando la cantidad requerida para satisfacer las necesidades básicas de la población en condiciones habituales.

Ecuación 4

$$Q_{md} = \frac{D * P_d}{86400} * R$$

Donde:

- Q: Caudal medio diario de aguas residuales domésticas
- P_d: Población de Diseño
- D: Dotación
- R: Coeficiente de Retorno

5.6.3. Caudal doméstico (Q_d)

Para la obtención del caudal domestico necesitamos obtener el valor del coeficiente de retorno de aguas servidas “R” en base al nivel de complejidad que presenta el sistema, por lo tanto, R varia de 0.80 a 0.90 esto depende de la zona en la que se encuentre. Para zonas urbanas y especiales, el coeficiente es de 0.80, mientras que para los centros parroquiales y zonas dispersas el valor de R es igual a 0.9(ETAPA EP., 2005).

Por lo que el caudal domestico se calculara con la siguiente formula:

Ecuación 5

$$Q_d = Q_{md} * R$$

Donde:

- Q_d : Caudal domestico
- Q_{md} : Caudal medio diario
- R: Coeficiente de retorno de agua residual

5.6.4. Caudal institucional (Q_{IN}), Caudal comercial (Q_c)

El caudal comercial e institucional se refiere al volumen de aguas residuales generado por áreas destinadas a actividades comerciales (oficinas, tiendas, mercados, etc.) e institucionales (escuelas, hospitales, hoteles, entre otros). Este caudal depende de la densidad de ocupación, el tipo de actividad y los patrones de consumo de agua en estas zonas.(IEOS, 1992)

Tabla 5. Contribución comercial e institucional.

Contribución comercial e institucional		
Nivel de complejidad del sistema	Contribución comercial (L/s/ha-com)	Contribución institucional (L/s/ha-inst)
Cualquiera	0.40 – 0.50	0.40 – 0.50

Fuente: IEOS (1992)

5.6.5. Caudal industrial (QI)

El caudal industrial hace referencia al volumen de aguas residuales generadas por las industrias situadas dentro del área de estudio, las cuales, debido a su localización, descargan directamente en el sistema de interceptores. (ETAPA EP., 2005)

Tabla 6. Contribución industrial.

Contribución industrial	
Nivel de complejidad del sistema	Contribución industrial (L/s/ha-ind)
Bajo	0.40
Medio	0.60
Medio alto	0.80
Alto	1.0 – 1.5

Fuente: ETAPA EP. (2005).

5.6.6. Caudal de infiltración ($Qinf$)

El caudal de infiltración es el resultado de aplicar la tasa de infiltración establecida para cada sector a la longitud total de la red de alcantarillado, incluyendo tanto las tuberías principales como las conexiones domiciliarias.(ETAPA EP., 2005)

Tabla 7 Caudal de infiltraciones.

“...Año	Caudal de Infiltración
1990	1,18 l/s/km
2000	1,10
2015	1,00...”

Fuente: IEOS (1992).

5.6.7. Caudal por conexiones ilícitas (Q_{ce})

Para el cálculo del caudal sanitario se deberá considerar un caudal adicional proveniente de conexiones incorrectas, principalmente debido al ingreso de aguas pluviales que han sido conectadas indebidamente a la red sanitaria.

Tabla 8. Contribución por conexiones erradas.

Contribución por conexiones erradas y drenaje domiciliario		
Nivel de Complejidad del Sistema	Por Conexiones Erradas con Sistema Pluvial (L/s/ha)	Por Drenaje Domiciliario de Aguas Lluvias Sin Sistema Pluvial (L/s/ha)
Bajo y medio	0.2 – 2	4 – 20
Medio alto y alto	0.1 – 1	2 – 20

Fuente:EMAPS (2023).

5.6.8. Caudal medio diario total (Q_{md})

Para calcular el Q_{md} debemos utilizar la siguiente formula:

Ecuación 6

$$Q_{md} = Q_d + Q_I + Q_C + Q_{IN}$$

Donde:

- Q_{md} : Caudal medio diario total
- Q_d : Caudal doméstico
- Q_I : Caudal industrial
- Q_C : Caudal comercial
- Q_{IN} : Caudal institucional

5.6.9. Caudal medio diario final (Q_{mDn})

De acuerdo con la EMAPS (2023) el caudal medio diario para el año final del proyecto será determinado con la siguiente expresión:

Ecuación 7

$$Q_{mDn} = Q_{m'Dn} + I_n + \sum Q_{sn}$$

Donde:

- Q_{mDn} = caudal meddio diario de diseño para el año n (m^3/d)
- $Q_{m'Dn}$: caudal medio diario para el año n , debido a usuarios domésticos, industrias, comercios, instituciones (m^3/d)
- I_n : caudal aportado por infiltración para el año n (m^3/d)
- $\sum Q_{sn}$: suma de caudales medios diarios aportados por los grandes usuarios para el año n (m^3/d)

5.6.10. Caudal máximo horario final previsto para la conexión (q_{MH30})

Para la determinación de este caudal la EMAPS nos da la

Siguiente expresión:

Ecuación 8

$$q_{MH30} = K * B * d_{netan} * \frac{Dv}{86400}$$

Donde:

- K : $K_1 * K_2$, coeficiente total máximo horario
- B : $\beta_1 * \beta_2$, coeficiente de minoración.
- R : coeficiente de retorno de agua al sistema de alcantarillado sanitario
- d_{netan} : dotación neta para el año n ($l/hab \cdot día$)

- Dv : densidad promedio de habitantes por viviendas de la localidad (hab/viv)

5.6.11. Caudal máximo horario final previsto para la conexión (QS_{MH30})

Para determinar el caudal máximo horario final utilizamos la siguiente ecuación:

Ecuación 9

$$QS_{MH30} \geq 5 * qM_{H30}$$

5.6.12. Caudal máximo horario (QMH)

Para obtener el QMH necesitamos sacar los coeficientes K y B se utiliza la siguiente la siguiente Tabla 9:

Tabla 9. Coeficiente de mayoración y minoración.

Coeficiente de mayoración	
$1,1 < K1 < 1,4$	$K1,43 < < 2,66$
$1,3 < K2 < 1,9$	
Coeficiente de minoración	
$0,6 < \beta 1 < 0,8$	$0,30 < \beta < 0,56$
$0,5 < \beta 2 < 0,7$	

Fuente: EMAPS (2023).

Ecuación 10

$$QMH = K * QmDn$$

Donde:

- QMH: Caudal máximo horario al final del periodo de diseño
- QmDn: Caudal medio diario al año n
- K: Factor de mayoración

Ecuación 11

$$QMH = K * QmDn$$

Donde:

- QMH: Caudal máximo horario al final del periodo e diseño
- QmDn: Caudal medio diario al año n
- K: Factor de mayoración

5.6.13. Caudal de diseño (Q_d)

Para obtener el caudal de diseño según la EMAPS (2023) , es igual a la suma de conexiones erradas más el caudal máximo horario como se presenta en la siguiente expresión:

Ecuación 12

$$Q_d = Q_{MH} * Q_{ce}$$

Por lo tanto, si el caudal llega a ser menor que 1.5 l/s se adoptara este valor como caudal mínimo.

5.6.14. Caudal de autolimpieza (Q_{lo})

El caudal mínimo de autolimpieza (QLO) corresponde al flujo más bajo que debe garantizarse en una conducción o unidad de tratamiento para mantener condiciones hidráulicas que eviten la sedimentación de sólidos y permitan el arrastre adecuado de los residuos. Este valor representa el caudal máximo horario registrado durante el día de menor aporte diario, correspondiente al primer año del período de diseño. Su determinación asegura que, incluso en condiciones de mínima demanda, la red mantenga su eficiencia y funcionalidad (EMAPS, 2023).

Ecuación 13

$$Q_{lo} = K_2 * \beta_1 * Q_{mDo}$$

Donde:

- Q_{Lo} = Caudal de autolimpieza

- K_2 = *Coefficiente de mayoración*
- K_1 = *Coefficiente de minoración*
- Q_{mDo} = *Caudal medio diario al año n*

5.6.15. Configuración de la red de alcantarillado

En los cruces entre redes de infraestructura, el sistema de alcantarillado debe ubicarse por debajo de la red de agua potable, manteniendo una separación vertical mínima de 0.50 metros. Esta disposición busca garantizar la protección mecánica del alcantarillado frente a cargas externas y, además, asegurar el funcionamiento adecuado del sistema mediante el desagüe eficiente de las conexiones domiciliarias (INEN, 1997).

5.6.16. Distancias máximas entre pozos

Según lo establecido por la norma (INEN, 1997) ,la distancia máxima permitida entre dos pozos de revisión se determina en función del diámetro de la tubería que los conecta, conforme a los valores estipulados en la Tabla 10.

Tabla 10. Distancia máxima entre pozos.

Diámetro de la tubería (mm)	Distancia máxima ente pozos (m)
Menor a 350	100
400-800	150

Fuente: INEN (1997)

5.6.17. Condiciones hidráulicas

Conforme a lo indicado por la norma INEN (1997) ,el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario debe considerar una serie de parámetros técnicos fundamentales, los cuales incluyen aspectos como el caudal de diseño, pendientes mínimas, velocidades de autolimpieza, diámetros mínimos de tuberías, separación entre pozos de revisión, y condiciones topográficas del terreno, entre otros. Estos criterios aseguran el correcto funcionamiento hidráulico y sanitario del sistema:

- Las tuberías utilizadas en el sistema de alcantarillado sanitario deben cumplir con un diámetro mínimo de 200 mm, con el fin de garantizar un flujo adecuado, evitar obstrucciones y permitir el mantenimiento eficiente del sistema, de acuerdo con lo establecido en la normativa técnica.
- Por consiguiente, se debe asegurar que el esfuerzo cortante promedio en las conducciones sea igual o superior a $1,0 \text{ N/m}^2$ (equivalente a $0,10 \text{ kg/m}^2$) cuando se transporte el caudal mínimo de autolimpieza (QLO). Este valor es necesario para garantizar condiciones hidráulicas que eviten la sedimentación de sólidos dentro de la red.

La ecuación que se usa para el cálculo del esfuerzo cortante es la presentada a continuación:

Ecuación 14

$$\tau = \gamma * Rh * S$$

Donde:

- τ : es el esfuerzo cortante medido en (Kg/m^2)
- γ : Peso específico del agua (Kg/m^2)
- Rh : *Radio hidráulico(m)*
- S : *Pendiente(m/m)*
- Con el fin de prevenir la acumulación de materia orgánica y evitar procesos de erosión interna en las tuberías, se recomienda que la velocidad mínima de diseño del flujo no sea inferior a $0,45 \text{ m/s}$. Por su parte, la velocidad máxima en condiciones de tubería llena estará condicionada por las características del material utilizado en la conducción.

Tabla 11. Velocidad máxima de diseño según el material

Material	Velocidad Máxima (m/s)
Hormigón simple con uniones de mortero	4
Plástico	5

Fuente: INEN (1997)

- El nivel de agua en las tuberías del sistema de alcantarillado no debe exceder el 75 % del diámetro interior de la conducción. Este criterio permite mantener una sección libre que favorece la ventilación y evita condiciones de flujo a presión no deseadas en sistemas diseñados para operar a gravedad.

5.6.18. Rugosidad de Manning

Los coeficientes de rugosidad hidráulica deben ser seleccionados con base en fuentes bibliográficas especializadas, considerando tanto las condiciones de revestimiento nuevo como las de revestimiento envejecido en la tubería. Como guía, pueden utilizarse los valores propuestos en la Tabla 12 Tabla 12. Valores de rugosidad de Manning para diferentes materiales., donde se presentan los valores del coeficiente de rugosidad adecuados para ser empleados en la fórmula de Manning(IEOS, 1992).

Tabla 12. Valores de rugosidad de Manning para diferentes materiales.

Material	Coefficiente de rugosidad		
	MINIMO	MEDIO	MAXIMO
Hormigón simple con uniones de mortero	0.013	0.014-0.013	0.015
Plástico		0.011	

Fuente: IEOS (1992).

5.6.19. Relaciones hidráulicas

De acuerdo con lo señalado por (OPS, 2005), las relaciones hidráulicas permiten describir el comportamiento del agua residual al interior de las tuberías, constituyéndose en

elementos clave para asegurar un diseño eficiente del sistema y prevenir posibles fallos operativos.

A continuación, se presentan las principales relaciones hidráulicas que deben considerarse en el diseño:

5.6.19.1. Relación de caudales

Los principios de la hidráulica de canales circulares indican que la máxima capacidad de conducción se alcanza cuando el nivel del agua representa aproximadamente el 80 % del diámetro de la tubería. No obstante, para asegurar el funcionamiento adecuado del sistema y prevenir condiciones de sobrecarga, se recomienda no exceder una relación de llenado de 0,65, lo que corresponde a una relación entre el caudal de diseño y el caudal máximo menor a 0,75 (ETAPA EP., 2005).

5.6.19.1. Relación calado y diámetro

En el diseño de alcantarillado sanitario, la relación entre calado y diámetro (h/D) debe mantenerse entre 0.2 y 0.8 para garantizar el adecuado funcionamiento hidráulico del sistema. Este rango permite asegurar la autolimpieza del conducto, evitar el régimen a presión y mantener una ventilación suficiente. Valores cercanos a $h/D = 0.7$ u 0.8 son comunes en condiciones de diseño, dejando parte de la sección libre para gases y crecidas (OPS, 2005).

5.7.Planta de tratamiento

5.7.1. Pretratamiento

El pretratamiento constituye la fase inicial fundamental en la planta de tratamiento, cuyo propósito es la eliminación de sólidos gruesos, arenas, grasas y materiales flotantes, con el fin de salvaguardar los equipos situados aguas abajo. Según un análisis revisado, "el objetivo de la etapa preparatoria es proteger las unidades de tratamiento posteriores y minimizar los problemas operativos causados por elementos sólidos". Por ejemplo, los

desarenadores de tipo vórtices utilizan fuerzas hidráulicas para separar partículas inorgánicas con una eficacia superior al 85 %, siempre que se mantenga un flujo adecuado (Donald et al., 2022).

5.7.2. Tratamiento primario

El tratamiento primario constituye una fase esencial en el proceso de tratamiento de aguas residuales, en la que tiene lugar la sedimentación de sólidos suspendidos y materia orgánica que se puede sedimentar en los tanques clarificadores. Esta etapa tiene como objetivo la disminución de la carga contaminante mediante la eliminación física de partículas más pesadas. Investigaciones recientes sugieren que el tratamiento primario puede eliminar entre el 40 % y el 60 % de los sólidos suspendidos y hasta un 35 % de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) (Serlet et al., 2020).

La eficacia de este proceso está sujeta a diversas condiciones operativas, tales como el tiempo de retención hidráulico y la velocidad de flujo. Donald et al. indican que la optimización de estas variables puede resultar en una mejora considerable en la eliminación de contaminantes tanto sólidos como orgánicos. Asimismo, la implementación de técnicas de coagulación y floculación química, denominadas tratamiento primario mejorado (CEPT), tiene el potencial de incrementar la eficacia de eliminación hasta un 80 %, lo que favorece el rendimiento del tratamiento secundario (Lim et al., 2020).

En consecuencia, el tratamiento primario desempeña un papel protector para las etapas sucesivas y maximiza el uso de energía en la planta, siendo fundamental un diseño y operación adecuados para el éxito general del sistema.

5.7.3. Tratamiento secundario

El tratamiento secundario representa una fase biológica fundamental en el procedimiento de depuración de aguas residuales, cuyo objetivo primordial radica en la

descomposición de la materia orgánica tanto disuelta como en suspensión a través de microorganismos. Este paso disminuye notablemente la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO), logrando así una depuración eficiente antes de la descarga o de un tratamiento posterior (Lim et al., 2020).

Los métodos más frecuentemente empleados por Lim et al. (2020), incluyen los lodos activados, los filtros percoladores y las lagunas de estabilización. El sistema de lodos activados es comúnmente adoptado debido a su elevada eficacia en la reducción de materia orgánica y nutrientes, alcanzando hasta un 90 % de eliminación de DBO y DQO.

Como dice Jerves-Cobo et al. (2025) en su artículo los humedales construidos presentan una eficiencia de tratamiento estable una vez que el sistema alcanza su equilibrio operativo. No obstante, en los primeros tres a seis meses posteriores a la implementación de un sistema VSSF-CW (humedal vertical de flujo subsuperficial), se ha observado una baja eficiencia en la remoción de ciertos parámetros, especialmente aquellos que dependen de la actividad microbiana. Esta tendencia corresponde al período de estabilización biológica y vegetativa, una etapa inicial común en sistemas recientemente construidos, la cual puede influir significativamente en los resultados obtenidos durante las primeras fases del monitoreo.

Asimismo, tecnologías innovadoras como los biorreactores de membrana integran procesos de filtración con métodos biológicos para optimizar la calidad del efluente, cumpliendo con altos estándares de tratamiento.

La elección del proceso se verá influenciada por diversos factores, tales como el caudal, la composición del agua residual, el área disponible y las exigencias normativas, siempre persiguiendo un equilibrio entre eficiencia, costos y sostenibilidad ambiental.

5.7.4. Tratamiento terciario

El tratamiento terciario representa la fase final en el procedimiento de purificación de aguas residuales, centrándose en la erradicación de nutrientes, patógenos y contaminantes emergentes que no han sido eliminados en etapas previas. Esta fase implementa procedimientos avanzados como la filtración fina, la desinfección mediante luz ultravioleta (UV), la ozonización y el uso de membranas de ultrafiltración para garantizar la calidad del efluente, lo que permite su disposición segura o su reutilización (El Mokhi & Addaim, 2020).

La eliminación de nitrógeno y fósforo resulta crucial en el tratamiento terciario, dado que su acumulación en cuerpos receptores puede desencadenar procesos de eutrofización. Se utilizan tecnologías como la desnitrificación biológica y la precipitación química para lograr concentraciones que se consideran aceptables. La desinfección a través de UV y ozono asegura la inactivación de bacterias y virus, disminuyendo los riesgos sanitarios (Du et al., 2020).

Asimismo, según Ricardo (2000; Yu et al., 2021), la incorporación de sistemas de membranas ha facilitado una mejora notable en la eliminación de micro plásticos, lo que contribuye a la protección del medio ambiente y a la salud pública.

5.7.5. Desarenador

5.7.5.1. Criterios operativos y eficiencia

Es necesario que la velocidad del flujo dentro del desarenador se mantenga en un rango de 0.3 a 0.6 m/s, lo cual favorece la sedimentación de partículas sólidas pesadas, sin permitir el asentamiento de materia orgánica que podría comprometer la operación del sistema (Ricardo, 2000).

El tiempo de retención hidráulico recomendado se sitúa entre 2 y 5 minutos, lo que resulta suficiente para que las arenas se depositen en el fondo y puedan ser extraídas posteriormente.

La profundidad del canal o tanque debería proporcionar un almacenamiento temporal adecuado de arenas, con una medida habitual de entre 1 y 5 metros, y facilitar su posterior extracción mediante métodos manuales o automáticos(Ricardo, 2000).

Para garantizar el mantenimiento de la eficiencia, es esencial llevar a cabo limpiezas periódicas y supervisar los parámetros operativos, lo cual asegura la protección de los equipos subsecuentes y extiende la vida útil de la planta.

De acuerdo con Ricardo (2000), la pendiente ubicada en el fondo del desarenador debe estar entre 3% y 8% para que las partículas pueden sedimentarse.

La altura de los vertederos debe ser la tercera parte del valor de H calculado y los valores para las pantallas deben ser la mitad de este.

Una rejilla en los sistemas de tratamiento de aguas residuales es un dispositivo que se coloca al inicio del proceso, y su principal objetivo es atrapar los sólidos gruesos que podrían causar obstrucciones en las unidades posteriores del sistema. Los sólidos incluyen grava, plásticos y papel higiénico. La rejilla tiene una malla con aberturas de aproximadamente 2 cm y se instala con una inclinación específica para facilitar su limpieza. Además, es importante que el flujo horizontal se mantenga entre 0,5 m/s y 0,8 m/s:

Mayor a 0,5 m/s para evitar que se sedimenten partículas de arena.

Menor a 0,8 m/s para disminuir la fuerza de arrastre sobre la rejilla.

5.7.5.2. Diámetro de la partícula a remover.

Para la elaboración de un desarenador, UNATSABAR(2005) menciona la existencia de tres categorías de materiales que requieren ser eliminados. Estas categorías son: arena fina con un tamaño menor o igual a 0.01 cm, arena gruesa que oscila entre 0.015 y 0.1 cm, y grava con dimensiones superiores a 1.0 cm.

5.7.5.3. Densidad de la arena

Valor fijo el cual oscila en los 2.65 gr/cm³.

5.7.5.4. Velocidad de sedimentación

Tabla 13 Velocidad de sedimentación

Material	Φ Límite		Vs	Régimen	Ley Aplicable
	de partículas (cm)	No. De Reynolds			
	>1	>10000	100		Newton
Grava	0.100	1000	10.0	Turbulento	$v_s = 1.82 \sqrt{dg \frac{ps - p}{p}}$
	0.080	600	8.3		
	0.050	180	6.4		
	0.050	27	5.3		
	0.040	17	4.2		
Arena Gruesa	0.030	10	3.2	Transición	Allen
	0.020	4	2.1		
	0.015	2	1.5		
Arena Fina	0.10	0.8	0.80	Laminar	$v_s = 0.22 \left(\frac{pa - p}{p} \right)^{2/3} \left[\frac{d}{\left(\frac{u}{p} \right)^{2/3}} \right]$
	0.008	050	0.60		
	0.006	0.24	0.40		
	0.005	1.00	0.30		
	0.004	1.00	0.20		
	0.003	1.00	0.13		$v_s = \frac{1}{18} g \frac{pa - p}{p} d^2$
	0.002	1.00	0.06		
	0.001	1.00	0.015		

Fuente: Lima (2005)

5.7.5.5. Número de Reynolds

Para poder conocer el tipo de flujo en el cual se encuentra la partícula analizada es necesario el número de Reynolds y con ello la temperatura y su respectiva viscosidad dinámica.

Tabla 14 Viscosidad del Agua

Temperatura	Densidad	Viscosidad Dinámica
°C	<i>Kg/m³</i>	<i>gr/cm·seg</i>
2	999.97	1.67E-02
4	1000.00	1.56E-02
6	999.97	1.47E-02
8	999.88	1.38E-02
10	999.73	1.30E-02
12	999.52	1.23E-02
14	999.27	1.16E-02
16	999.12	1.01E-02

Fuente: Vaxas (2010).

5.7.5.6. Área transversal de la unidad

Cálculo del área transversal del canal:

Ecuación 15

$$A = \frac{Q}{v}$$

Dónde:

- A = área transversal del canal (m²)
- Q = caudal de agua (m³/s)
- v = velocidad del agua en el canal (m/s)

5.7.5.7. Dimensiones geométricas del desarenador.

En la creación del canal rectangular del desarenador, el área transversal previamente calculada se vincula con el ancho del canal y la altura a través de la fórmula básica que se utiliza para determinar el área de un rectángulo, que se expresa como:

Ecuación 16

$$A = b \times h$$

Para facilitar el diseño, se establece una proporción común entre la altura y el ancho del canal, que generalmente es:

Ecuación 17

$$h = 1.5 \times b$$

Esto facilita la representación del área únicamente en términos del ancho:

Ecuación 18

$$A = b \times (1.5b) = 1.5 \times b^2$$

Despejando el ancho b :

Ecuación 19

$$b = \sqrt{\frac{A}{1.5}}$$

Una vez calculado b , la altura se obtiene con:

Ecuación 20

$$h = 1.5 \times b$$

Tiempo de retención hidráulica:

Ecuación 21

$$t = \frac{h}{v^s}$$

Dónde:

- t = tiempo de retención (s)
- h = altura del canal (m)

- V_s = velocidad de sedimentación de las partículas (m/s)

5.7.5.8. Longitud del canal

Ecuación 22

$$L = t \times v$$

Dónde:

- L = longitud del canal (m)
- T = tiempo de retención hidráulica (s)
- v = velocidad del agua (m/s)

5.7.5.9. Longitud adicional por factor de seguridad

Como regla general, se sugiere aumentar la longitud calculada en un 25% adicional como medida de seguridad.

Ecuación 23

$$L_{total} = L \times 1.25$$

Esto garantiza que, incluso con ligeras fluctuaciones en el flujo, la temperatura o las partículas, el sistema operará de manera eficiente sin sufrir pérdidas en su rendimiento.

5.7.6. Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA)

5.7.6.1. Tiempo de residencia hidráulica

Tabla 15 TRH

Temperatura del agua residual (°C)	Promedio diario (h)	Mínimo (durante 4–6 h)
16 – 19	10 – 14	7 – 9
22 – 26	7 – 9	5 – 7
> 26	6 – 8	4 – 5

Fuente: (CONAGUA, 2015).

5.7.6.2. Directrices para determinar el área de influencia de los distribuidores de flujo

Tabla 16 Área de influencia de distribuidores

Tipo de lodo	Carga orgánica aplicada (kg DQO/m ³ ·d)	Área de influencia de cada distribuidor (m ²)
Lodo denso y floculento (concentración > 40 kg SST/m ³)	< 1.0	0.5–1
	1–2	1–2
	> 2	2–3
Lodo medio floculento (concentración 20 a 40 kg SST/m ³)	< 1–2	1–2
	> 3	2–5
Lodo granular	1–2	0.5–1
	2–4	0.5–2
	> 4	> 2

Fuente: CONAGUA (2015)

5.7.6.3. Principales criterios hidráulicos

Tabla 17 Resumen de los principales criterios hidráulicos para el diseño de reactores RAFA

Criterio/Parámetro	Q _{prom}	Q _{max}	Q _{pico} (*)
Carga hidráulica volumétrica (m ³ ·m ⁻² ·d ⁻¹)	< 4	< 6	< 7
Tiempo de residencia hidráulica** (horas)	6–9	4–6	> 3.5–4
Velocidad de flujo ascendente (m·h ⁻¹)	0.5–0.7	< 0.9–1.1	< 1.5
Velocidad en la abertura para sedimentación (m·h ⁻¹)	< 2–2.3	< 4.4–4.2	< 5.5–6.6
Tasa de carga de superficie en el sedimentador (m·h ⁻¹)	0.6–0.8	< 1.2	< 1.6

Tiempo de residencia hidráulica en el sedimentador ($m \cdot h^{-1}$)	1.5–2	> 1	> 0.6
---	-------	-----	-------

Fuente: CONAGUA (2015)

5.7.6.4. Criterios de diseño para reactores anaerobios de flujo ascendente (RAFA)

Tabla 18 Criterios diseño RAFA

Criterio	Parámetros	Intervalos de valores
Altura	Reactor	3 – 6 m
	Compartimiento del sedimentador	1.5 – 2 m
	Compartimiento del digestor	2.5 – 3.5 m
Remoción de DQO esperada	Remoción esperada para agua residual diluida	60 – 70 %
Distribución del afluente	Diámetro del tubo de distribución del afluente (mm)	75 – 110
	Diámetro de la desembocadura del tubo de distribución (mm)	40 – 50
	Distancia entre la parte superior del tubo de distribución y el nivel del agua en el sedimentador (m)	0.2 – 0.3
	Distancia entre la desembocadura y la parte inferior del reactor (m)	0.1 – 0.15
	Área de influencia de cada tubo de distribución (m^2)	2 – 3
Colector de biogás	Tasa de liberación mínima de biogás ($m^3/m^2 \cdot h$)	1
	Tasa de liberación máxima de biogás ($m^3/m^2 \cdot h$)	3 – 5
	Concentración de metano en el biogás (%)	70 – 80
Compartimiento de sedimentación	Superposición de los deflectores de gas respecto a la abertura del compartimiento de sedimentación (m)	0.1 – 0.15

Pendiente mínima de las paredes del sedimentador (°)	45
Pendiente óptima de las paredes del sedimentador (°)	50 – 60
Profundidad del compartimento del sedimentador (m)	1.5 – 2

Fuente: *CONAGUA (2015)*

5.8.Dimensionamiento del reactor RAFA.

Tabla 19 Ecuaciones RAFA

Descripción	Ecuación
Volumen	$V = \frac{QMH}{v \text{ flujo ascendente}}$
Volumen de cada módulo (Vu)	$Vu = \frac{V}{N}$ Donde: N: Número de módulos
Área de cada módulo (A)	$A = \frac{Vu}{H}$
Carga orgánica volumétrica (COV)	$COV = \frac{QMH * So}{V}$ Donde: So: Demanda de DQO (kg de DQO/m3d)
Velocidad de flujo ascendente (v)	$v = \frac{Q}{At}$ Donde: Q: QMH o Qmd. At: Área transversal.
Calcular el número de tubos de distribución del agua residual (afluente)	$Nd = \frac{At}{Ad}$ Donde: Ad: Área de distribución dado por la Tabla

Estimar la eficiencia de remoción de la DBO	$E_{DBO} = 100 * (1 - 0.5 * TRH^{-0.50})$
Estimación de las concentraciones de DQO y DBO en el efluente final:	$C_{efl} = \frac{S_o - (E * S_o)}{100}$ <p>Donde:</p> <p>So: Demanda de DBO (kg de DBO/m³d)</p> <p>E: Eficiencia de remoción de la DBO.</p>

Fuente: *CONAGUA (2015)*

6. RESULTADOS

6.1. Población actual de San Antonio de Trabana

Con el fin de establecer la población actual del área San Antonio de Trabana, se realizó una recolección de información en colaboración con ETAPA EP, así como con el apoyo del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de la parroquia Santa Ana. Esta tarea implicó un censo domiciliario que se llevó a cabo de manera individual en cada vivienda, durante las mañanas y las tardes de los días 24 y 25 de junio, abarcando la totalidad de las residencias en la comunidad.

Este proceso de recolección facilitó la obtención de datos actualizados y fiables sobre el número de habitantes en el sector, registrándose un total de 149 individuos. A partir de esta información, se procedió a realizar los cálculos hidráulicos necesarios para el diseño del sistema de saneamiento y la planta de tratamiento de aguas residuales correspondiente a la comunidad.

6.2. Tasa de crecimiento

Para el cálculo de las tasas de crecimiento se ocuparon datos del INEC de la parroquia Santa Ana, así como también el método de proyección geométrico los mismos se muestran en la Tabla 20 Tabla 20 Censos Santa Ana

Tabla 20 Censos Santa Ana

Año	Población	Tasa de crecimiento geométrico (r%)
1990	4159	
2001	4705	1.12
2010	5338	1.41
2022	7027	2.31

Como se puede apreciar en la Tabla 20 la parroquia ha tenido un crecimiento significativo entre los años 1990 a 2022. Dado esta información se consideró los años mencionados para obtener una tasa de crecimiento de $r\% = 1.92$ la cual será utilizada para los respectivos cálculos y es la más desfavorable en comparación con la tasa de crecimiento de la Sierra que es de un 1%.

6.3. Proyección poblacional

Una vez obtenidos los parámetros requeridos se procede a realizar la proyección poblacional usando el método geométrico el cual es recomendable para las zonas rurales. A continuación, los datos obtenidos con un periodo de diseño de 20 años.

Tabla 21 Proyección poblacional por el Método Geométrico.

Año	Proyección poblacional
2024	7301
2025	7441
2026	7585
2027	7731
2028	7880
2029	8032
2030	8187
2031	8345
2032	8506
2033	8670

2034	8837
2035	9008
2036	9181
2037	9358
2038	9539
2039	9723
2040	9910
2041	10102
2042	10296

Elaborado por: Los autores.

6.4. Alcantarillado sanitario

6.4.1. Trazado de la red de alcantarillado

La ubicación de los pozos de inspección debe determinarse en lugares estratégicos, tales como en los cambios de dirección, en los puntos más elevados del terreno y en áreas donde se presentan variaciones en la pendiente. La topografía de la región es fundamental para establecer la orientación del flujo, garantizando que el sistema utilice la gravedad de forma eficiente para el movimiento de las aguas residuales

Ilustración 4 Trazado Alcantarillado Sanitario.

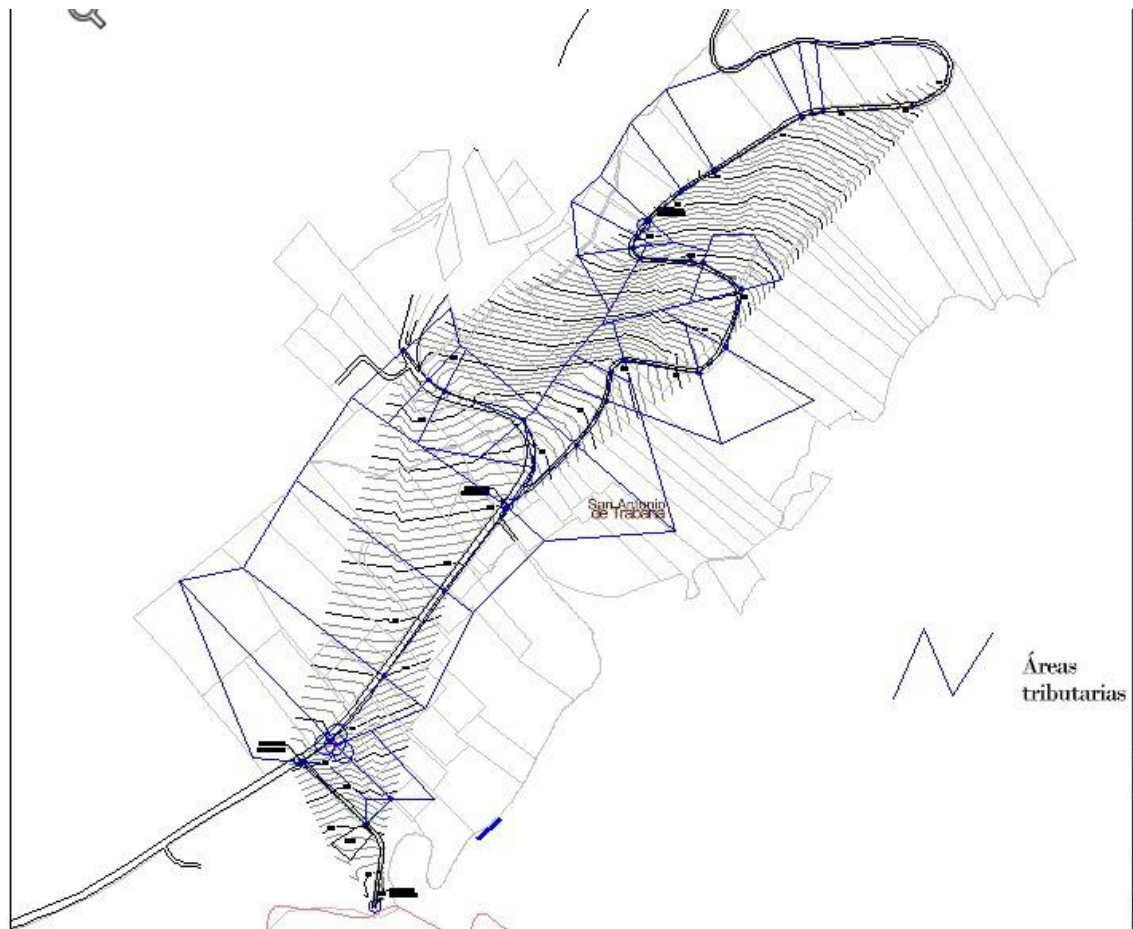


Nota: Se puede apreciar de mejor manera la Ilustración 4 en la parte de Anexo 9.

6.4.2. Áreas tributarias

Una vez que se completó la red de alcantarillado sanitario en la comunidad de San Antonio de Trabana, se pasó a definir las áreas de aporte para cada tramo de la red. Estas áreas se establecieron basándose en la distribución y forma de los terrenos, con información proporcionada por ETAPA EP, ya que en esta comunidad no hay una delimitación clara de las manzanas urbanas. En algunos sectores de la zona de estudio, las áreas definidas tienen formas irregulares. Sin embargo, se aplicó un enfoque técnico en el diseño, buscando incluir la mayor cantidad posible de viviendas y habitantes, siempre que las condiciones del terreno lo permitieran. La correcta delimitación de estas áreas de aporte fue clave para asegurar un flujo eficiente hacia los puntos de descarga, así como para dimensionar adecuadamente las tuberías del sistema, garantizando su funcionalidad y eficiencia hidráulica.

Ilustración 5 Áreas Tributarias.



Nota: Se puede apreciar de mejor manera la Ilustración 5 en la parte de Anexo 9.

6.4.3. Densidad poblacional

En la comunidad de San Antonio de Trabana, se estima que la densidad poblacional para el año base es de 19 habitantes por hectárea, abarcando un área total de 149 hectáreas. Según las proyecciones de crecimiento, se prevé que para el año 2042 esta densidad llegue a unos 29 habitantes por hectárea. Esta información es clave para dimensionar y planificar el sistema de alcantarillado sanitario y la planta de tratamiento de aguas residuales, garantizando su funcionamiento y capacidad en el futuro.

6.4.4. Diseño de alcantarillado sanitario

En esta sección, se presentan los resultados del diseño de la red de alcantarillado sanitario. Aquí se detallan los principales parámetros que se han tenido en cuenta, como el

caudal de diseño, el diámetro de las tuberías, las velocidades mínimas y máximas permitidas, así como las longitudes y pendientes correspondientes a cada tramo de la red.

Tabla 22 Parámetros de diseño de la red de alcantarillado de la comunidad San Antonio de Trabana

TRAMOS	POZOS		L m	ÁREA		CAUDAL		
	Pozo inicio	Pozo fin		PARCIAL a (Ha)	ACUMULADO A (Ha)	diseño (q1+q2) l/s	D interior Diseño m	J% pendiente
TRAMO 1	P2	P3	85.40	0.70	0.70	1.50	0.25	0.07
	P3	P4	10.80	0.09	0.80	1.50	0.25	0.09
	P4	P5	10.06	0.13	0.93	1.50	0.25	0.09
	P5	P6	98.31	0.79	1.72	1.50	0.25	0.08
	P6	P7	36.65	0.35	2.07	1.50	0.25	0.08
	P7	P8	42.02	0.34	2.41	1.50	0.25	0.09
	P8	P9	19.34	0.22	2.64	1.50	0.25	0.10
	P9	P10	11.51	0.19	2.82	1.50	0.25	0.10
	P10	P11	12.12	0.19	3.01	1.50	0.25	0.09
	P11	P12	60.83	0.43	3.44	1.50	0.25	0.06
	P12	P13	45.25	0.35	3.79	1.50	0.25	0.09
	P13	P14	57.83	0.71	4.50	1.50	0.25	0.09
	P14	P15	34.59	0.58	5.07	1.50	0.25	0.09
	P15	P16	73.75	0.81	5.89	1.50	0.25	0.09
	P16	P17	17.96	0.15	6.03	1.50	0.25	0.04
	P17	P18	27.26	0.20	6.24	1.50	0.25	0.07
	P18	P19	51.27	0.69	6.93	1.50	0.25	0.08
	P19	P20	88.43	0.93	7.86	1.50	0.25	0.09
	TRAMO 2	P21	P22	36.77	0.24	0.24	1.50	0.25
P22		P23	18.67	0.15	0.39	1.50	0.25	0.09
P23		P24	80.49	0.37	0.75	1.50	0.25	0.07
P24		P25	46.77	0.11	0.86	1.50	0.25	0.07

	P25	P20	44.52	0.22	1.09	1.50	0.25	0.08
	P20	P26	100.36	2.14	11.08	1.50	0.25	0.08
	P26	P27	100.36	2.13	13.21	1.68	0.25	0.09
TRAMO 3	P27	P28	79.74	1.44	14.65	1.86	0.25	0.08
	P28	P29	34.20	0.77	15.42	1.96	0.25	0.09
	P29	P30	85.96	0.11	15.54	1.97	0.25	0.10
TRAMO 4	P32	P33	74.24	0.37	0.37	1.50	0.25	0.09
	P33	P30	35.11	0.03	15.91	2.02	0.25	0.09

Elaborado por: Los autores.

Tabla 23 Parte 2 Parámetros de diseño de la red de alcantarillado de la comunidad San Antonio de Trabana.

TRAMOS	POZOS		Tubería llena		V	Q _{lo}	Tensión	
	Pozo inicio	Pozo fin	L m	V max m/s	Q max l/s	mínima m/s	tensoactiva t Kg/m ²	
	P2	P3	85.40	3.81	187.13	1.25	1.56	0.69
	P3	P4	10.80	4.30	211.31	1.25	1.56	0.88
	P4	P5	10.06	4.24	207.89	1.25	1.56	0.85
	P5	P6	98.31	4.00	196.28	1.25	1.56	0.76
	P6	P7	36.65	4.10	201.25	1.25	1.56	0.80
	P7	P8	42.02	4.41	216.50	1.63	1.56	0.92
	P8	P9	19.34	4.42	216.96	1.63	1.56	0.93
	P9	P10	11.51	4.46	218.77	1.63	1.56	0.94
TRAMO 1	P10	P11	12.12	4.22	206.94	1.25	1.56	0.84
	P11	P12	60.83	3.45	169.26	1.25	1.56	0.56
	P12	P13	45.25	4.34	213.17	1.63	1.56	0.89
	P13	P14	57.83	4.30	210.84	1.25	1.56	0.87
	P14	P15	34.59	4.22	207.18	1.25	1.56	0.84
	P15	P16	73.75	4.25	208.48	1.25	1.56	0.86
	P16	P17	17.96	2.80	137.36	0.99	1.56	0.43
	P17	P18	27.26	3.84	188.58	1.25	1.56	0.70
	P18	P19	51.27	3.97	195.02	1.25	1.56	0.75

	P19	P20	88.43	4.39	215.47	1.63	1.56	0.91
	P21	P22	36.77	2.72	133.35	0.99	1.56	0.41
	P22	P23	18.67	4.27	209.66	1.25	1.56	0.86
TRAMO 2	P23	P24	80.49	3.76	184.61	1.25	1.56	0.67
	P24	P25	46.77	3.76	184.61	1.25	1.56	0.67
	P25	P20	44.52	3.92	192.47	1.25	1.56	0.73
	P20	P26	100.36	4.16	204.42	1.25	1.56	0.82
	P26	P27	100.36	4.17	204.90	1.39	1.56	0.83
TRAMO 3	P27	P28	79.74	4.04	198.41	1.55	1.56	0.77
	P28	P29	34.20	4.35	213.52	1.63	1.56	0.90
	P29	P30	85.96	4.50	220.79	1.64	1.56	0.80
	P32	P33	74.24	4.37	214.44	1.63	1.56	0.90
TRAMO 4	P33	P30	35.11	4.35	213.63	1.68	1.56	0.90

Elaborado por: Los autores.

Como se puede ver en las Tabla 22 y Tabla 23, los valores obtenidos cumplen con los criterios establecidos por ETAPA EP. En primer lugar, las velocidades máximas registradas en los tramos evaluados son inferiores a 0,45 m/s, lo que está dentro del rango permitido. Además, el caudal límite de operación (Q_{10}) se mantiene por debajo del umbral de 1,5 L/s, lo que asegura un funcionamiento adecuado del sistema. Por último, los valores de tensión tensoactiva superan los 0,10 kg/m², cumpliendo con los requisitos mínimos necesarios para garantizar el transporte eficiente de sólidos en el flujo.

6.5.Planta de tratamiento de Aguas Residuales

6.5.1. Desarenador

Se presentan los parámetros de diseño para el correcto dimensionamiento del desarenador.

Tabla 24 Lineamientos para diseño del desarenador.

Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad
Caudal de diseño	Qd	3.62	L/s
Diámetro de la partícula a remover	—	0.1	cm
Temperatura	T°	16.00	°C
Densidad de la arena	ps	2.65	g/cm ³
Viscosidad dinámica del agua	μ	0.011	g/(cm·s)
Densidad del agua	p	1.00	g/cm ³
Aceleración de la gravedad	g	9.81	cm/s ²

Tabla 25 Parámetros zona de desordenación.

Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad
Tipo de material a remover	-	Arena gruesa	-
Velocidad de Sedimentación	Vs	0.057	m/s
Número de Reynolds	Re	41.43	-
Altura de sección transversal	H	0.98	m
Área superficial de la zona de desarenación.	As	0.056	m ²
Longitud de zona de desarenación	L	2.15	m ²
Pendiente del fondo de la zona de decantación	S	8	%

Elaborado por: Los autores.

Tabla 26 Dimensiones generales desarenador

Dimensiones generales desarenador			
B		0.65	m
L		2.15	m
Altura desde la zona de lodos hasta el inicio de la pantalla		0.98	m
Altura zona de lodos		0.17	m
Altura total		1.15	m

L entrada	0.50	m
Altura cajón	0.46	m
Altura rejas	0.42	m
Separación entre rejas	0.02	m
Grosor de rejas	0.01	m
Altura vertedero de salida	0.43	m
L vertedero de salida	0.60	m
Altura de Pantallas	0.49	m
Diámetro Tubo de salida	0.25	m
Distancia entre el final de la rejilla y la primera pantalla.	0.54	m
Distancia entre vertedero de salida y la segunda pantalla.	0.45	m
Pendiente zona de lodos	8	%

Elaborado por: Los autores.

6.5.2. Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA)

Para elaborar el dimensionamiento del RAFA se siguieron las indicaciones del ‘Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente’ y se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla 27 Resultados RAFA

Parámetro	símbolo	Valor	Unidad
Caudal Máximo Horario	Q	3.62	L/s
Tiempo de retención hidráulica	TRH	10	horas
Volumen del reactor	V	32.58	m ³
Altura del reactor	H	4	m
Ancho del reactor	a	2.8	m
Longitud del reactor	L	2.90	m
Área transversal del reactor	At	8.14	m ²
concentración de DQO	So	0.5	kg-DQO/m ³
Gasto	Q	312.79	m ³ /d
Tasa de carga orgánica volumétrica	COV	4.8	kg-DQO/m ³ d

Temperatura del agua	T agua	15.5	°C
Numero de módulos	N	1	
Volumen por modulo	Vu	32.58	m ³
área del modulo	A	8.14	m ²
Largo del modulo	Lm	2.90	m
Tiempo de residencia hidráulica corregido	t	0.10	d
	t	2.5	horas
Carga hidráulica volumétrica	CHV	9.6	m ³ /m ³ *d
Velocidades de flujo ascendente	v	9.6	m/d
	v	0.4	m/h
Área de influencia del distribuidor	A de Inf de dis	2	m ²
Estimación de las eficiencias de remoción	EDQO	65.16	%
	EDBO	68.37	%
estimación del coeficiente de concentración	Cefl DBO	0.035	kgDBO/m ³
	Cefl DQO	0.17	kgDQO/m ³
Velocidad de flujo de campana	V	6.4	m/h
área de la campana	A libre	1.01	m ²
Calculo ancho de abertura Wa, entre el reactor y el separador GSL	Wa	0.35	
	1/2Wa	0.17	m
Traslape	Traslape vertical	0.15	m
Altura de la campana	hg	1.5	m
Angulo de la campana	Angulo	60	°
Longitud de los deflectores	LD	0.30	m
Distancia RAFA desde esquina superior	1/2 Ws	1.04	m
área del Canal	A	0.01	m ²

Elaborado por: Los autores.

6.5.3. DBO implementado humedal artificial de flujo subsuperficial

Tabla 28 Resultados Humedal

Q	312.79	m ³ /d
Carga de DBO	10.94	g/d
Efluente objetivo	10	mg/L
Ci	35	mg/L

T	16	°C
K20	180	m/año
Θ	1	
C*	5.35	mg/L
KT	180	m/año
A	1175.62	m ²
Medidas 3a1		
L	B	
59.38	19.79	0
Medidas constructivas		
59	20	4.37
n	71.42	%

Elaborado por: Los autores.

6.6.Presupuesto

Tabla 29. Presupuesto realizado en Interpro.

Alcantarillado sanitario

Oferente: MATEO BARRIONUEVO
Ubicación: SAN ANTONIO DE TRABANA
Fecha: 10/07/2025

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1		Trabajos preliminares				20.34
1.1	525225	Instalación de Señales A-0001 a A-0023	u	1.00	20.34	20.34
2		Movimiento de tierras				20,718.42
2.1	503034	Excavación mecanica con tractor	m3	2,850.00	1.41	4,018.50
2.2	513004	Transporte de materiales más de 5 Km	m3-km	300.00	0.27	81.00
2.3	514006	Relleno compactado a mano	m3	114.00	6.28	715.92
2.4	514004	Relleno compactado con equipo liviano	m3	2,850.00	5.58	15,903.00
3		Instalación de red de alcantarillado				92,207.37
3.1	534002	Pozo de revision de h=0 a 3,0 m, Tapa y Brocal tipo A	u	33.00	547.47	18,066.51
3.2	509231	Sum, Tubería PVC U/E 1,00 MPA D= 250 mm	m	1,520.57	40.89	62,176.11
3.3	501003	Encofrado Recto para estructuras de hormigón no visto	m2	120.00	14.44	1,732.80

3.4	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	600.00	2.60	1,560.00
3.5	506018	Hormigon premezclado f'c=210 kg/cm2 con bomba	m3	45.00	192.71	8,671.95
4	534026	Pozo de revision con tubo 600 mm, tapa 700mm Tipo A, inc. cerco interior y exterior	u	33.00	144.77	4,777.41
5	509052	Colocacion Tuberia PVC Alcant. D=250 mm	m	1,520.57	1.24	1,885.51
6		Construcción del Desarenador				1,782.15
6.1	501010	Encofrado Recto para estructuras de hormigón visto	m2	35.00	15.96	558.60
6.2	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	100.00	2.60	260.00
6.3	506018	Hormigon premezclado f'c=210 kg/cm2 con bomba	m3	5.00	192.71	963.55
7		Construcción de la Planta de Tratamiento RAFA				5,484.14
7.1	501003	Encofrado Recto para estructuras de hormigón no visto	m2	45.00	14.44	649.80
7.2	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	200.00	2.60	520.00
7.3	506018	Hormigon premezclado f'c=210 kg/cm2 con bomba	m3	22.00	192.71	4,239.62
7.4	540013	Colocacion Tuberia PVC Alcant. D=110 mm	m	20.00	0.51	10.20
7.5	525201	Instalación de Letrero Informativo Tipo 1 (2.40x1.20 m)	u	1.00	64.52	64.52
SUBTOTAL						126,875.34
					12 %	15,225.04
TOTAL						142,100.38

Son: CIENTO CUARENTA Y DOS MIL CIEN CON 38/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

7. CONCLUSIONES

El sistema de alcantarillado sanitario y la planta de tratamiento que se han propuesto para la comunidad de San Antonio de Trabana están diseñados para beneficiar a una población proyectada de 219 personas en un horizonte de 20 años. Se estableció una red de alcantarillado por gravedad que se extiende a lo largo de 1.52 km, cumpliendo con los

criterios técnicos establecidos por ETAPA EP y asegurando un transporte eficiente de las aguas residuales sin riesgo de obstrucciones. El diseño hidráulico tuvo en cuenta las pendientes naturales del terreno, la ubicación estratégica de los pozos de inspección y las velocidades mínimas necesarias para la autolimpieza. Para el tratamiento de los efluentes, se proyectó una planta con una capacidad de 3.62 L/s, que incluye un desarenador, un reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA) y un humedal subsuperficial. Se estima que el RAFA logrará una remoción del 65% de la DBO, mientras que el humedal alcanzará hasta un 71%, lo que contribuirá significativamente a la reducción de la carga contaminante. Finalmente, se elaboró un presupuesto referencial detallado para la ejecución del proyecto, cuyo costo total asciende a 142,100.38 dólares, lo que refuerza su viabilidad técnica y económica. Esta solución representa una respuesta eficiente y adaptada al entorno rural, con el potencial de mejorar las condiciones sanitarias de la comunidad y preservar los recursos hídricos locales.

8. RECOMENDACIONES

La validación periódica de datos poblacionales es clave: Es fundamental llevar a cabo actualizaciones regulares del censo poblacional para asegurarnos de que las proyecciones que utilizamos en el diseño sigan siendo representativas de la realidad del sector.

Implementación por fases: Se recomienda que la ejecución del sistema de alcantarillado y la planta de tratamiento se realice en etapas, priorizando las áreas con mayor densidad poblacional y donde más se necesita la intervención sanitaria.

Capacitación comunitaria: Es aconsejable desarrollar programas de formación para los residentes sobre el uso adecuado del sistema sanitario, el mantenimiento básico y la conservación del entorno.

Monitoreo y mantenimiento continuo: Una vez que el sistema esté en funcionamiento, es crucial establecer un plan de operación y mantenimiento que asegure la eficiencia del RAFA y del humedal, minimizando los riesgos de colmatación o fallos operativos.

Gestión ambiental y social: Es importante incluir acciones de mitigación ambiental y fomentar la participación comunitaria desde la fase de ejecución para garantizar la aceptación social y la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

- Babuji, P., Thirumalaisamy, S., Duraisamy, K., & Periyasamy, G. (2023). Human Health Risks due to Exposure to Water Pollution: A Review. In *Water (Switzerland)* (Vol. 15). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI).
<https://doi.org/10.3390/w15142532>
- CONAGUA. (2015). *Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente*. www.conagua.gob.mx
- Donald, A. N., Asif, M., Felicien, S., & Ali, S. (2022). A review on the centralised municipal sewage and wastewater treatment unit processes. *MOJ Ecology & Environmental Sciences*, 7, 31–38. <https://doi.org/10.15406/mojes.2022.07.00244>

- Du, X., Jin, X., Zucker, N., Kennedy, R., & Urpelainen, J. (2020). Transboundary air pollution from coal-fired power generation. *Journal of Environmental Management*, 270. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110862>
- El Mokhi, C., & Addaim, A. (2020). Optimization of wind turbine interconnections in an offshore wind farm using metaheuristic algorithms. *Sustainability (Switzerland)*, 12, 1–24. <https://doi.org/10.3390/su12145761>
- EMAPS. (2023). *Año II-Nº 914-202 páginas Quito, miércoles 14 de junio de 2023 EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EXPÍDESE LA NORMA TÉCNICA DE DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO SANITARIO Y SEPARACIÓN DE CAUDALES PARA EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.*
- ETAPA EP. (2005). *Estudios y Diseños Finales de los Planes Maestros de Agua Potable y Saneamiento para la Ciudad de Cuenca (Ecuador). II ETAPA CRITERIOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO* Financiamiento: BID-Fondo Especial del Japón-ETAPA.
- Flow, O. C. (2022). *Manning Formula for Determining Open Channel Flows*. <https://www.openchannelflow.com/blog/manning-formula-for-determining-open-channel-flows>.
- Gil Rebolledo, W. J., Zambrano, C. E., & Rodríguez Gómez, P. J. (2024). Impacto socio ambiental del sistema de alcantarillado sanitario implementado por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda en el Cantón Quevedo. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i1.1833>
- IEOS. (1992). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES.*

INEC. (2013). *Estimaciones y Proyecciones de Población*.

<https://Www.Ecuadorencifras.Gob.Ec/Proyecciones-Poblacionales/>.

INEN. (1997). *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN CÓDIGO DE PRÁCTICA ECUATORIANO CPE INEN 5 Parte 9.2:1997 Primera revisión CODE OF PRACTICE FOR THE DESIGN OF RUNNING WATER SUPPLY SYSTEMS, EXCRETA AND LIQUID RESIDUES DISPOSAL IN RURAL AREAS. First Edition.*

<https://doi.org/10.07-610>

Jerves-Cobo, R., Maldonado, E., Hidalgo-Cordero, J. F., García-Herazo, H., & Mora-Serrano,

D. (2025). Comparative Assessment of Wastewater Treatment Technologies for Pollutant Removal in High-Altitude Andean Sites. *Water*, 17, 1800.

<https://doi.org/10.3390/w17121800>

Lim, H., Yang, H., Chun, K. W., & Choi, H. T. (2020). Development of pedo-transfer functions for the saturated hydraulic conductivity of forest soil in South Korea considering forest stand and site characteristics. *Water (Switzerland)*, 12.

<https://doi.org/10.3390/w12082217>

Lima. (2005). *GUÍA PARA EL DISEÑO DE DESARENADORES Y SEDIMENTADORES*.

Mccormac, J. (2003). *Topografía - Mccormac | PDF | Presión atmosférica | Telescopio*.

<https://Es.Scribd.Com/Document/516118569/Topografía-Mccormac>.

Medina, G. (2020, September 15). *DISEÑO E INGENIERÍA ECOLÓGICA TECNOLOGÍA APROPIADA PARA EL AGUA. DEPURACIÓN POR HUMEDALES ARTIFICIALES CONSTRUCCIÓN DE HUMEDALES*.

<https://Www.Linkedin.Com/Pulse/Dise%C3%B1o-e-Ingenier%C3%ADa-Ecol%C3%B3gica-Tecnolog%C3%ADa-Apropiada-Para-Medina-12e/>.

- Miranda, J. P. R. (2019). Causal Relationship of Wastewater Management and Morbidity of Diseases Related to Wastewater in Colombia. *International Journal of Tropical Diseases*, 2. <https://doi.org/10.23937/2643-461x/1710021>
- OPS. (2005). *GUÍAS PARA EL DISEÑO DE TECNOLOGÍAS DE ALCANTARILLADO*. [Https://Sinia.Minam.Gob.Pe/Sites/Default/Files/Sial-Sialtrujillo/Archivos/Public/Docs/418.Pdf?Utm](https://Sinia.Minam.Gob.Pe/Sites/Default/Files/Sial-Sialtrujillo/Archivos/Public/Docs/418.Pdf?Utm).
- PDOT, S. A. (2023). *PDOT SANTA ANA*. [Https://Santana.Gob.Ec/Archivo/Images/Cuentas2023/PDOT_SANTA_ANA_2019-2023-Comprimido.Pdf#page=41&zoom=100,109,184](https://Santana.Gob.Ec/Archivo/Images/Cuentas2023/PDOT_SANTA_ANA_2019-2023-Comprimido.Pdf#page=41&zoom=100,109,184).
- Plastigama. (2024). *bltb3a026ae9a0533ee-Novafort_2022-06*.
- Ricardo, L. (2000, January). *Elementos de Diseno para Acueductos y Alcantarillados*. [Https://Www.Academia.Edu/43690289/Elementos_de_Diseno_para_Acueductos_y_Alcantarillados](https://Www.Academia.Edu/43690289/Elementos_de_Diseno_para_Acueductos_y_Alcantarillados).
- Secretaría del Agua. (2015). *norma_rural_para_estudios_y_disenos*.
- Serlet, A. J., López Moreira M, G. A., Zolezzi, G., Wharton, G., Hölker, F., Gurnell, A. M., Tockner, K., Bertoldi, W., Bruno, M. C., Jähnig, S. C., Lewandowski, J., Monaghan, M. T., Rillig, M. C., Rogato, M., Toffolon, M., Veresoglou, S. D., & Zarfl, C. (2020). SMART Research: Toward Interdisciplinary River Science in Europe. *Frontiers in Environmental Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00063>
- UNATSABAR. (2005). *GUÍA PARA EL DISEÑO DE DESARENADORES Y SEDIMENTADORES*.
- Vaxas. (2010). *Viscosidad dinámica del agua*.

Yu, H., Wang, Y., Eme, C., Fan, X., Rong, Y., Zhang, Q., & Liang, Z. (2021). Construction of ecological network based on multi-scale conversion and nesting. *Water (Switzerland)*, 13. <https://doi.org/10.3390/w13091278>

ANEXOS

Anexo 1. Medición topográfica.



Anexo 2. Proyección poblacional: Método Geométrico.

Método Geométrico

	Año	Habitantes zona urbana	Periodo de diseño
0	1990	4159	11
1	2001	4705	9
2	2010	5338	12
3	2022	7027	20
4	2042		

Método Geométrico

$$Pf = Po \times (1+r)^n$$

$$r = ((Pf/Po)^{1/n}) - 1$$

r1	0.01127685
r2	0.01412384
r3	0.0231735
r	0.01928523
Pf	10296

Proyecciones poblacionales (5)

Método geométrico

$$Pf = Po \times (1+r)^n$$

- Pf = población en el tiempo t (Sector rural Pf_{max} = 1.25 x Po)
- Po = Población inicial en un tiempo to
- n = Periodo de diseño = número de años -> (t - to)
- r = tasa de crecimiento anual geométrico (constante)
- En el sector rural usar este método

Tasas de crecimiento poblacional (a falta de datos)

Región geográfica	r (%)
Sierra	1.0
Costa, Oriente y Galápagos	1.5

r = 1.9285227

Se comparan las tasas de crecimiento y se elige la mas desfavorable

Año	Proyección de diseño	Proyección poblacional
2022	-	7027
2023	1	7163
2024	2	7301
2025	3	7441
2026	4	7585
2027	5	7731
2028	6	7880
2029	7	8032
2030	8	8187
2031	9	8345
2032	10	8506
2033	11	8670
2034	12	8837
2035	13	9008
2036	14	9181
2037	15	9358
2038	16	9539
2039	17	9723
2040	18	9910
2041	19	10102
2042	20	10296
2043	21	10495
2044	22	10697
2045	23	10904
2046	24	11114
2047	25	11328
2048	26	11547
2049	27	11769
2050	28	11996
2051	29	12228
2052	30	12464

Censo en el 1990

1990		
Hombre	Mujer	Total
4,796,412	4,851,777	9,648,189
2,067	2,092	4,159

Censo en el 2001-2022

Evolución de la población

Cuadro N° 3.1

COMPONENTE	PERIODO DE DISEÑO	OBSERVACIONES
*.- CAPTACIONES	30 AÑOS	
*.- CONDUCCIONES DE AGUA TRATADA	30 AÑOS	
*.- PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	30 AÑOS	
*.- CONDUCCIONES DE AGUA TRATADA	30 AÑOS	
*.- RESERVAS	30 AÑOS	
*.- REDES DE DISTRIBUCIÓN DE PVC	25 AÑOS	
*.- EQUIPO ELECTROMECÁNICO Y BOMBEO	10 AÑOS	MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN ACORDE A ESPECIFICACIÓN DADA POR EL FABRICANTE
*.- PLANTAS DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	20 AÑOS	

Evolución de principales indicadores

Indicador	2001	2010	2022
Población total	4,705	5,338	7,027
Hombres	2,220	2,485	3,216
Mujeres	2,485	2,853	3,811
Relación hombres mujeres	89	86	84
Relación dependencia	89	79	59
Índice juventud	440	366	229
Índice vejez	23	27	44
Edad media	27	28	32

Estructura de la población por sexo y edad - 2022

Edad	Hombres	Mujeres
De 0-4	3,216	3,811
De 5-9	45.8%	54.2%
De 10-14		
De 15-19		
De 20-24		
De 25-29		
De 30-34		
De 35-39		
De 40-44		
De 45-49		
De 50-54		
De 55-59		
De 60-64		
De 65-69		
De 70-74		
De 75-79		
De 80-84		
De 85 años o más		

www.inec.gob.ec
www.ecuadorencifras.com
 ECUADOR CUENTA CON EL INEC

POBLACIÓN Y TASAS DE CRECIMIENTO INTERCENSAL DE 2010-2001-1990 POR SEXO, SEGÚN PARROQUIAS

Nombre de parroquia	2010			2001			1990		
	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
Nacional	7,177,683	7,305,816	14,483,499	6,018,353	6,138,255	12,156,608	4,796,412	4,851,777	9,648,189
SAN ANTONIO DE TRABANA	2,466	2,872	5,338	2,220	2,485	4,705	2,067	2,092	4,159

Anexo 5. Diseño de los diferentes tramos de alcantarillado sanitario.

TRAMOS	POZOS			AREA		Caudal sanitario año 0			CAUDAL SANITARIO							Q comercial lt/s	Q institucional lt/s	Q industrial lt/s
						Densidad	POBACION N Año 0	Q san	DENSIDA D	POBACIO N	DOTACIO N	K	β	Qsan1 lt/s				
	Hab/ha	Año 0	HAB/HA	hab	Lt/hab/día	lt/s												
	Pozo inicio	Pozo fin	L m	PARCIAL a (Ha)	ACUMULAD O A (Ha)	Año 0												
TRAMO 1	P2	P3	85.4	0.704	0.704	19	14	1.50	29	20	113	0.02	1.43	0.56	0.019	0.000	0.000	0.000
	P3	P4	10.8	0.091728	0.795728	19	15	1.50	29	23	113	0.03	1.43	0.56	0.021	0.000	0.000	0.000
	P4	P5	10.06	0.133	0.928728	19	18	1.50	29	26	113	0.03	1.43	0.56	0.025	0.000	0.000	0.000
	P5	P6	98.31	0.793	1.721728	19	33	1.50	29	49	113	0.06	1.43	0.56	0.046	0.000	0.000	0.000
	P6	P7	36.65	0.347	2.068728	19	40	1.50	29	59	113	0.07	1.43	0.56	0.056	0.000	0.000	0.000
	P7	P8	42.02	0.344	2.412728	19	47	1.50	29	69	113	0.08	1.43	0.56	0.065	0.000	0.000	0.000
	P8	P9	19.34	0.223	2.635728	19	51	1.50	29	75	113	0.09	1.43	0.56	0.071	0.000	0.000	0.000
	P9	P10	11.51	0.188	2.823728	19	55	1.50	29	81	113	0.09	1.43	0.56	0.076	0.000	0.000	0.000
	P10	P11	12.12	0.188	3.011728	19	58	1.50	29	86	113	0.10	1.43	0.56	0.081	0.000	0.000	0.000
	P11	P12	60.83	0.431	3.442728	19	67	1.50	29	98	113	0.12	1.43	0.56	0.093	0.000	0.000	0.000
	P12	P13	45.25	0.349	3.791728	19	74	1.50	29	108	113	0.13	1.43	0.56	0.102	0.000	0.000	0.000
	P13	P14	57.83	0.705	4.496728	19	87	1.50	29	128	113	0.15	1.43	0.56	0.121	0.000	0.000	0.000
	P14	P15	34.59	0.578	5.074728	19	98	1.50	29	145	113	0.17	1.43	0.56	0.136	0.000	0.000	0.000
	P15	P16	73.75	0.811	5.885728	19	114	1.50	29	168	113	0.20	1.43	0.56	0.158	0.000	0.000	0.000
	P16	P17	17.96	0.147	6.032728	19	117	1.50	29	172	113	0.20	1.43	0.56	0.162	0.000	0.000	0.000
	P17	P18	27.26	0.203	6.235728	19	121	1.50	29	178	113	0.21	1.43	0.56	0.168	0.000	0.000	0.000
	P18	P19	51.27	0.693	6.928728	19	134	1.50	29	198	113	0.23	1.43	0.56	0.186	0.000	0.000	0.000
	P19	P20	88.43	0.928	7.856728	19	152	1.50	29	224	113	0.26	1.43	0.56	0.211	0.000	0.000	0.000
	TRAMO 2	P21	P22	36.77	0.24	0.24	19	5	1.50	29	7	113	0.01	1.43	0.56	0.006	0.000	0.000
P22		P23	18.67	0.145	0.385	19	7	1.50	29	11	113	0.01	1.43	0.56	0.010	0.000	0.000	0.000
P23		P24	80.49	0.367	0.752	19	15	1.50	29	21	113	0.03	1.43	0.56	0.020	0.000	0.000	0.000
P24		P25	46.77	0.112	0.864	19	17	1.50	29	25	113	0.03	1.43	0.56	0.023	0.000	0.000	0.000
P25		P20	44.52	0.221	1.085	19	21	1.50	29	31	113	0.04	1.43	0.56	0.029	0.000	0.000	0.000
TRAMO 3	P20	P26	100.36	2.14	11.081728	19	215	1.50	29	316	113	0.37	1.43	0.56	0.298	0.000	0.000	0.000
	P26	P27	100.36	2.127	13.208728	19	256	1.50	29	377	113	0.44	1.43	0.56	0.355	0.000	0.000	0.000
	P27	P28	79.74	1.442	14.650728	19	284	1.50	29	418	113	0.49	1.43	0.56	0.394	0.000	0.000	0.000
	P28	P29	34.2	0.774	15.424728	19	299	1.50	29	440	113	0.52	1.43	0.56	0.415	0.000	0.000	0.000
	P29	P30	85.96	0.114	15.538728	19	301	1.50	29	443	113	0.52	1.43	0.56	0.418	0.000	0.000	0.000
TRAMO 4	P32	P33	74.24	0.367	0.367	19	7	1.50	29	10	113	0.01	1.43	0.56	0.010	0.000	0.000	0.000
	P33	P30	35.11	0.03	15.905728	19	308	1.50	29	454	113	0.53	1.43	0.56	0.428	0.000	0.000	0.000

TRAMOS	POZOS			Caudal	CAUDAL INFILTR.	Q max	CAUDAL diseño	D	J%	Coeficiente de rugosidad	Tubería llena		Qdis/Q	Y/D	V diseño	V mínima
				conexiones							ilicidas	Qinf				
	Pozo inicio	Pozo fin	L	l/s	l/s	l/s	l/s	m			m/s	l/s	l/s		m/s	m/s
TRAMO 1	P2	P3	85.4	0.07	0.07	1.50	1.50	0.25	0.07	0.01	3.81	187.13	0.01	6.00	1.25	1.25
	P3	P4	10.8	0.08	0.08	1.50	1.50	0.25	0.09	0.01	4.30	211.31	0.01	6.00	1.25	1.25
	P4	P5	10.06	0.09	0.09	1.50	1.50	0.25	0.09	0.01	4.24	207.89	0.01	6.00	1.25	1.25
	P5	P6	98.31	0.17	0.17	1.50	1.50	0.25	0.08	0.01	4.00	196.28	0.01	6.00	1.25	1.25
	P6	P7	36.65	0.21	0.21	1.50	1.50	0.25	0.08	0.01	4.10	201.25	0.01	6.00	1.25	1.25
	P7	P8	42.02	0.24	0.24	1.50	1.50	0.25	0.09	0.01	4.41	216.50	0.01	5.00	1.63	1.63
	P8	P9	19.34	0.26	0.26	1.50	1.50	0.25	0.10	0.01	4.42	216.96	0.01	5.00	1.63	1.63
	P9	P10	11.51	0.28	0.28	1.50	1.50	0.25	0.10	0.01	4.46	218.77	0.01	5.00	1.63	1.63
	P10	P11	12.12	0.30	0.30	1.50	1.50	0.25	0.09	0.01	4.22	206.94	0.01	6.00	1.25	1.25
	P11	P12	60.83	0.34	0.34	1.50	1.50	0.25	0.06	0.01	3.45	169.26	0.01	6.00	1.25	1.25
	P12	P13	45.25	0.38	0.38	1.50	1.50	0.25	0.09	0.01	4.34	213.17	0.01	5.00	1.63	1.63
	P13	P14	57.83	0.45	0.45	1.50	1.50	0.25	0.09	0.01	4.30	210.84	0.01	6.00	1.25	1.25
	P14	P15	34.59	0.51	0.51	1.50	1.50	0.25	0.09	0.01	4.22	207.18	0.01	6.00	1.25	1.25
	P15	P16	73.75	0.59	0.59	1.50	1.50	0.25	0.09	0.01	4.25	208.48	0.01	6.00	1.25	1.25
	P16	P17	17.96	0.60	0.60	1.50	1.50	0.25	0.04	0.01	2.80	137.36	0.01	7.00	0.99	0.99
	P17	P18	27.26	0.62	0.62	1.50	1.50	0.25	0.07	0.01	3.84	188.58	0.01	6.00	1.25	1.25
	P18	P19	51.27	0.69	0.69	1.50	1.50	0.25	0.08	0.01	3.97	195.02	0.01	6.00	1.25	1.25
	P19	P20	88.43	0.79	0.79	1.50	1.50	0.25	0.09	0.01	4.39	215.47	0.01	5.00	1.63	1.63
	TRAMO 2	P21	P22	36.77	0.02	0.02	1.50	1.50	0.25	0.04	0.01	2.72	133.35	0.01	7.00	0.99
P22		P23	18.67	0.04	0.04	1.50	1.50	0.25	0.09	0.01	4.27	209.66	0.01	6.00	1.25	1.25
P23		P24	80.49	0.08	0.08	1.50	1.50	0.25	0.07	0.01	3.76	184.61	0.01	6.00	1.25	1.25
P24		P25	46.77	0.09	0.09	1.50	1.50	0.25	0.07	0.01	3.76	184.61	0.01	6.00	1.25	1.25
P25		P20	44.52	0.11	0.11	1.50	1.50	0.25	0.08	0.01	3.92	192.47	0.01	6.00	1.25	1.25
TRAMO 3	P20	P26	100.36	1.11	2.11	1.50	1.50	0.25	0.08	0.01	4.16	204.42	0.01	6.00	1.25	1.25
	P26	P27	100.36	1.32	1.32	1.68	1.68	0.25	0.09	0.01	4.17	204.90	0.01	6.00	1.39	1.39
	P27	P28	79.74	1.47	1.47	1.86	1.86	0.25	0.08	0.01	4.04	198.41	0.01	6.00	1.55	1.55
	P28	P29	34.2	1.54	1.54	1.96	1.96	0.25	0.09	0.01	4.35	213.52	0.01	6.00	1.63	1.63
	P29	P30	85.96	1.55	1.55	1.97	1.97	0.25	0.10	0.01	4.50	220.79	0.01	6.00	1.64	1.64
TRAMO 4	P32	P33	74.24	0.04	0.04	1.50	1.50	0.25	0.09	0.01	4.37	214.44	0.01	5.00	1.63	1.63
	P33	P30	35.11	1.59	1.59	2.02	2.02	0.25	0.09	0.01	4.35	213.63	0.01	6.00	1.68	1.68

TRAMOS	POZOS			Qlo				Cotas						Desnivel	Salto en	Observ.
				Qlo Qmin	Y/D	RH	tension tensoactiva	Terreno		Canal		Profundidad				
	t	Aguas						Aguas		Aguas		Z (m)	de terreno			
		l/s	Arriba					Abajo	Arriba	Abajo	Arriba			Abajo	m	
TRAMO 1	P2	P3	85.4	1.56	6.00	0.01	0.69	2766.00	2758.82	2763.07	2757.10	2.93	1.72	7.18	0.00	Ninguna
	P3	P4	10.8	1.56	6.00	0.01	0.88	2758.82	2758.03	2757.10	2756.13	1.72	1.90	0.79	0.00	Ninguna
	P4	P5	10.06	1.56	6.00	0.01	0.85	2758.03	2757.19	2756.13	2755.25	1.90	1.94	0.84	0.00	Ninguna
	P5	P6	98.31	1.56	6.00	0.01	0.76	2757.19	2751.04	2755.25	2747.58	1.94	3.46	6.15	0.00	Ninguna
	P6	P7	36.65	1.56	6.00	0.01	0.80	2751.04	2747.77	2747.58	2744.60	3.46	3.17	3.27	0.00	Ninguna
	P7	P8	42.02	1.56	6.00	0.01	0.92	2747.77	2743.29	2744.60	2740.63	3.17	2.66	4.48	0.00	Ninguna
	P8	P9	19.34	1.56	6.00	0.01	0.93	2743.29	2740.56	2740.63	2738.79	2.66	1.77	2.73	0.00	Ninguna
	P9	P10	11.51	1.56	6.00	0.01	0.94	2740.56	2738.78	2738.04	2736.92	2.52	1.86	1.78	0.75	Ninguna
	P10	P11	12.12	1.56	6.00	0.01	0.84	2738.78	2737.20	2736.92	2735.87	1.86	1.33	1.58	0.00	Ninguna
	P11	P12	60.83	1.56	6.00	0.01	0.56	2737.20	2734.02	2735.87	2732.34	1.33	1.68	3.18	0.00	Ninguna
	P12	P13	45.25	1.56	6.00	0.01	0.89	2734.02	2730.63	2732.34	2728.21	1.68	2.42	3.39	0.00	Ninguna
	P13	P14	57.83	1.56	6.00	0.01	0.87	2730.63	2724.86	2728.21	2723.01	2.42	1.85	5.77	0.00	Ninguna
	P14	P15	34.59	1.56	6.00	0.01	0.84	2724.86	2722.21	2723.01	2720.00	1.85	2.21	2.65	0.00	Ninguna
	P15	P16	73.75	1.56	6.00	0.01	0.86	2722.21	2715.37	2720.00	2713.53	2.21	1.84	6.84	0.00	Ninguna
	P16	P17	17.96	1.56	7.00	0.01	0.43	2715.37	2714.33	2713.53	2712.84	1.84	1.49	1.04	0.00	Ninguna
	P17	P18	27.26	1.56	6.00	0.01	0.70	2714.33	2712.37	2712.84	2710.88	1.49	1.49	1.96	0.00	Ninguna
	P18	P19	51.27	1.56	6.00	0.01	0.75	2712.37	2708.27	2710.88	2706.93	1.49	1.34	4.10	0.00	Ninguna
	P19	P20	88.43	1.56	6.00	0.01	0.91	2708.27	2700.22	2706.93	2698.62	1.34	1.60	8.05	0.00	Ninguna
	TRAMO 2	P21	P22	36.77	1.56	7.00	0.01	0.41	2715.16	2713.84	2713.81	2712.49	1.35	1.35	1.32	0.00
P22		P23	18.67	1.56	6.00	0.01	0.86	2713.84	2712.22	2712.49	2710.82	1.35	1.40	1.62	0.00	Ninguna
P23		P24	80.49	1.56	6.00	0.01	0.67	2712.22	2706.91	2710.82	2705.27	1.40	1.64	5.31	0.00	Ninguna
P24		P25	46.77	1.56	6.00	0.01	0.67	2706.91	2703.52	2705.27	2702.04	1.64	1.48	3.39	0.00	Ninguna
P25		P20	44.52	1.56	6.00	0.01	0.73	2703.52	2700.22	2702.04	2698.70	1.48	1.52	3.30	0.00	Ninguna
TRAMO 3	P20	P26	100.36	1.56	6.00	0.01	0.82	2700.22	2692.82	2698.70	2690.24	1.52	2.58	7.40	0.00	Ninguna
	P26	P27	100.36	1.56	6.00	0.01	0.83	2692.82	2685.16	2690.24	2681.78	2.58	3.38	7.66	0.00	Ninguna
	P27	P28	79.74	1.56	6.00	0.01	0.77	2685.16	2678.99	2681.78	2675.42	3.38	3.57	6.17	0.00	Ninguna
	P28	P29	34.2	1.56	6.00	0.01	0.90	2678.99	2676.52	2675.42	2672.27	3.57	4.25	2.47	0.00	Ninguna
	P29	P30	85.96	1.56	5.00	0.01	0.80	2676.52	2665.05	2672.27	2663.88	4.25	1.17	11.47	0.00	Ninguna
TRAMO 4	P32	P33	74.24	1.56	6.00	0.01	0.90	2678.00	2669.17	2673.97	2667.09	4.03	2.08	8.83	0.00	Ninguna
	P33	P30	35.11	1.56	6.00	0.01	0.90	2669.17	2665.05	2667.09	2663.85	2.08	1.20	4.12	0.00	Ninguna

Anexo 6. Diseño del desarenador.

DATOS DE ENTRADA Y PARÁMETROS FÍSICOS			
Descripcion	Parametro	Valor	Unidad
Caudal max horario	Qd	0.06	m ³ /s
Velocidad sedimentacion	Vs	0.06	m/s
Velocidad del agua	Va	0.10	m/s
Diametro de la particula	dp	0.08	cm
Temperatura de agua	T agua	16.00	°C
Densidad arena	pa arena	2.65	g/cm ³
Densidad agua	p agua	1.00	g/cm ³
Viscosidad dinamica	u	0.01	gr/(cm*s)
Gravedad	g	9.81	m/s ²
Tipo de particula		Arena gruesa	
CÁLCULOS PARA LA ZONA DE DESARENACIÓN			
Descripcion	Parametro	Valor	Unidad
Numero de reynolds	R	41.43	-
Velocidad de sedimentacion	Vs	0.06	m/s
Area transversal	As	0.64	m ²
Ancho	B	0.65	m
Altura l	H	0.98	m
Tiempo de residencia hidraulica	TRHs	17.24	s
	TRHa	9.82	s
Largo total	Lt	2.15	m
Pendiente Zona de lodos	S	0.08	-
Altura zona de lodos	H2	0.17	m
Altura Total	H + H2	1.15	m

Dimensiones generales desarenador					
B	0.65	m	Separacion entre rejas	0.02	m
L	2.15	m	Altura vertedero de salida	0.43	m
Altura desde la zona de lodos hasta el inicio de la pantalla	0.98	m	L vertedero de salida	0.60	m
Altura zona de lodos	0.17	m	Altura de pantallas	0.49	m
Altura total	1.15	m	Diámetro Tubo de salida	0.20	m
L de entrada	0.50	m	Distancia entre el final de la rejilla y la primera pantalla.	0.54	m
Altura de cajon	0.46	m	Distancia entre vertedero de salida y la segunda pantalla.	0.45	m
Altura de rejas	0.42	m	Pendiente zona de lodos	8	%

Anexo 7. Diseño del humedal.

Q	312.791	m ³ /d
Carga de DBO	10.947685	g/d
Efluente objetivo	10	mg/l
Q	35	mg/l
T	16	°C
K ₂₀	180	m/año
θ	1	
C*	5.355	mg/l
KT	180	m/año
A	1175.621964	m ²
Medidas 3a1		
L	B	Error
59.38742201	19.79580734	0
Medidas constructivas		
59	20	4.378035747
n	71.42857143	%

$$C_i = \frac{\text{Carga (g/d)}}{Q \text{ (L/d)}} = \frac{\text{g/d}}{45\,000 \text{ L/d}} \text{ [mg/L].}$$

Parameter	BOD	TSS	OrgN	NH ₄ -N	No _x -N	TN	TP ^a	FC
For free water surface (FWS) wetlands:								
k ₂₀ (m.yr ⁻¹)	34	1000	17	18	35	22	12	75
θ	1.00	1.00	1.05	1.04	1.09	1.05	1.00	1.00
C* (mg.L ⁻¹)	3.5+0.5C _i	5.1+0.16C _i	1.50	0.00	0.00	1.50	0.02	300
For sub-surface flow (SSF) wetlands:								
k ₂₀ (m.yr ⁻¹)	180	1000	35	34	50	27	12	95
θ	1.00	1.00	1.05	1.04	1.09	1.05	1.00	1.00
C* (mg.L ⁻¹)	3.5+0.053C _i	7.8+0.063C _i	1.50	0.00	0.00	1.50	0.02	10

$k_T = k_{20} \cdot \theta^{T-20}$

Despejar el área A

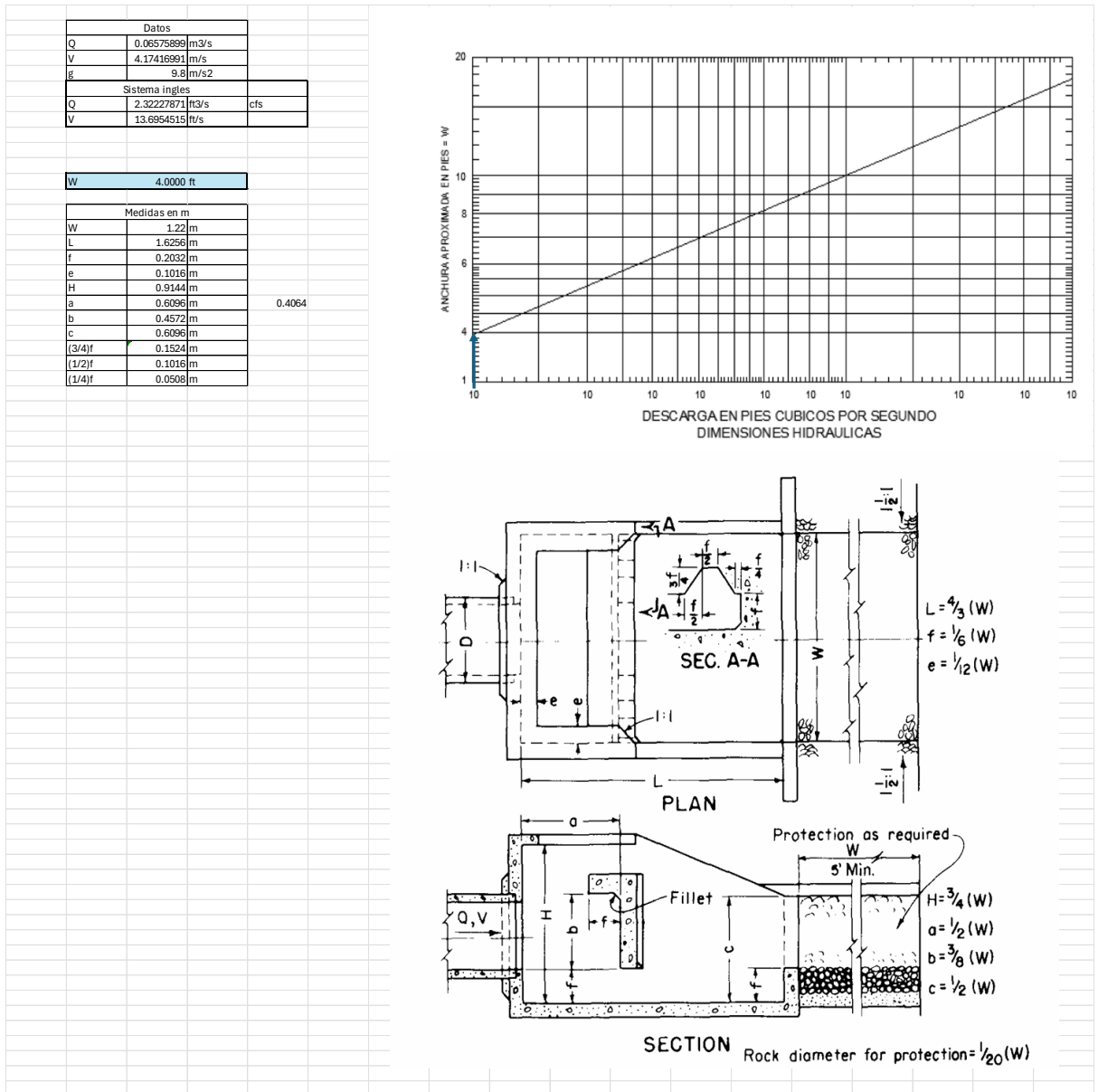
ordenamos para A:

$$\frac{C_e - C^*}{C_i - C^*} = \exp\left(-\frac{k_T A}{Q_{\text{annual}}}\right)$$

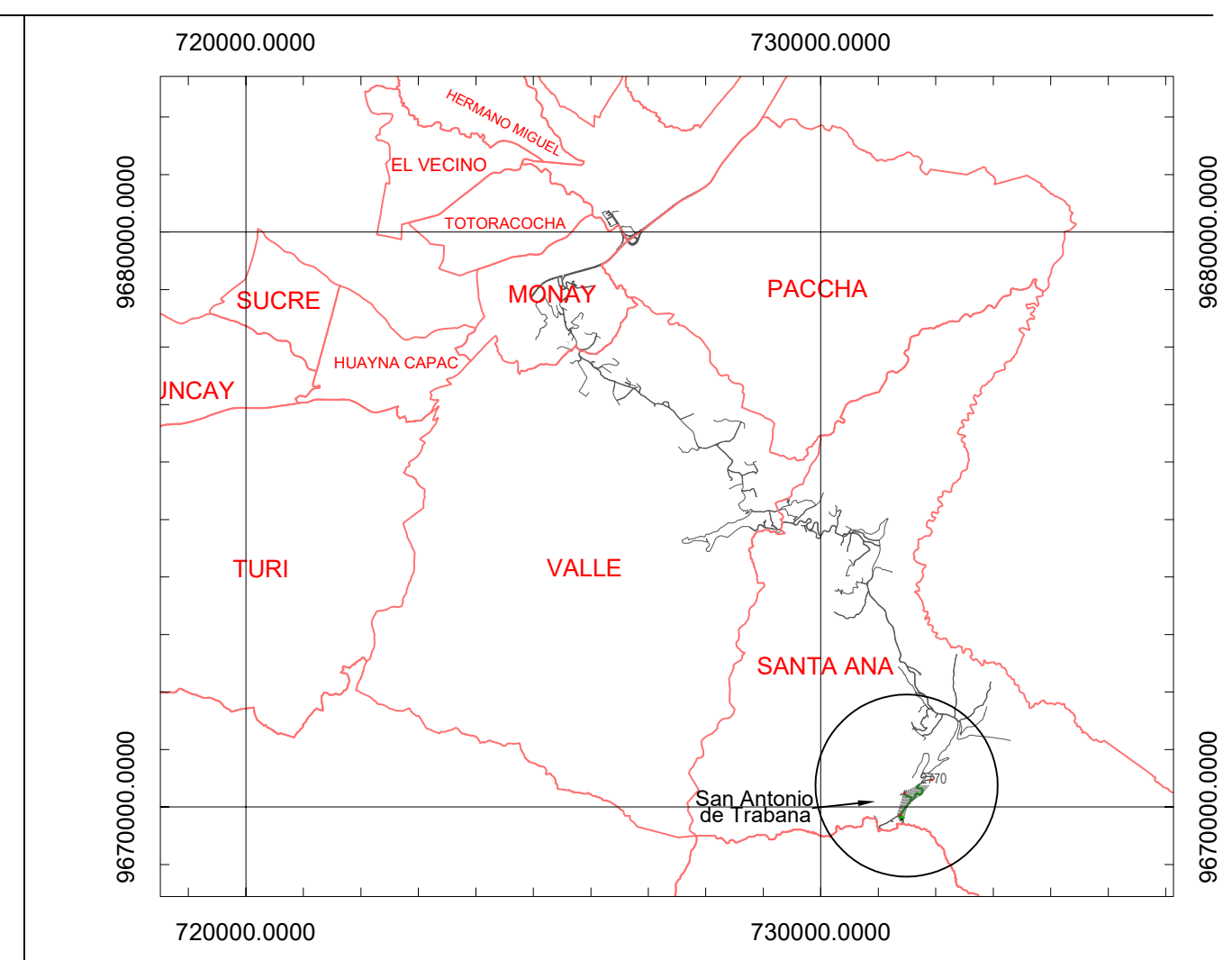
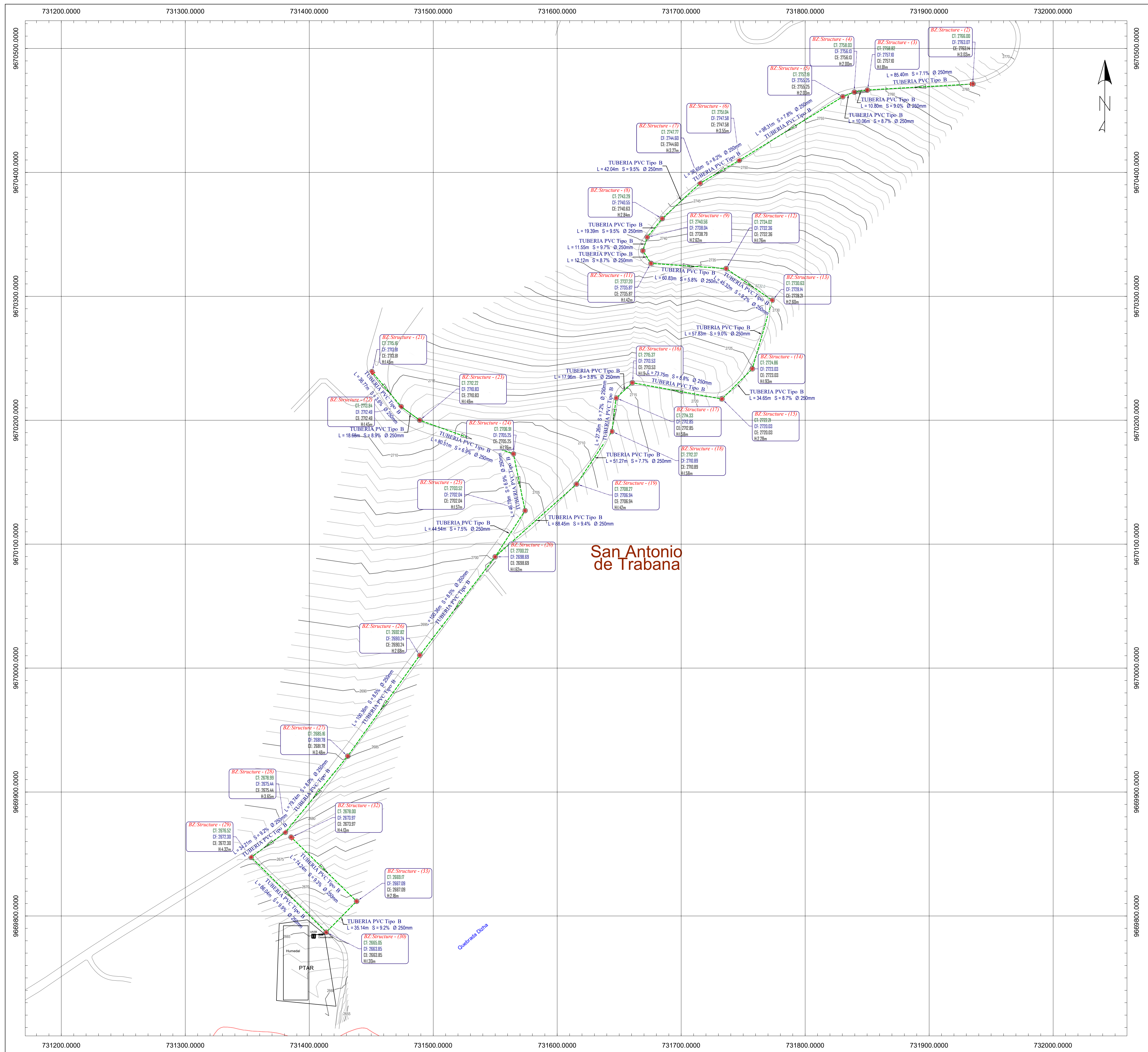
$$\Rightarrow A = -\frac{Q_{\text{annual}}}{k_T} \ln\left(\frac{C_e - C^*}{C_i - C^*}\right).$$

(Kadlec & Knight, 1996)

Anexo 8. Diseño de la descarga.

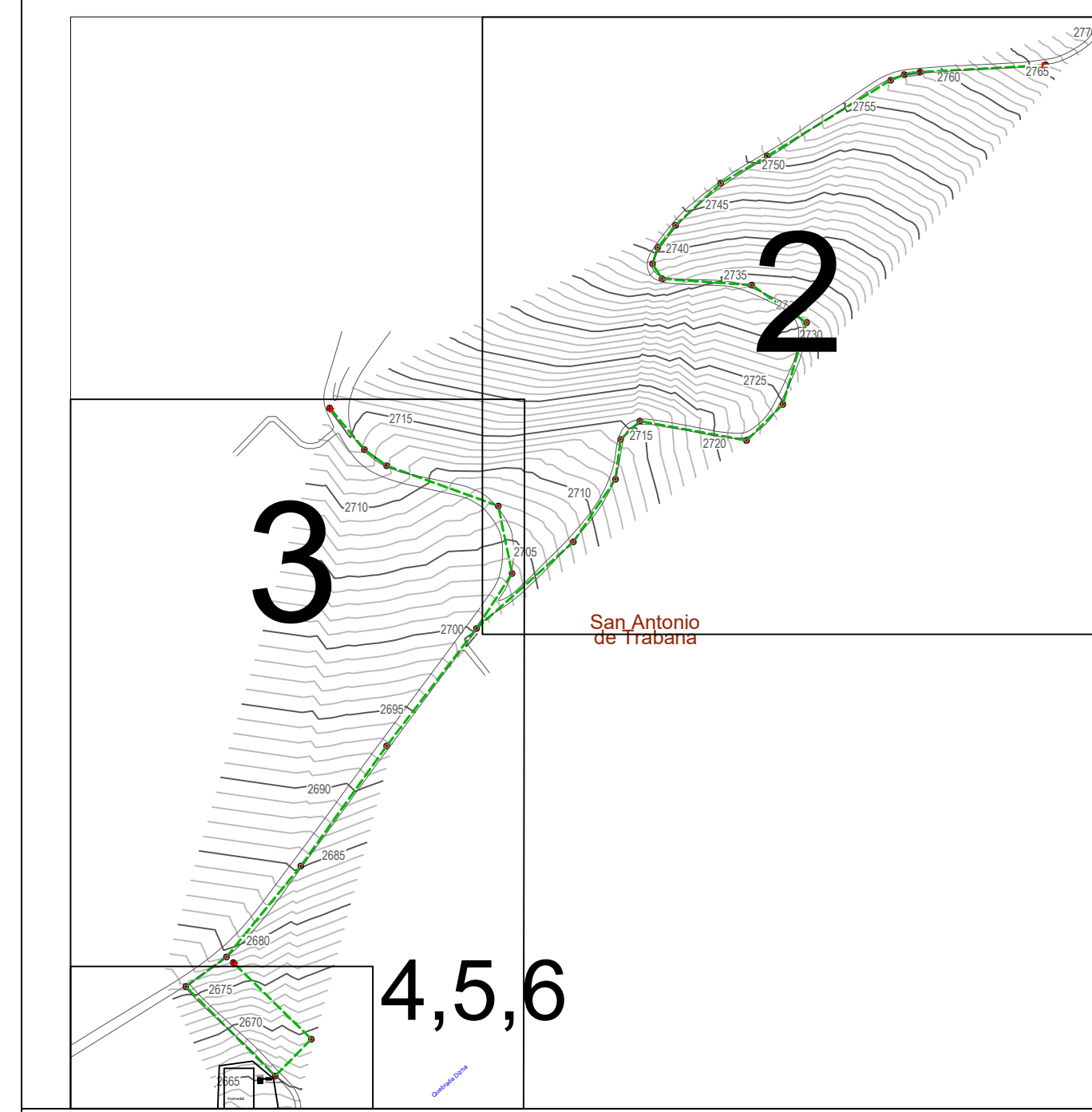



Anexo 9. Planos de la red de alcantarillado sanitario, planta de tratamiento de aguas residuales (desarenador y RAFA) y análisis de precios unitarios.

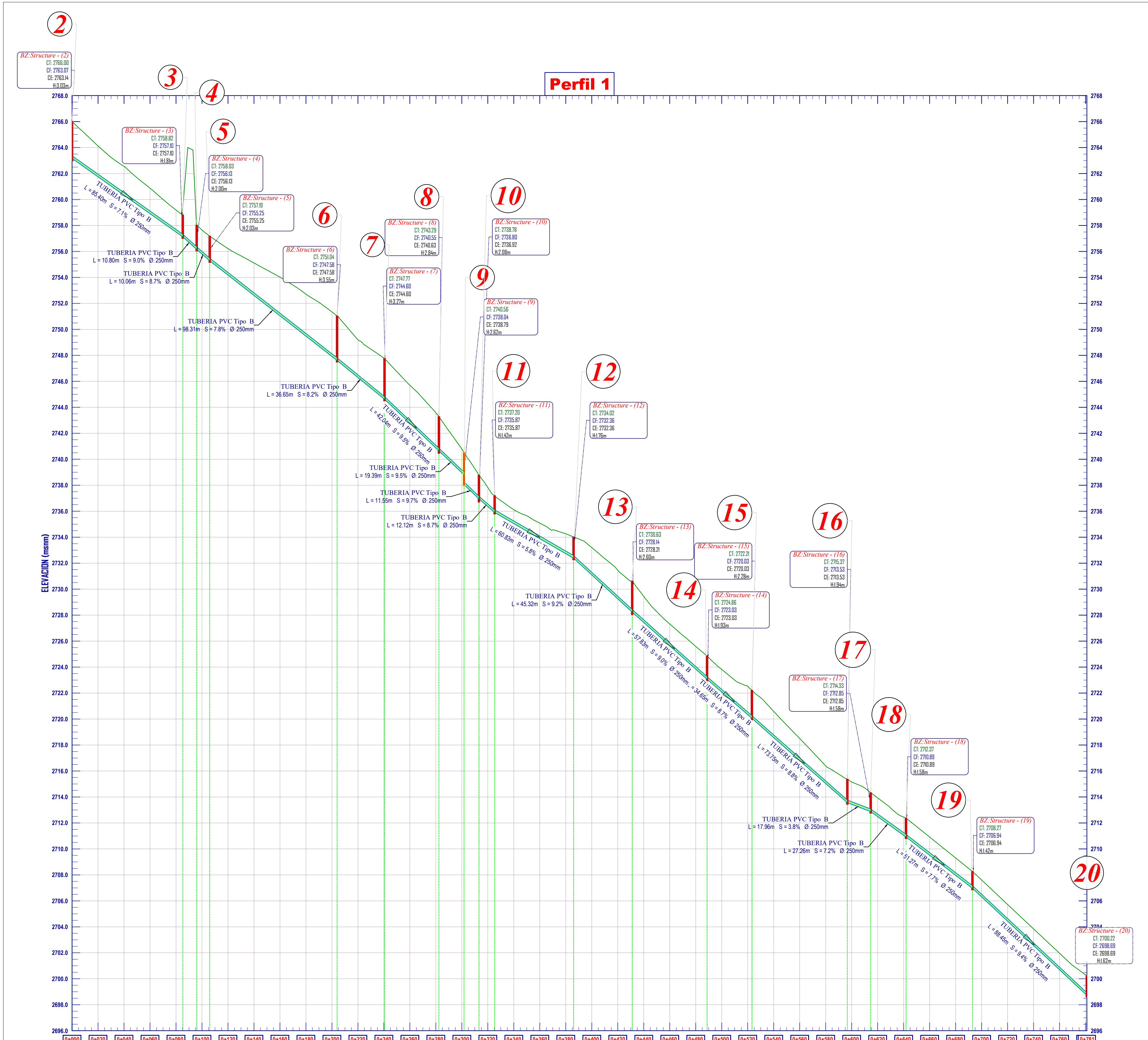


Leyenda

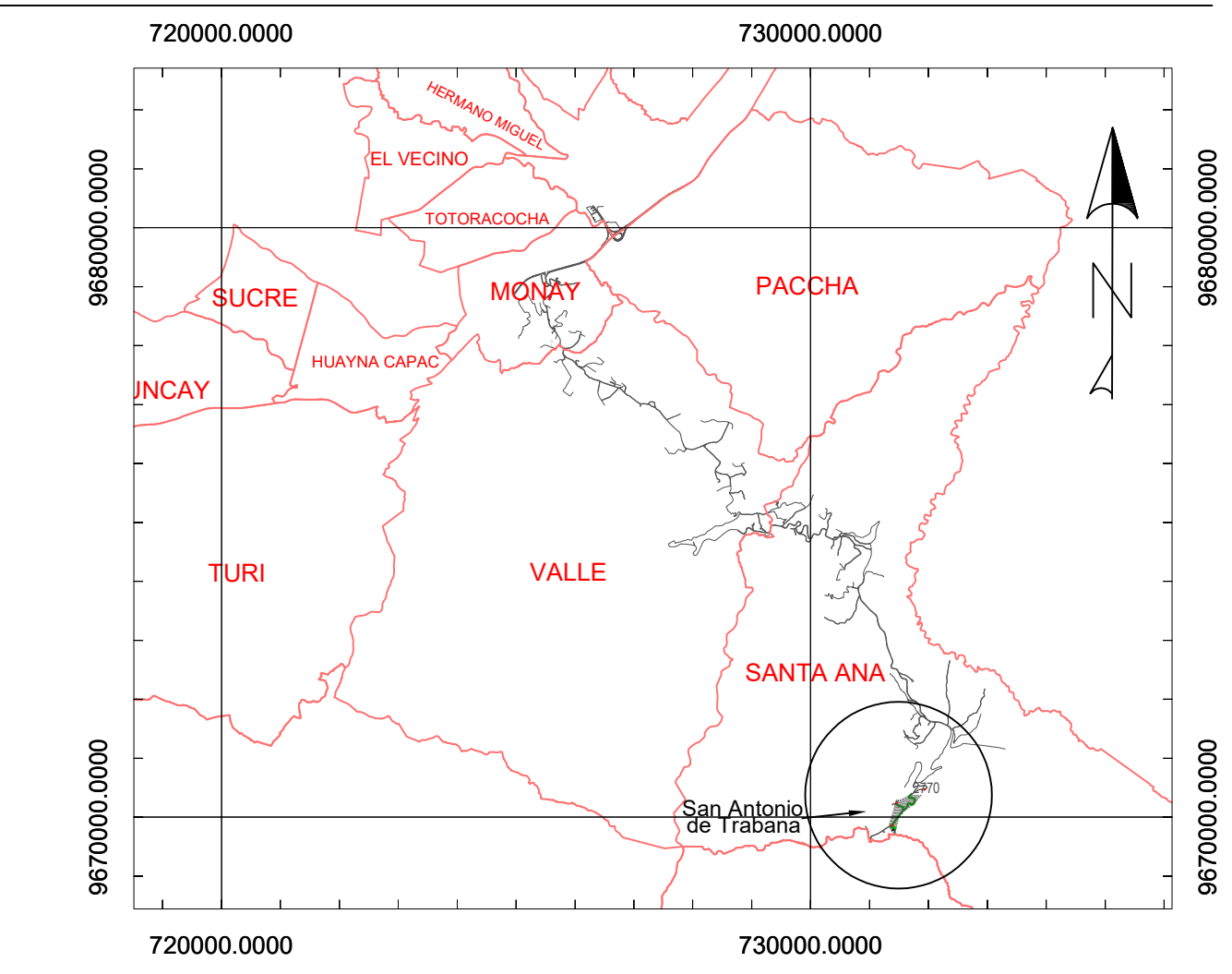
- Planta**
- RED DE ALCANTARILLADO
 - POZOS DE REVISIÓN
 - POZOS DE CABZA
- Perfil**
- TERRENO NATURAL
 - RED DE ALCANTARILLADO
 - | POZOS DE REVISIÓN



		Facultad de Ingeniería Civil	
Proyecto: Alcantarillado sanitario de la comunidad San Antonio de Trabana.	Provincia: Azuary	Cantón: Cuenca	Parroquia y comunidad: Santa Ana. San Antonio de Trabana.
Contenido: Vista en planta del alcantarillado sanitario.	Nota:		
Dibujado por: Mateo Barrionuevo Anthony Orellana	Tutor: Ing. Rubén Fernando Jerves Covo, PH.D.		
Fecha: 04/07/2025	Escala: 1:1500	Lámina: 1/9	



COTA TERRENO	2768.00	2767.13	2766.55	2765.87	2765.15	2764.62	2764.03	2763.27	2762.26	2761.34	2760.28	2761.86	2761.70	2761.59	2761.43	2761.27	2761.20	2761.11	2761.08	2760.98	2760.87	2760.77	2760.65	2760.54	2760.43	2760.32	2760.21	2760.10	2760.00	2698.00													
ALTURA CORTE																																											
COTA TAPA																																											
COTA FONDO																																											
ALTURA																																											
DISTANCIA ACUMULADA	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+480	0+500	0+520	0+540	0+560	0+580	0+600	0+620	0+640	0+660	0+680	0+700	0+720	0+740	0+760	0+781.2			
PENDIENTE																																											
TIPO TERRENO																																											



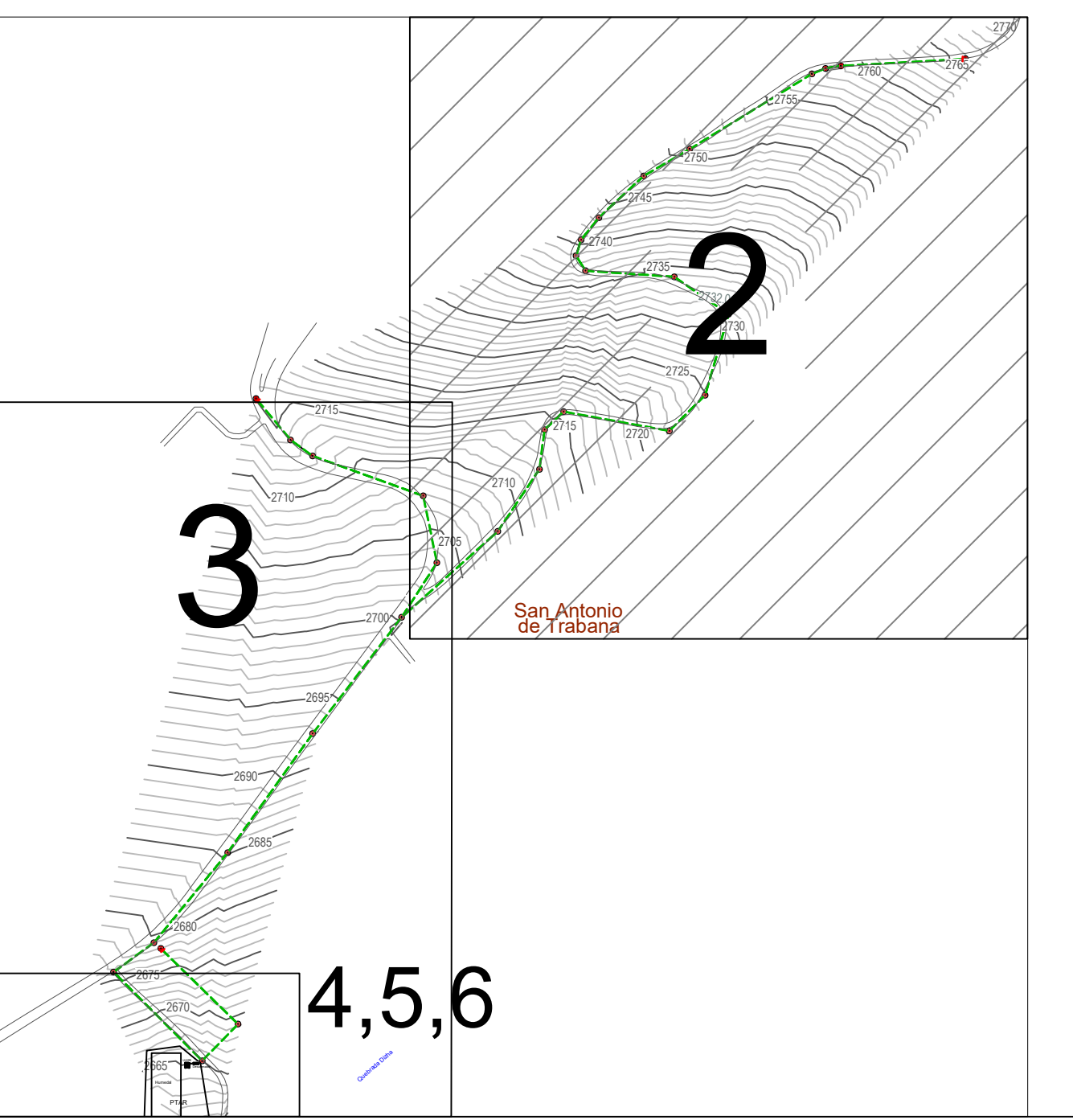
Leyenda

Planta

- RED DE ALCANTARILLADO
- POZOS DE REVISIÓN
- POZOS DE CABZA

Perfil

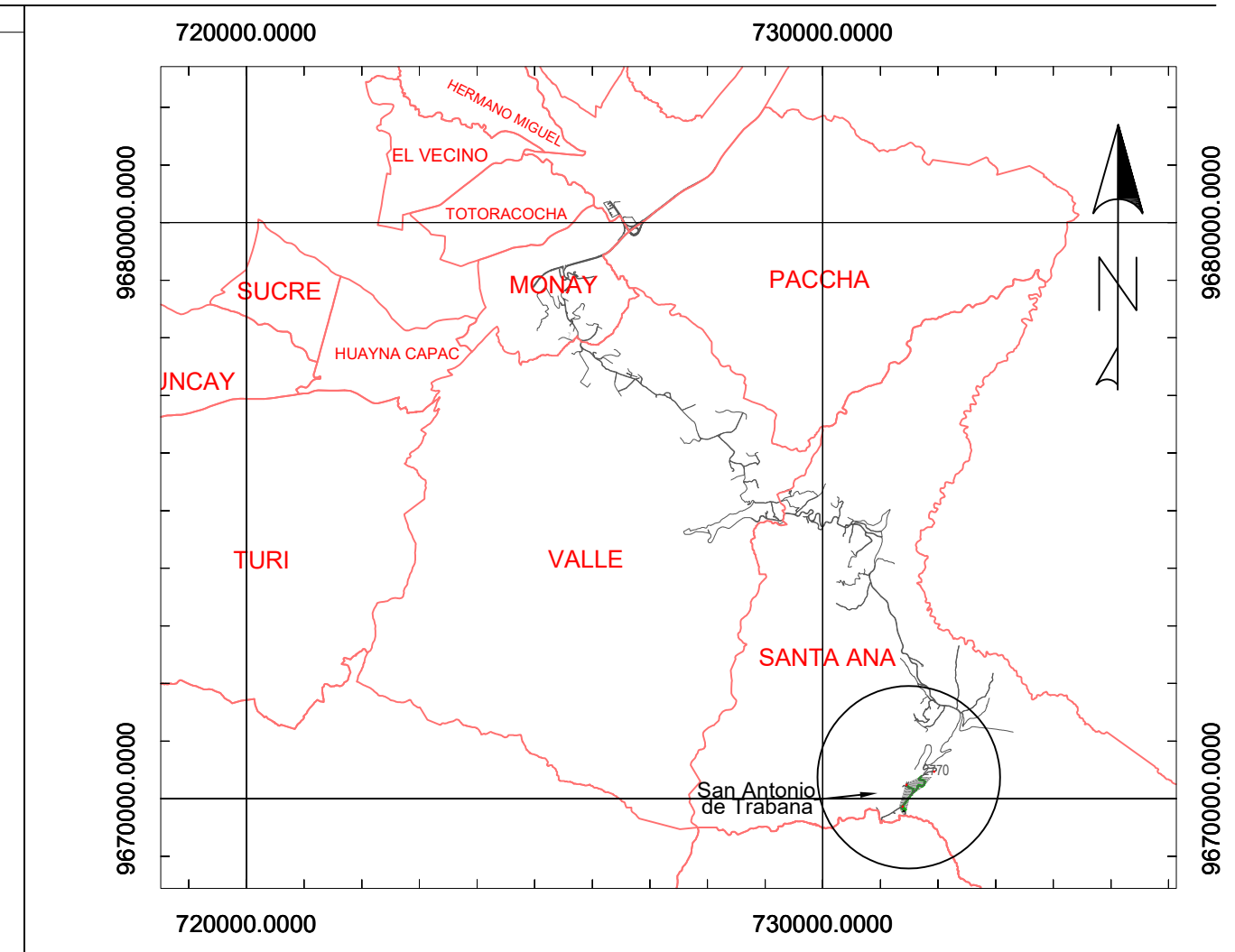
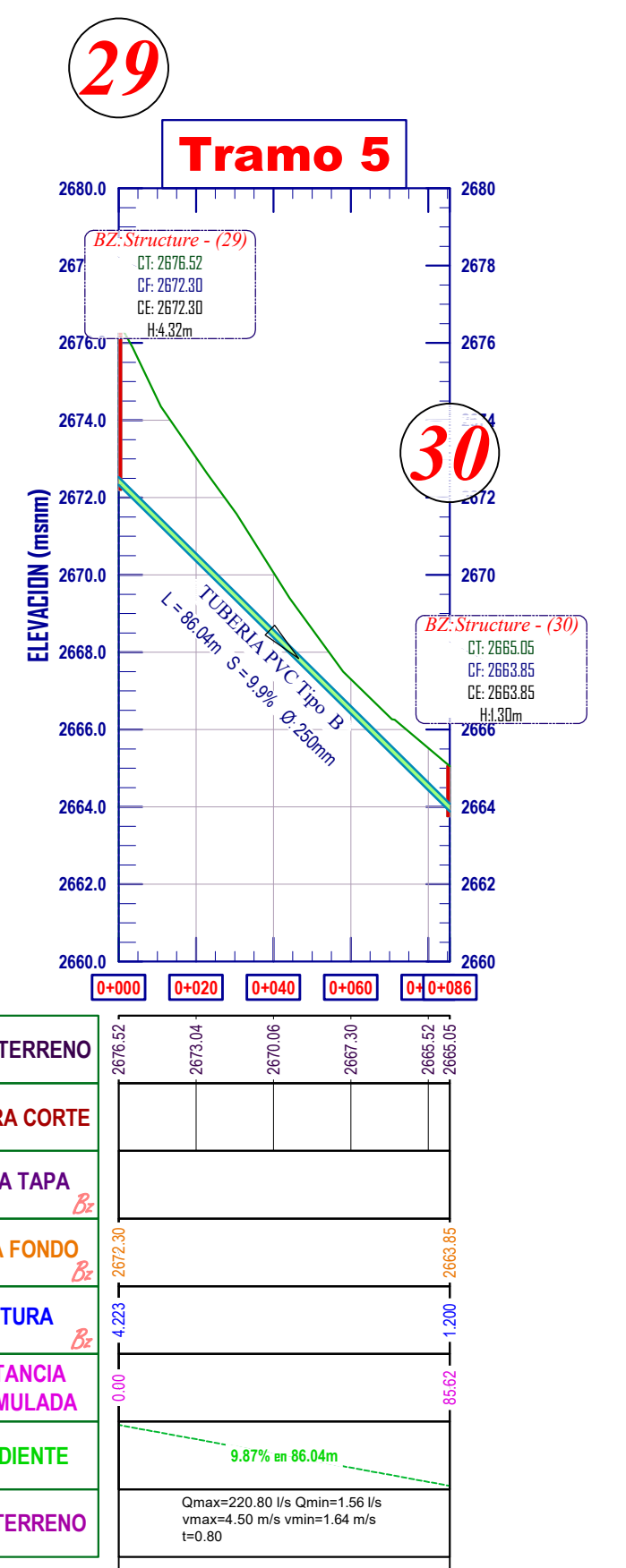
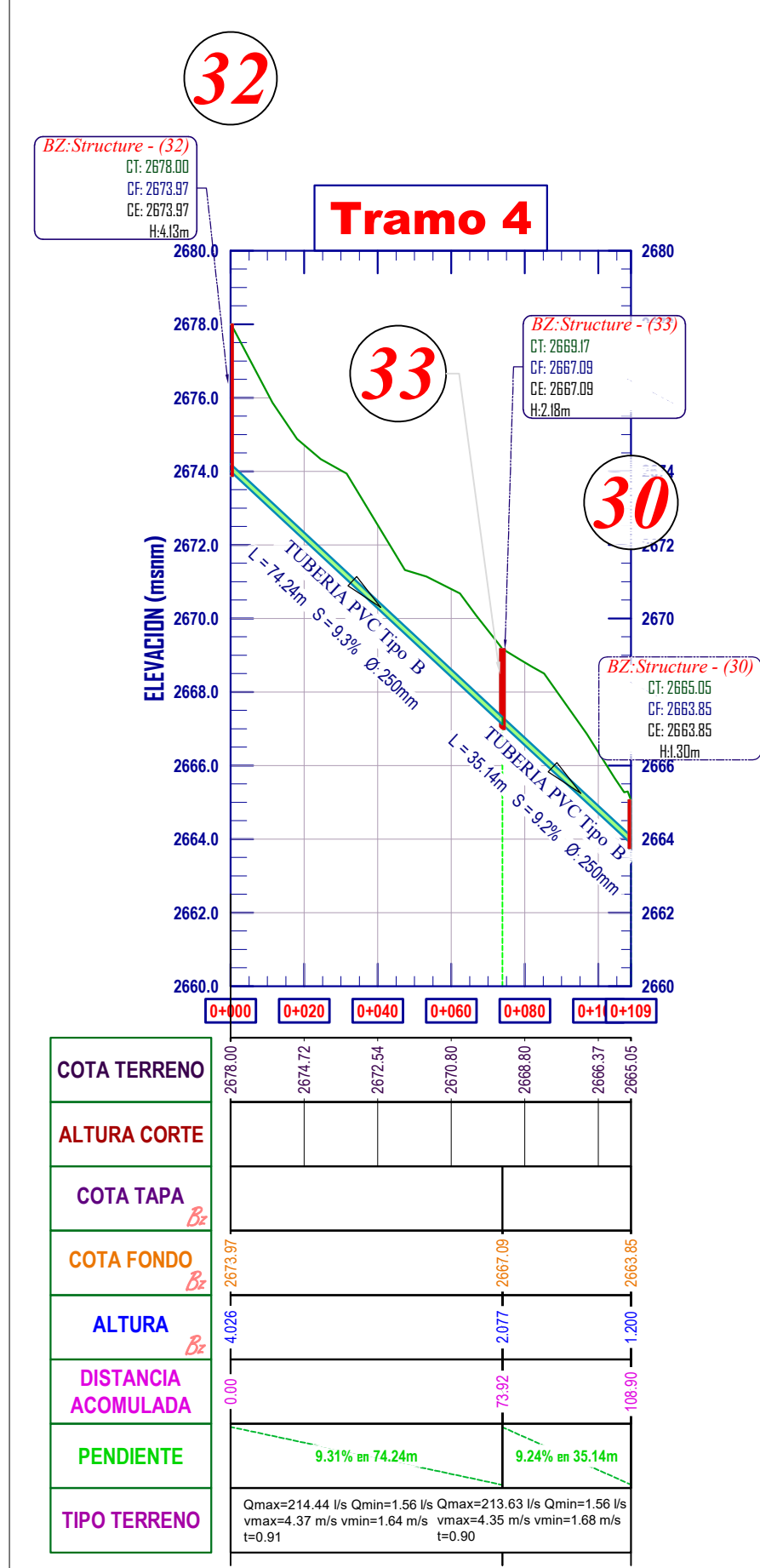
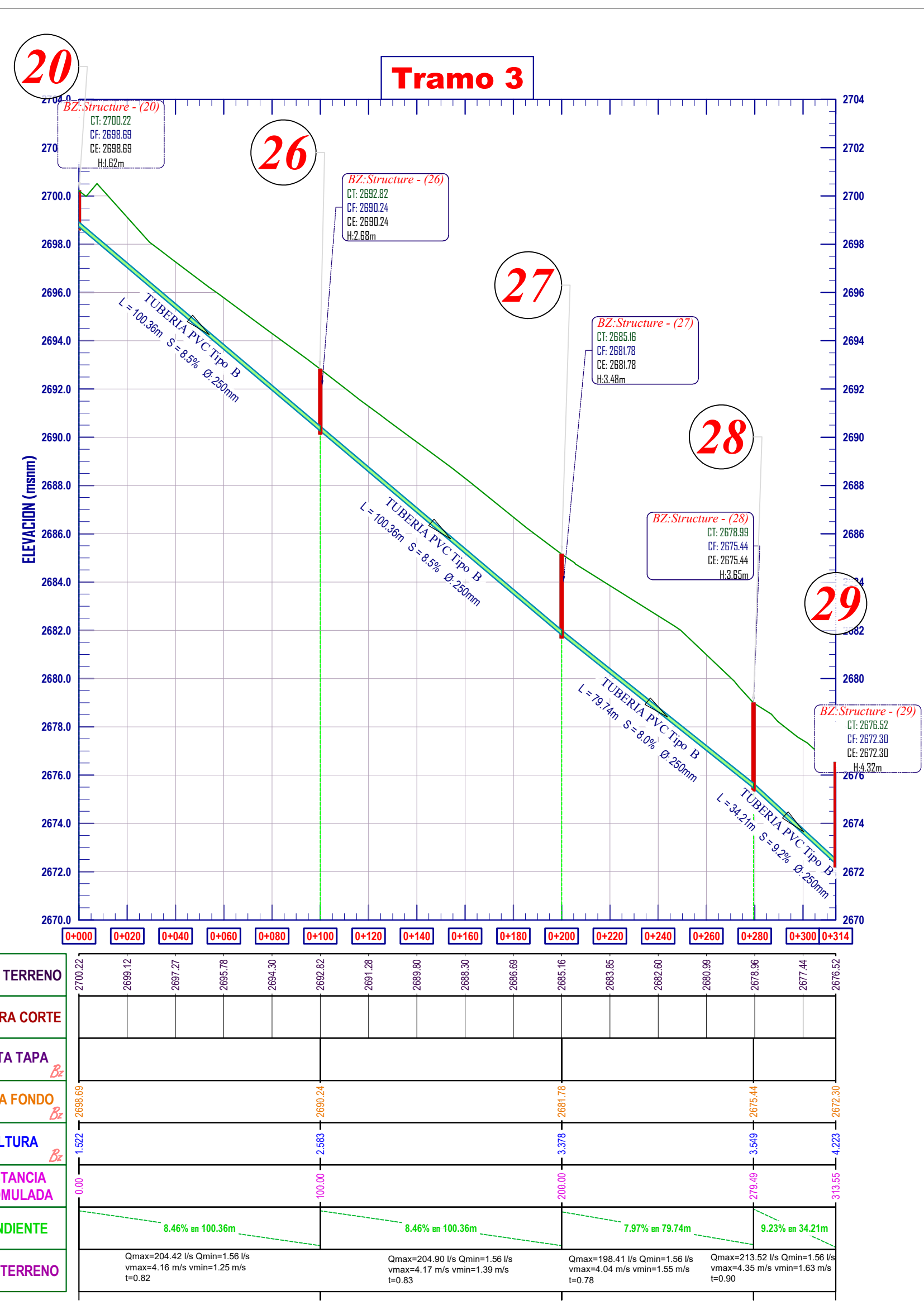
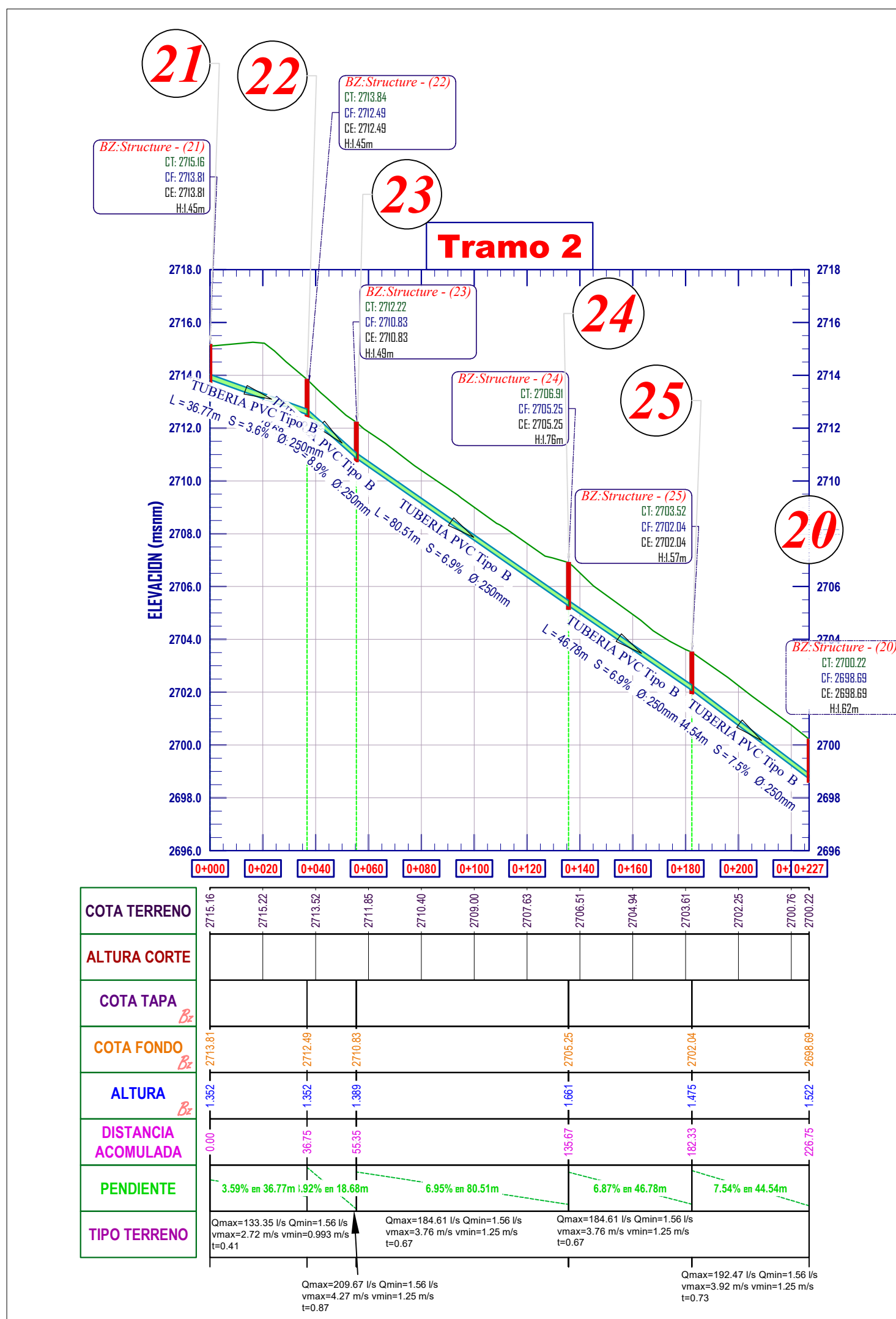
- TERRENO NATURAL
- RED DE ALCANTARILLADO
- POZOS DE REVISIÓN



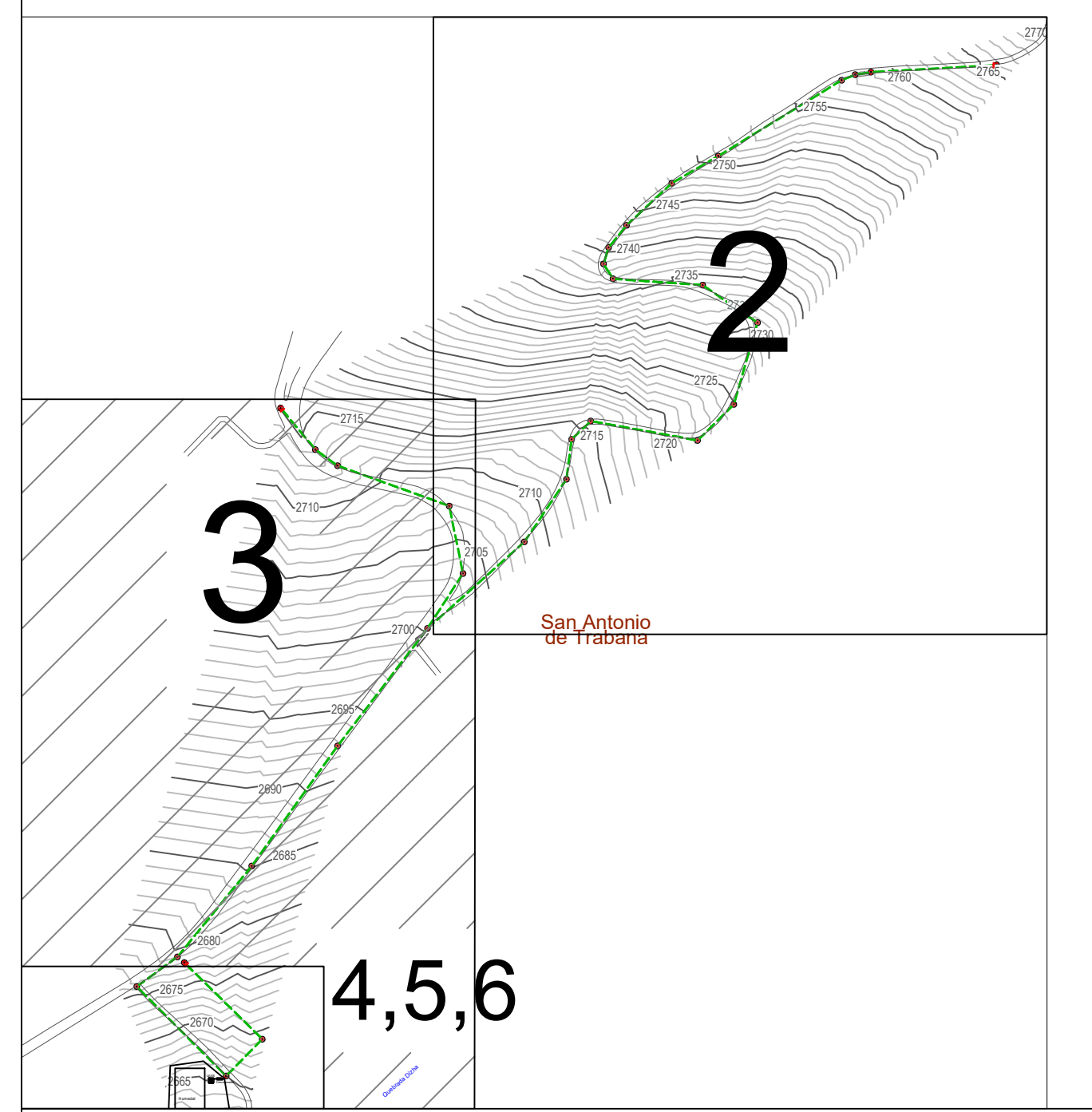
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR

Facultad de Ingeniería Civil

Proyecto: Alcantarillado sanitario de la comunidad San Antonio de Trabana.	Provincia: Azuay	Cantón: Cuenca	Parroquia y comunidad: Santa Ana. San Antonio de Trabana.
Contenido: Vista perfil del alcantarillado sanitario.	Nota:		
Dibujado por: Mateo Barrionuevo Anthony Orellana	Tutor: Ing. Rubén Fernando Jerves Covo, PH.D.		
Fecha: 04/07/2025	Escala: 1:1750	Lámina: 2/9	

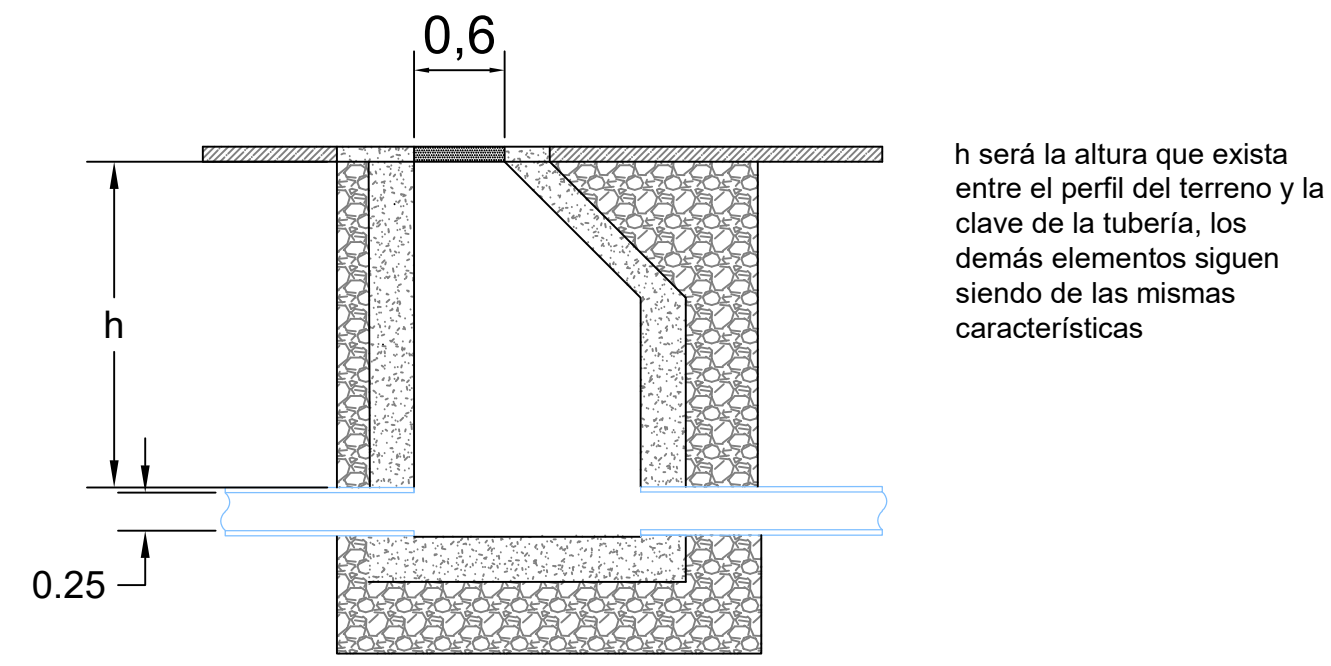


- Leyenda**
- Planta
- RED DE ALCANTARILLADO
 - POZOS DE REVISIÓN
 - POZOS DE CABZA
- Perfil
- TERRENO NATURAL
 - RED DE ALCANTARILLADO
 - POZOS DE REVISIÓN



		Facultad de Ingeniería Civil	
Proyecto: Alcantarillado sanitario de la comunidad San Antonio de Trabana.	Provincia: Azuay	Cantón: Cuenca	Parroquia y comunidad: Santa Ana, San Antonio de Trabana.
Contenido: Vista perfil del alcantarillado sanitario.	Nota:		
Dibujado por: Mateo Barrionuevo Anthony Orellana	Tutor: Ing. Rubén Fernando Jerves Covo, PH.D.		
Fecha: 04/07/2025	Escala: 1:1750	Lámina: 3/9	

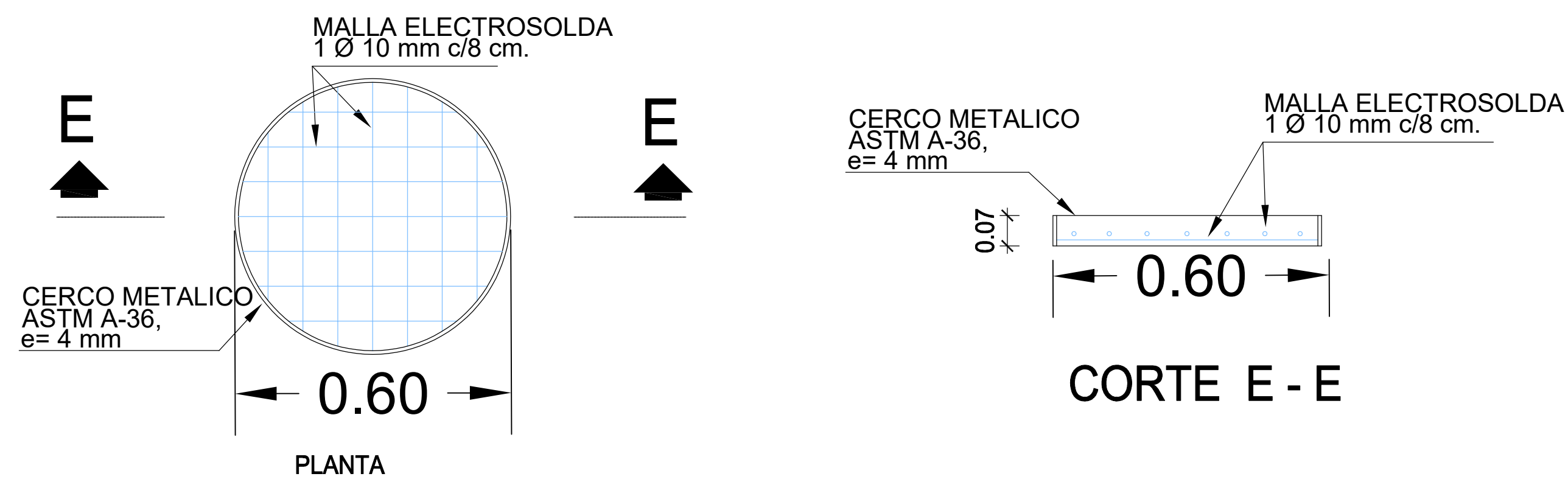
Pozo de revisión



h será la altura que exista entre el perfil del terreno y la clave de la tubería, los demás elementos siguen siendo de las mismas características

Escala: 1:50

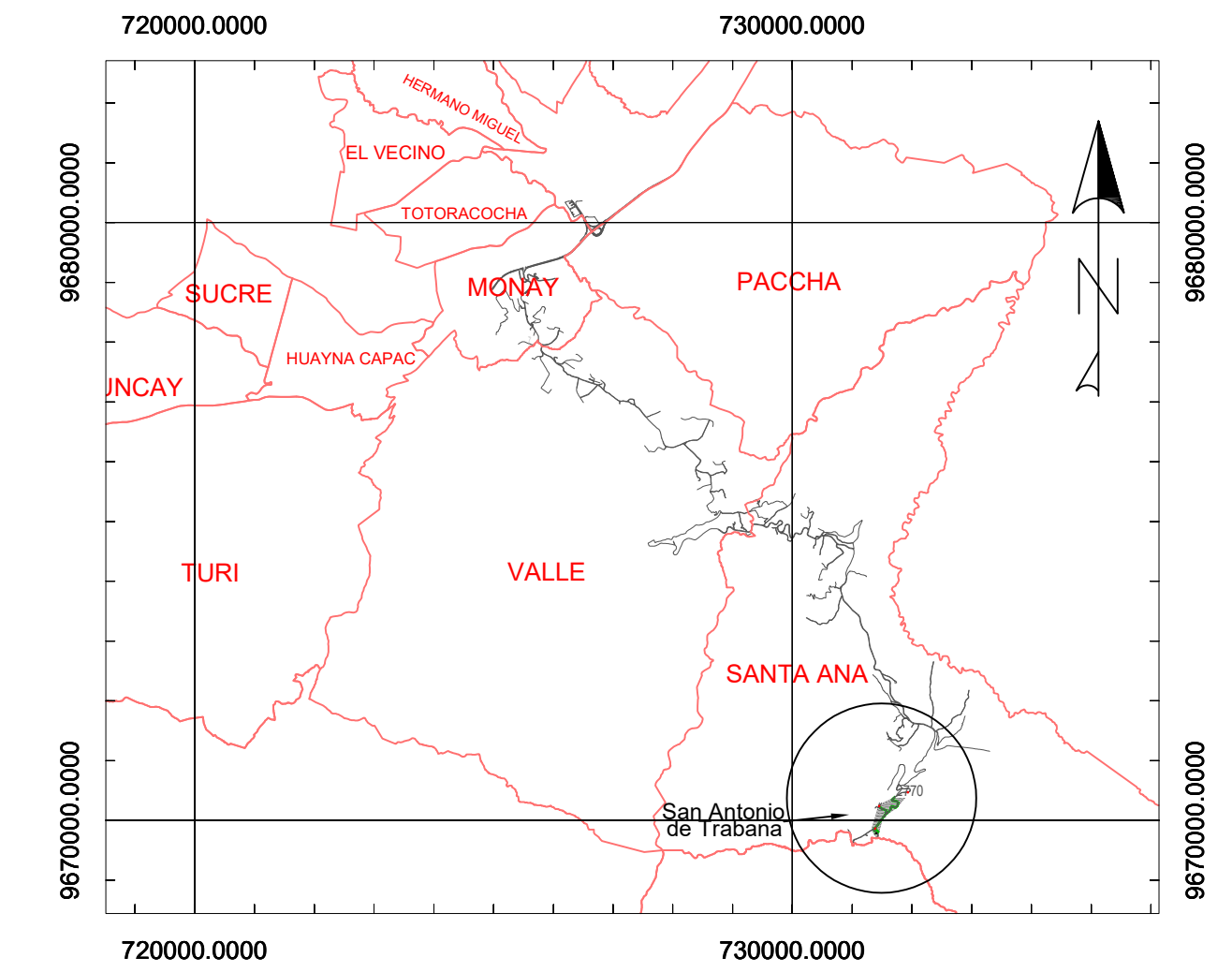
TAPA TIPO B



PLANTA

CORTE E - E

Escala: 1:10



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

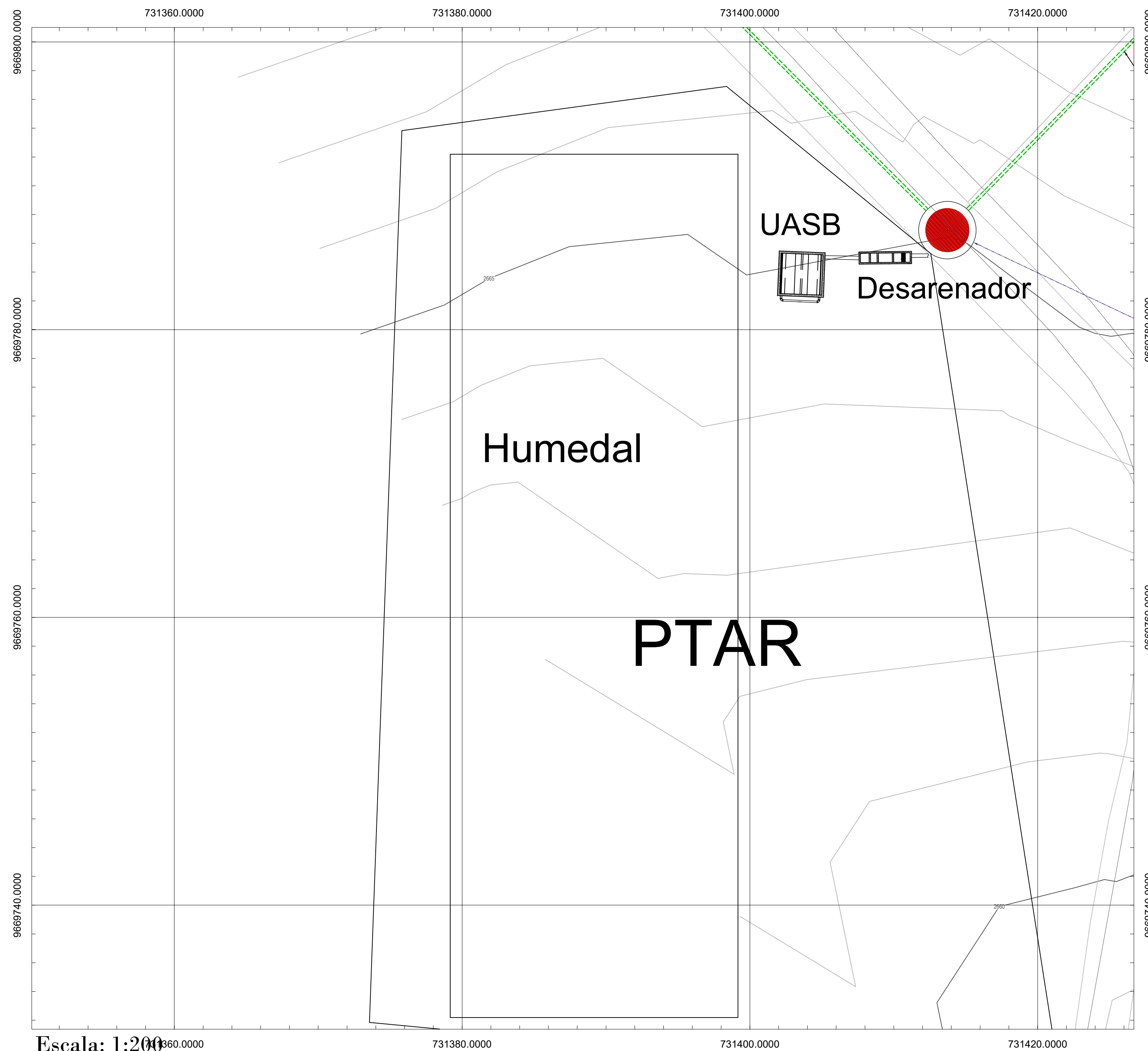
1.- CONCRETO $f_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$

2.- ACERO $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

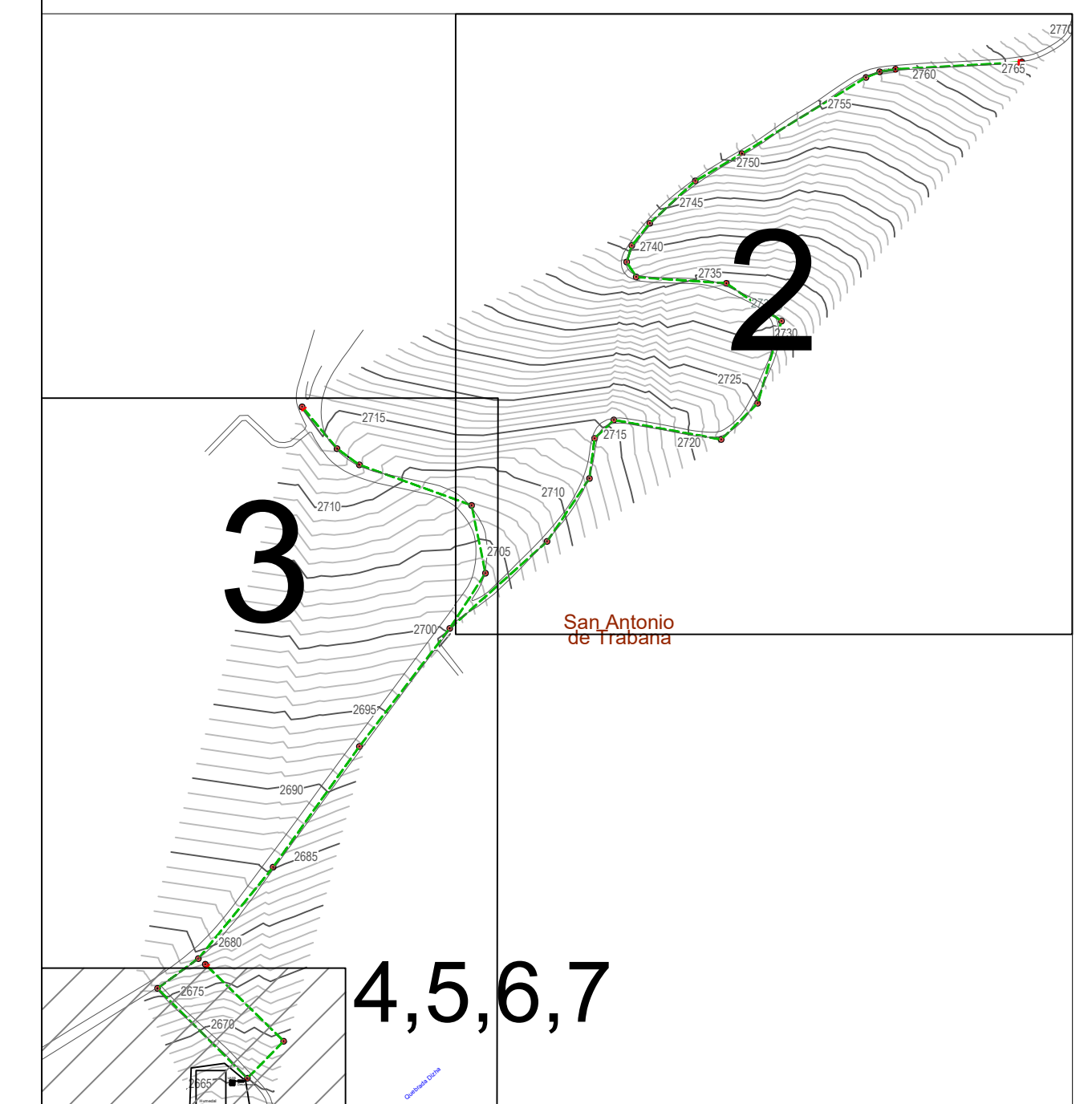
NOTA: Todas las medidas que se encuentran representadas en el plano se encuentran en metros.

NOTA: La estructura propuesta deberá ser revisada por el constructor.

NOTA: La capacidad portante del suelo deberá ser revisada por el constructor.



Escala: 1:200



Facultad de Ingeniería Civil

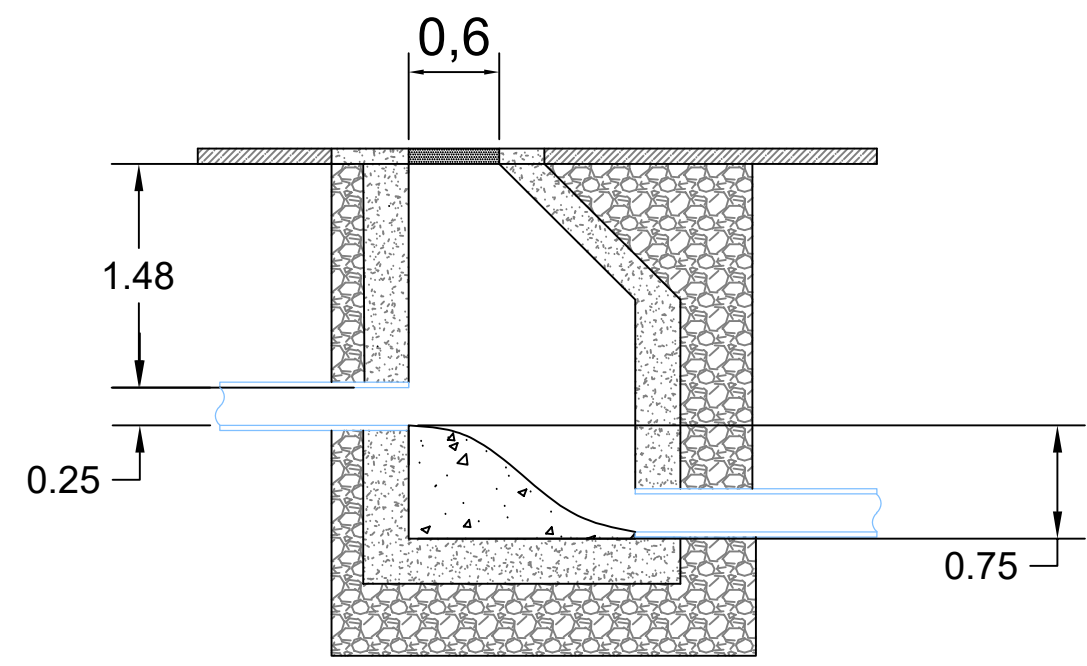
Proyecto: Alcantarillado sanitario de la comunidad San Antonio de Trabana.	Provincia: Azuay	Cantón: Cuenca	Parroquia y comunidad: Santa Ana, San Antonio de Trabana.
---	---------------------	-------------------	--

Contenido: Detalle de elementos a construir	Nota:
--	-------

Dibujado por: Mateo Barrionuevo Anthony Orellana	Tutor: Ing. Rubén Fernando Jerves Covo, PH.D.
--	--

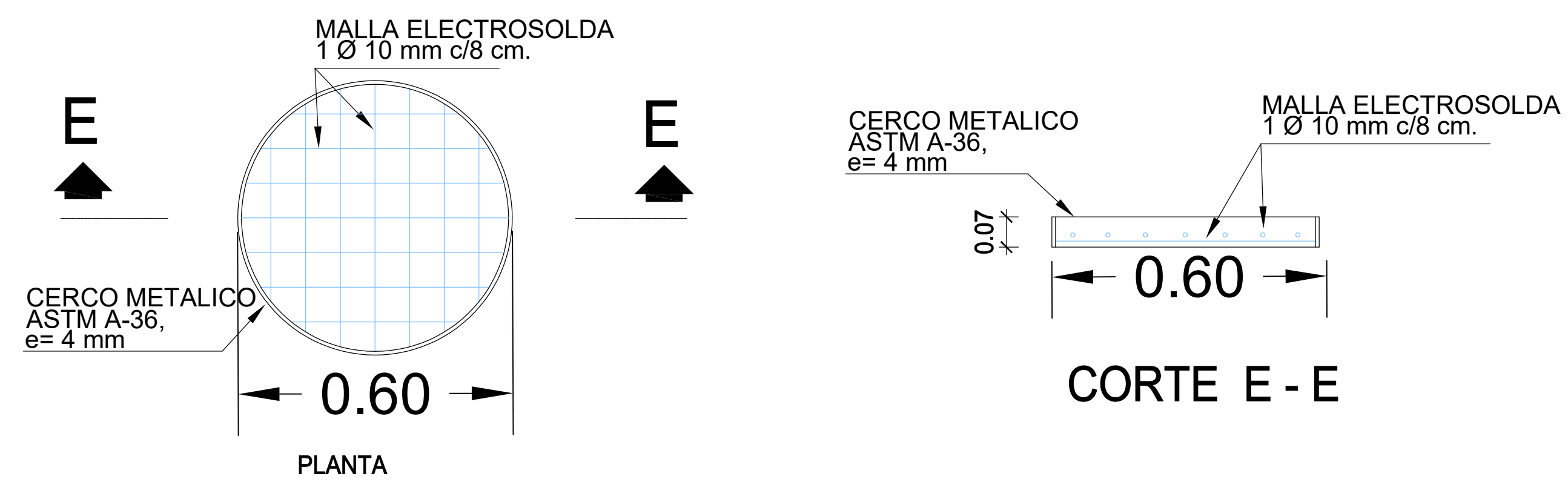
Fecha: 04/07/2025	Escala: Varias	Lámina: 4/9	
----------------------	-------------------	----------------	--

Pozo 9 Pozo de caída Tipo 1

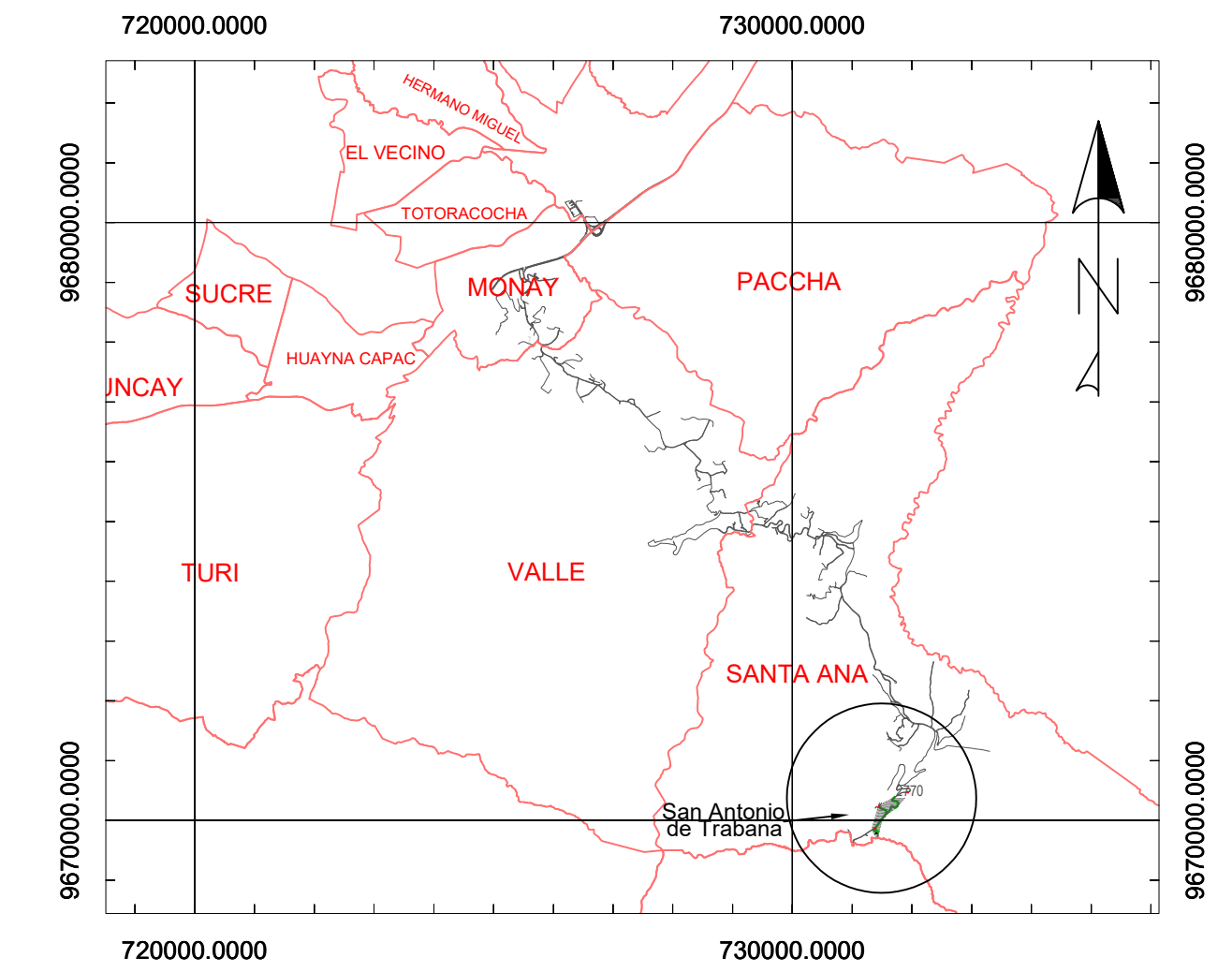


Escala: 1:50

TAPA TIPO B



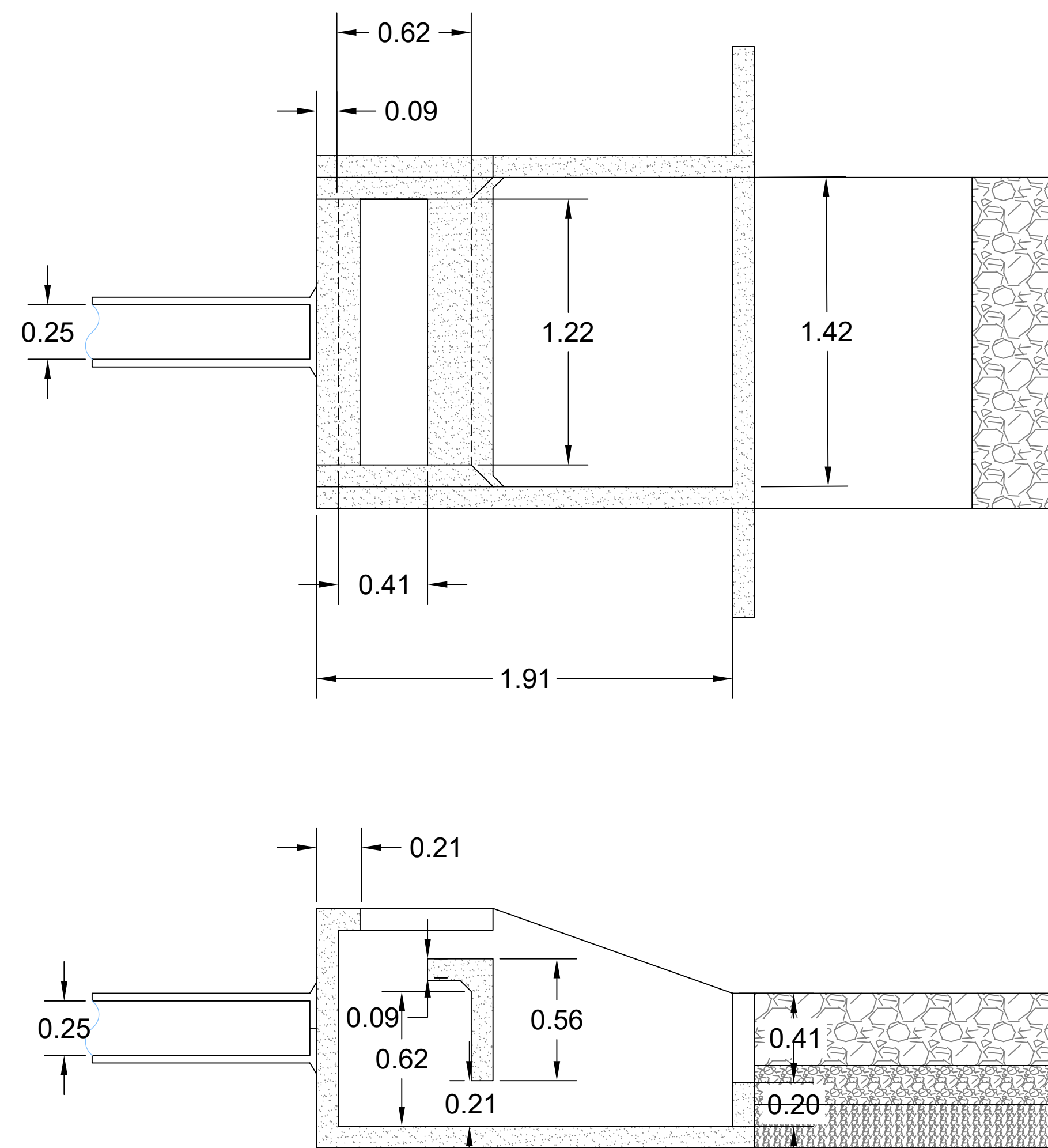
Escala: 1:10



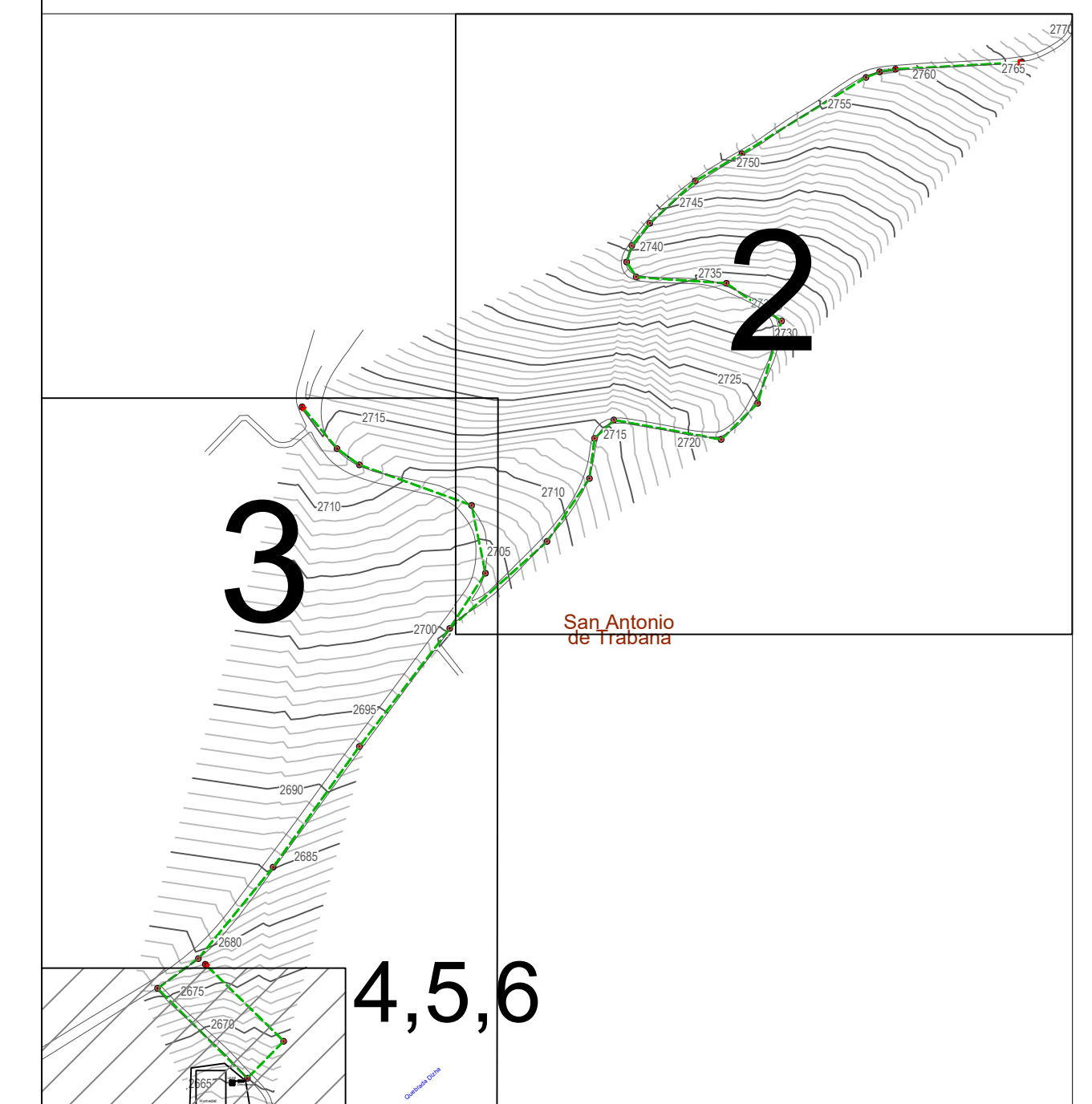
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- 1.- CONCRETO $f_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$
 - 2.- ACERO $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
- NOTA: Todas las medidas que se encuentran representadas en el plano se encuentran en metros.
 NOTA: La estructura propuesta deberá ser revisada por el constructor.
 NOTA: La capacidad portante del suelo deberá ser revisada por el constructor.

Descarga de fondo



Escala: 1:20



Facultad de Ingeniería Civil

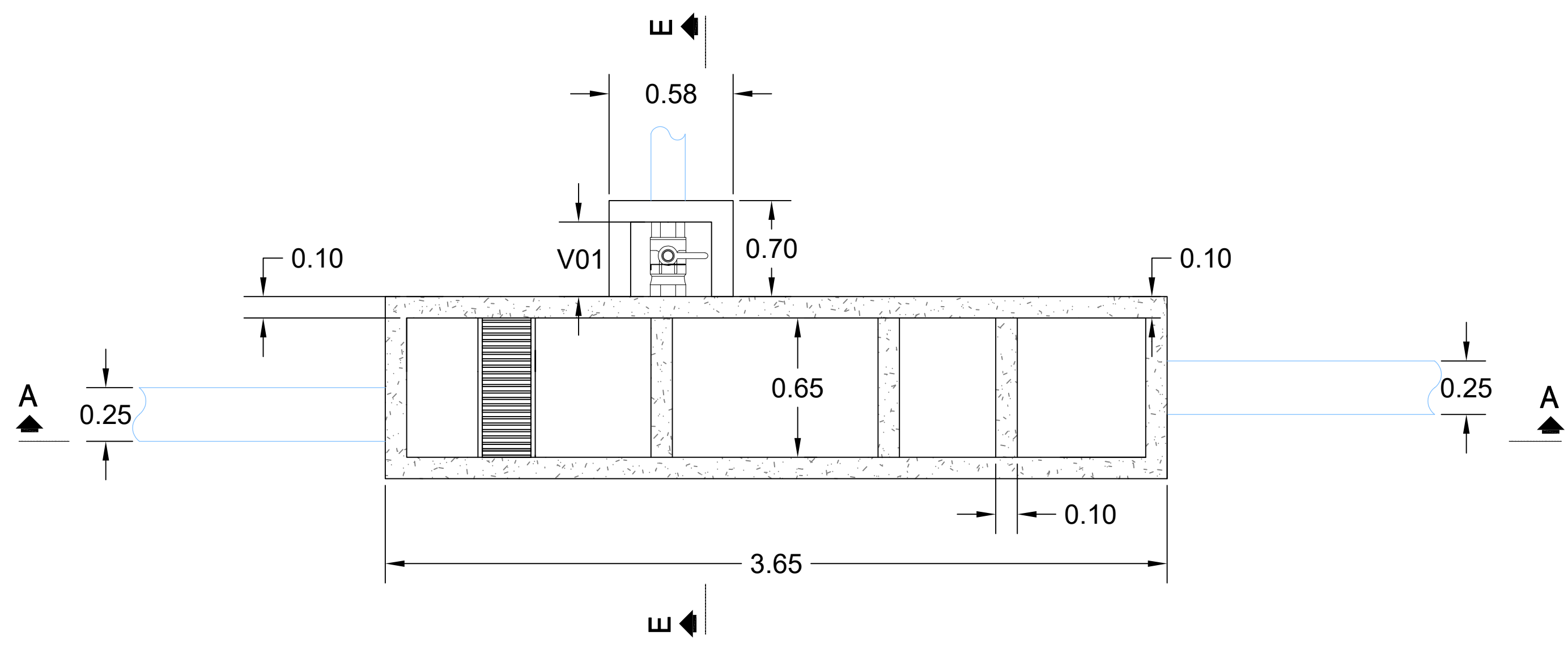
Proyecto: Alcantarillado sanitario de la comunidad San Antonio de Trabana.	Provincia: Azuay	Cantón: Cuenca	Parroquia y comunidad: Santa Ana. San Antonio de Trabana.
---	---------------------	-------------------	--

Contenido: Detalle de elementos a construir	Nota:
--	-------

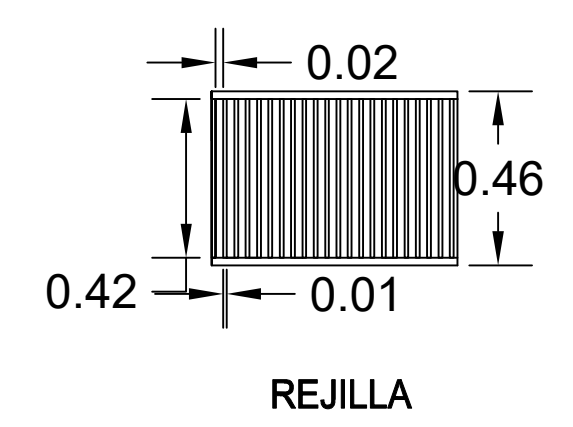
Dibujado por: Mateo Barrionuevo Anthony Orellana	Tutor: Ing. Rubén Fernando Jerves Covo, PH.D.
--	--

Fecha: 04/07/2025	Escala: Varias	Lámina: 5/9	
----------------------	-------------------	----------------	--

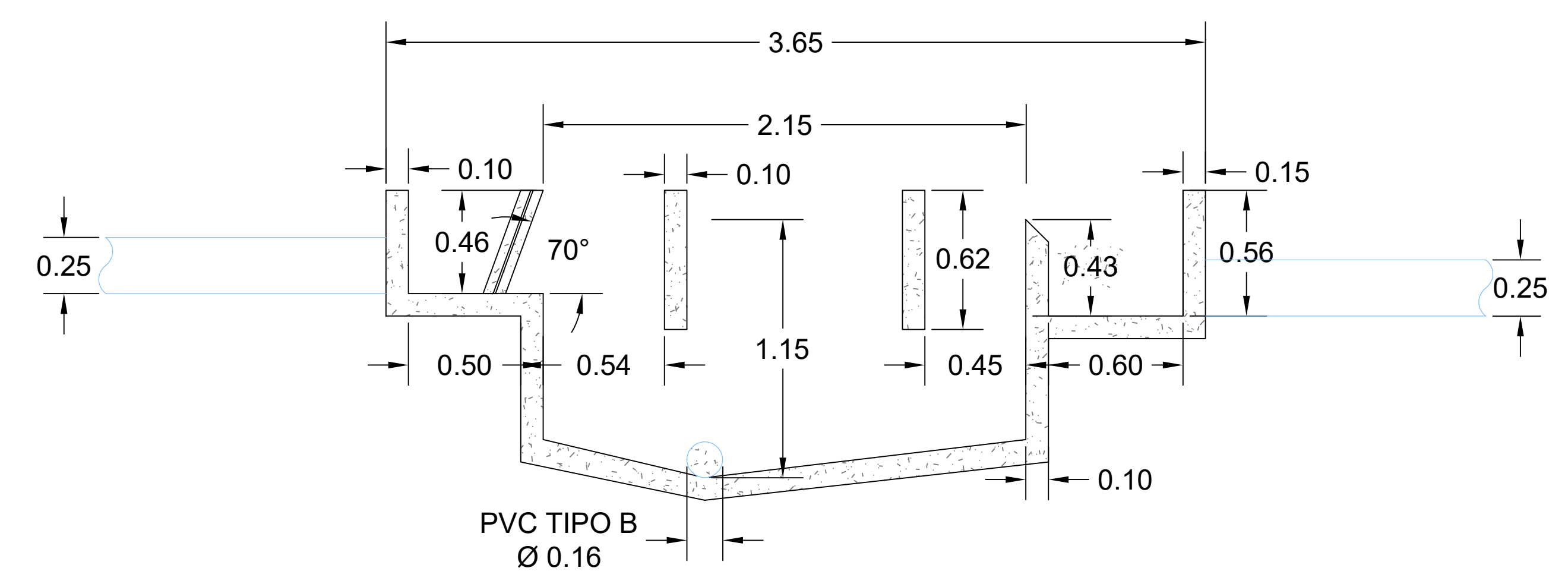
Desarenador



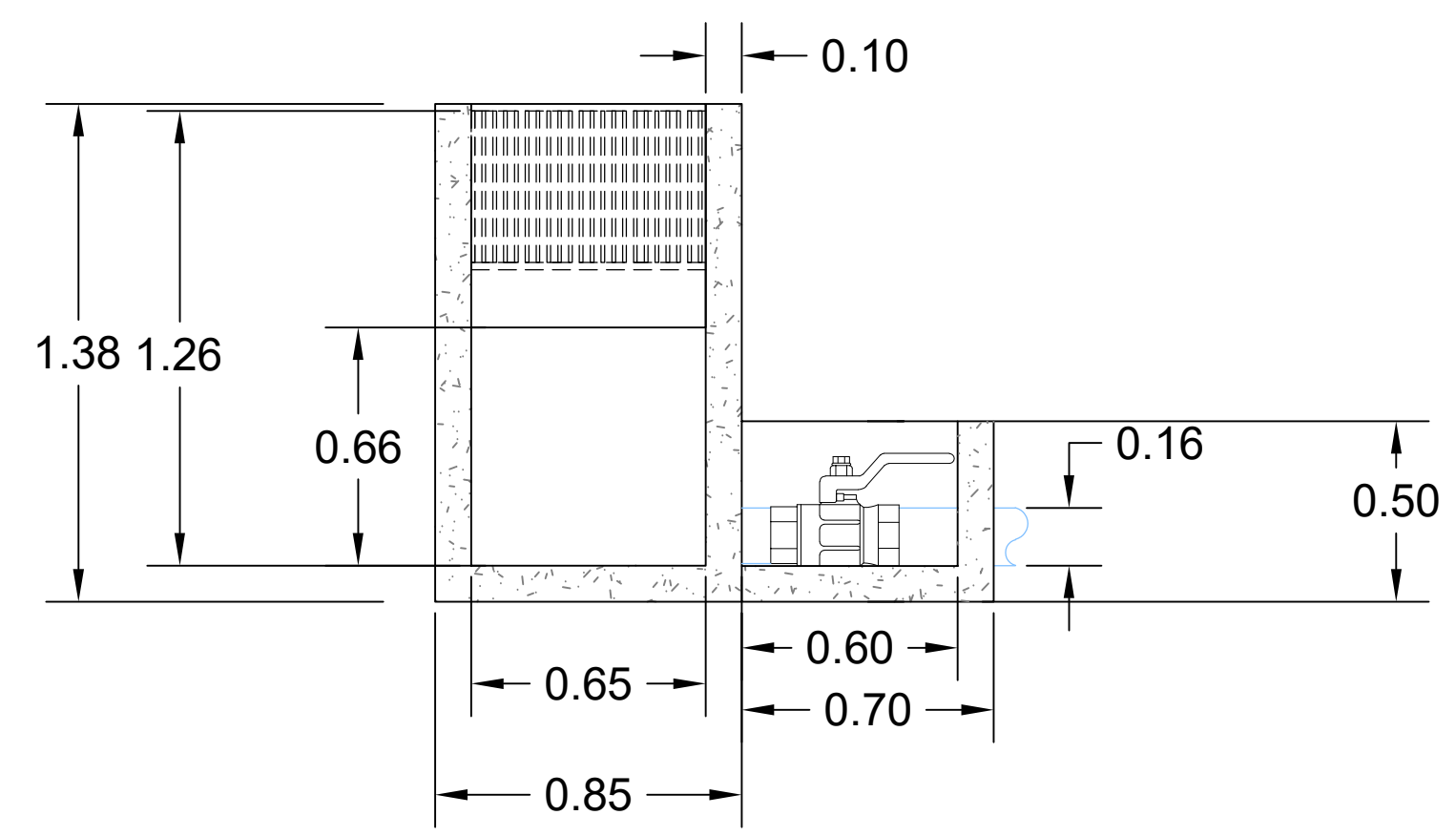
PLANTA



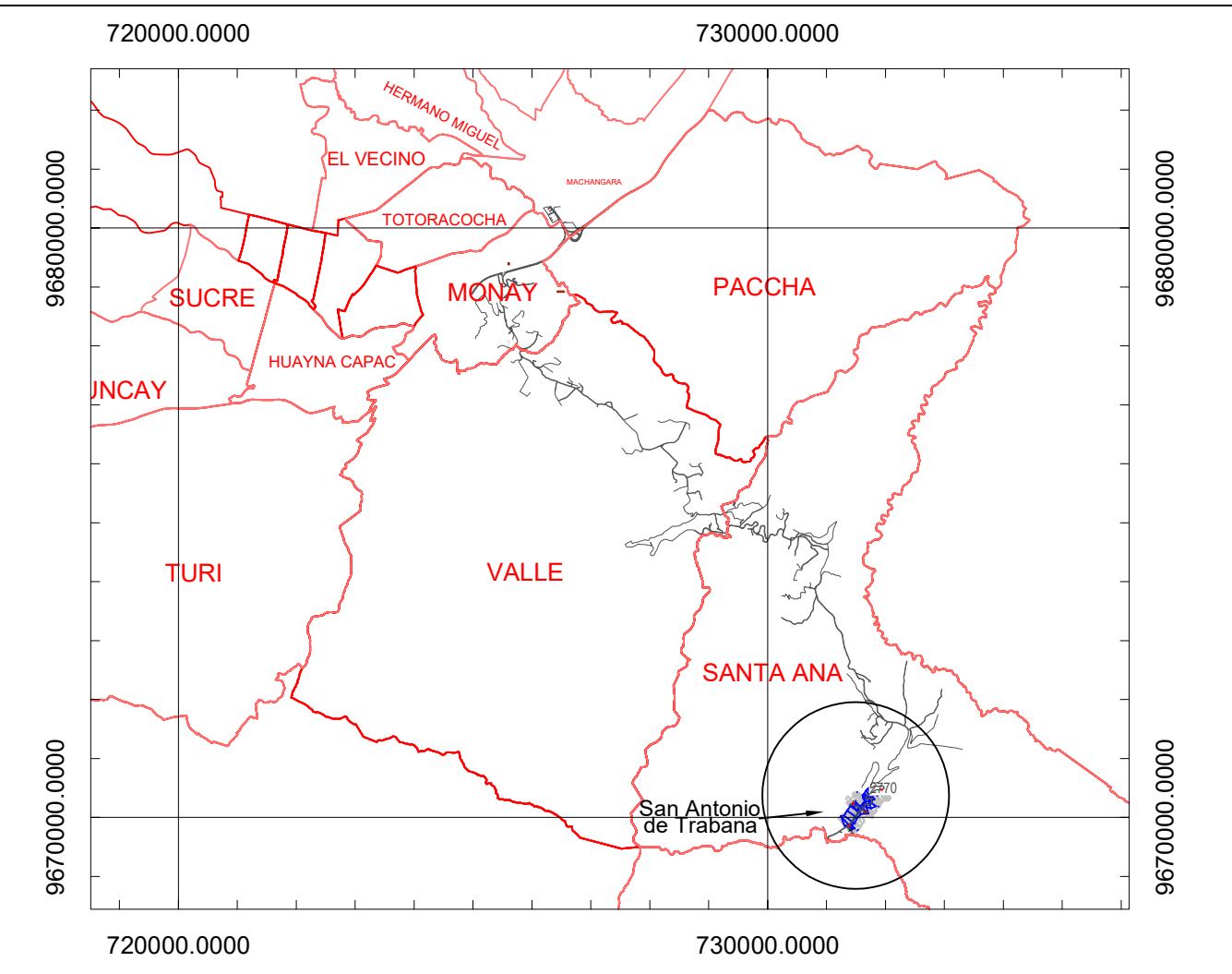
REJILLA



CORTE A - A

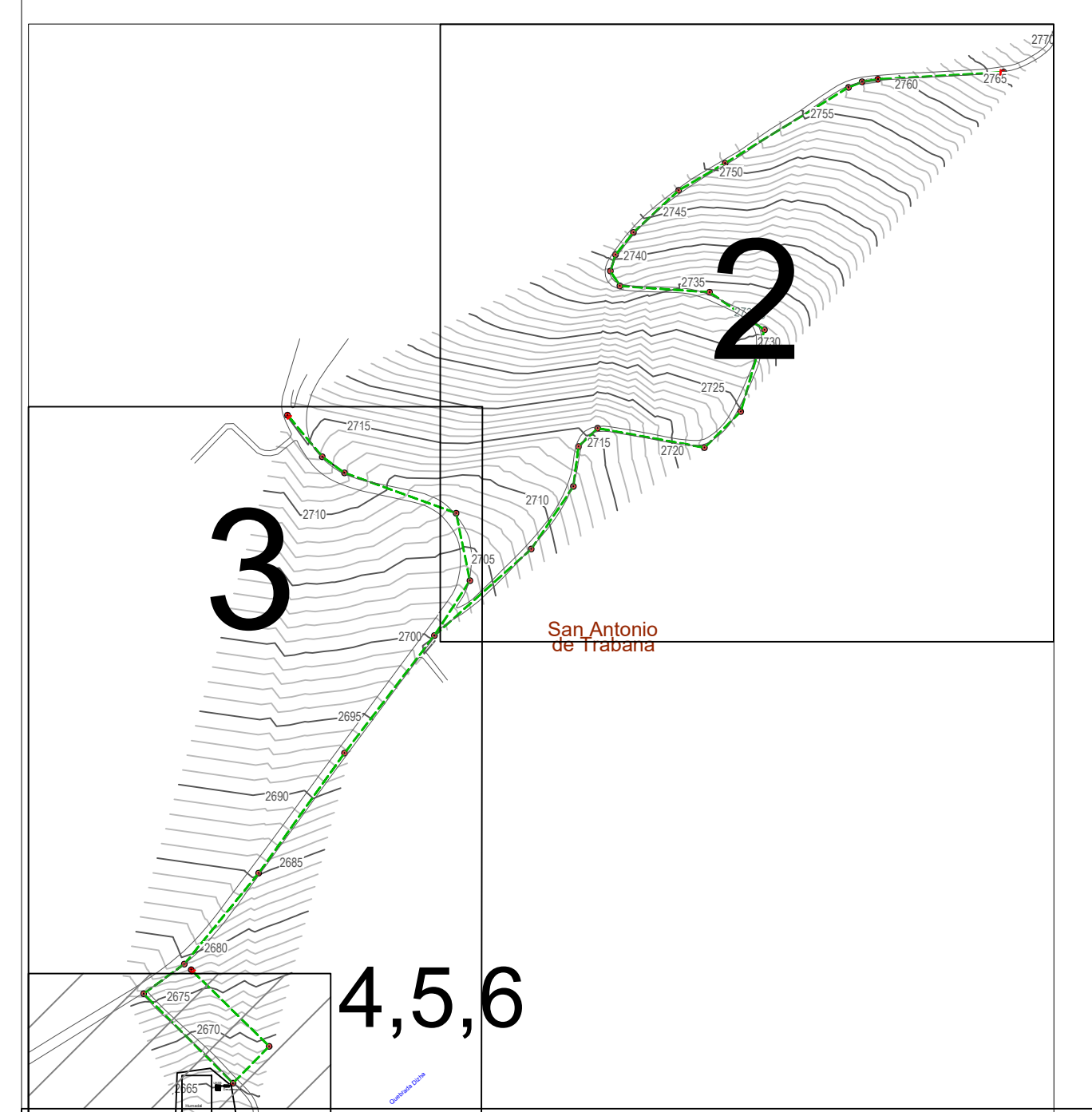


CORTE E - E



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:
 1.- CONCRETO $f_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$
 2.- ACERO $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
 NOTA: Todas las medidas que se encuentran representadas en el plano se encuentra en metros.
 NOTA: La estructura propuesta deberá ser revisada por el constructor.
 NOTA: La capacidad portante del suelo deberá ser revisada por el constructor.

TABLA DE VÁLVULA 1/4 GIRO			
Código	Diametro	Cantidad	Material
V01	160 mm	1	Hierro ductil



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR
 Facultad de Ingeniería Civil

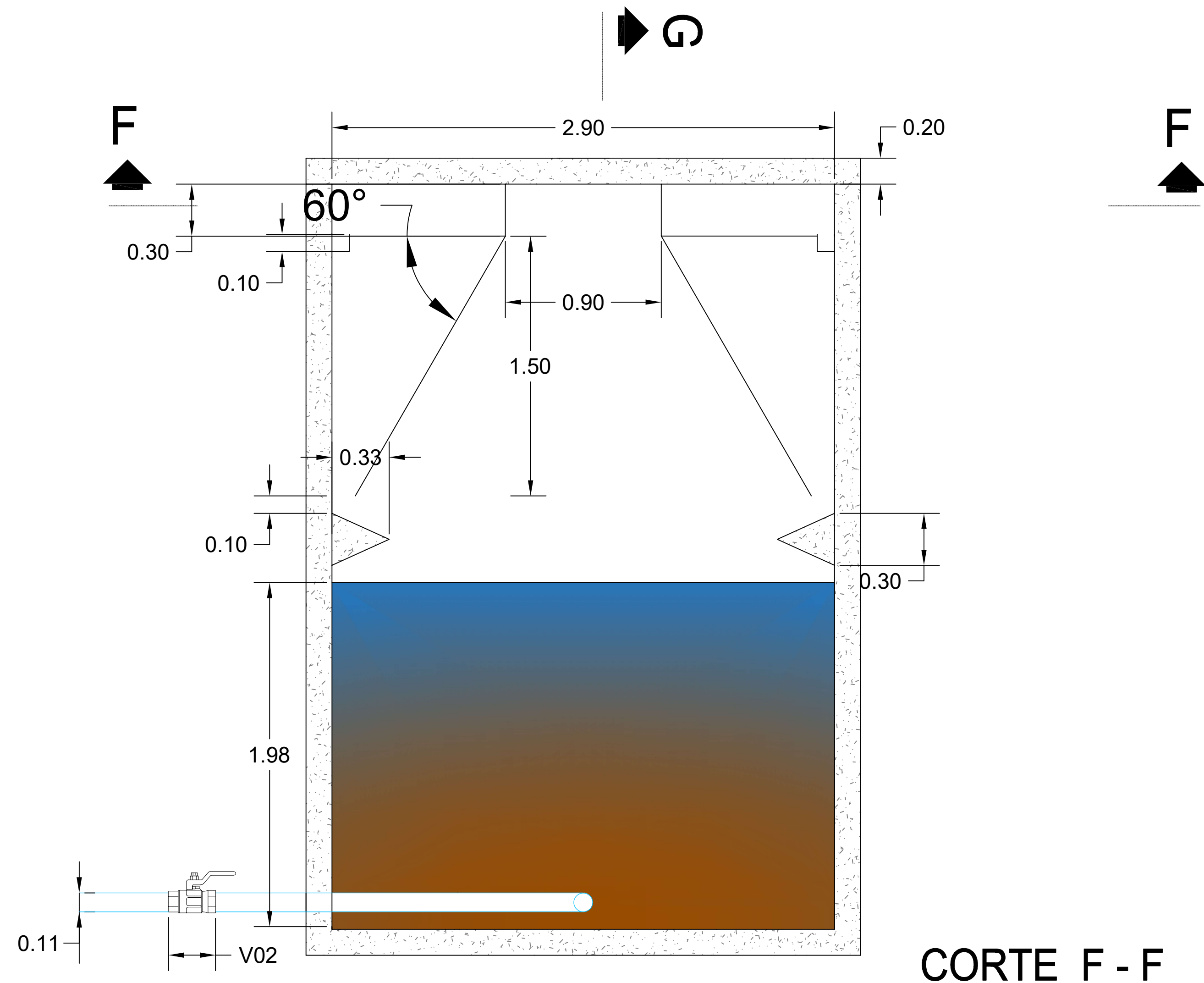
Proyecto: Alcantarillado sanitario de la comunidad San Antonio de Trabana.	Provincia: Azuay	Cantón: Cuenca	Parroquia y comunidad: Santa Ana. San Antonio de Trabana.
---	---------------------	-------------------	--

Contenido: Desarenador.	Nota:
----------------------------	-------

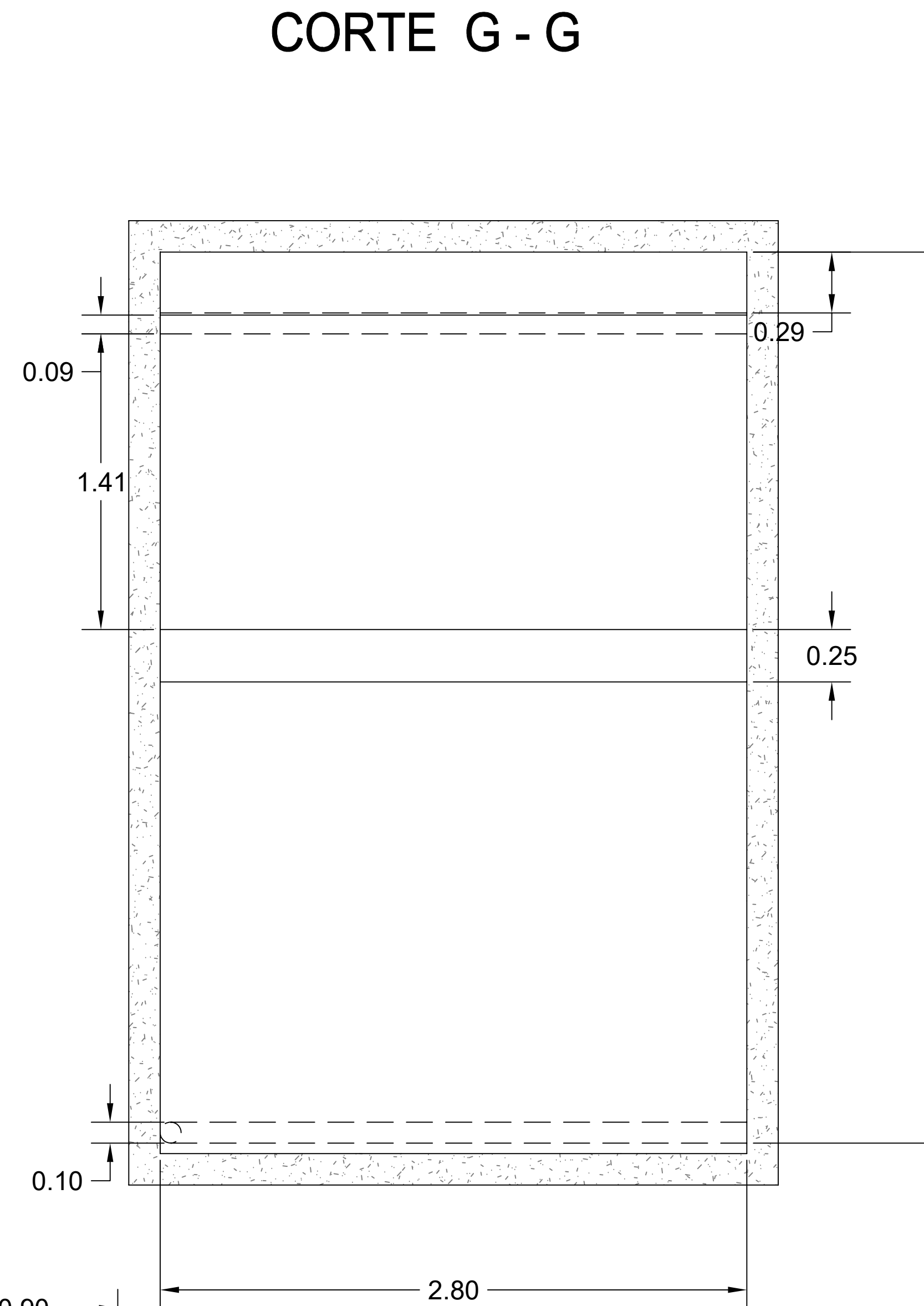
Dibujado por: Mateo Barrionuevo Anthony Orellana	Tutor: Ing. Rubén Fernando Jerves Covo, PH.D.
--	--

Fecha: 04/07/2025	Escala: 1:20	Lámina: 6/9
----------------------	-----------------	----------------

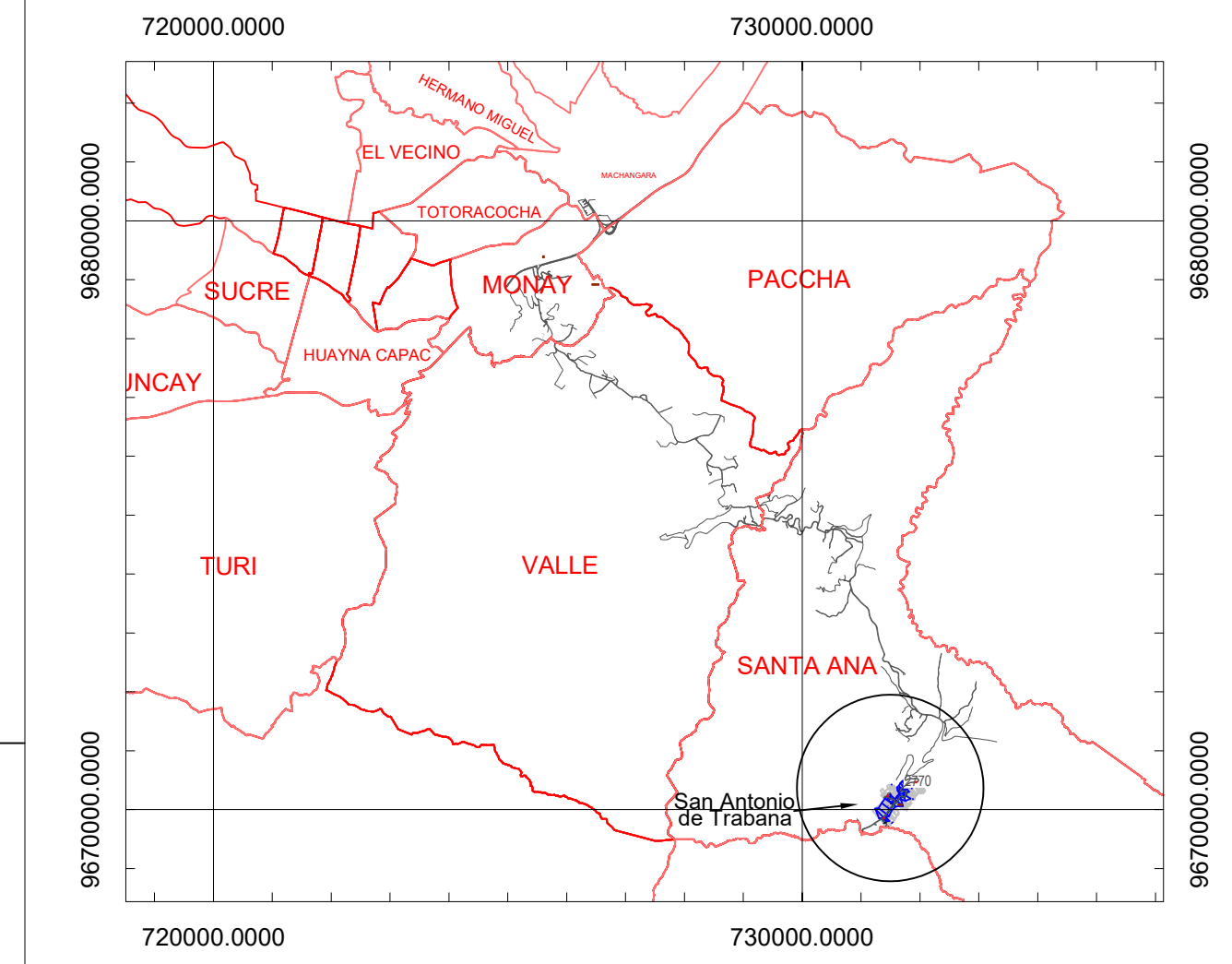
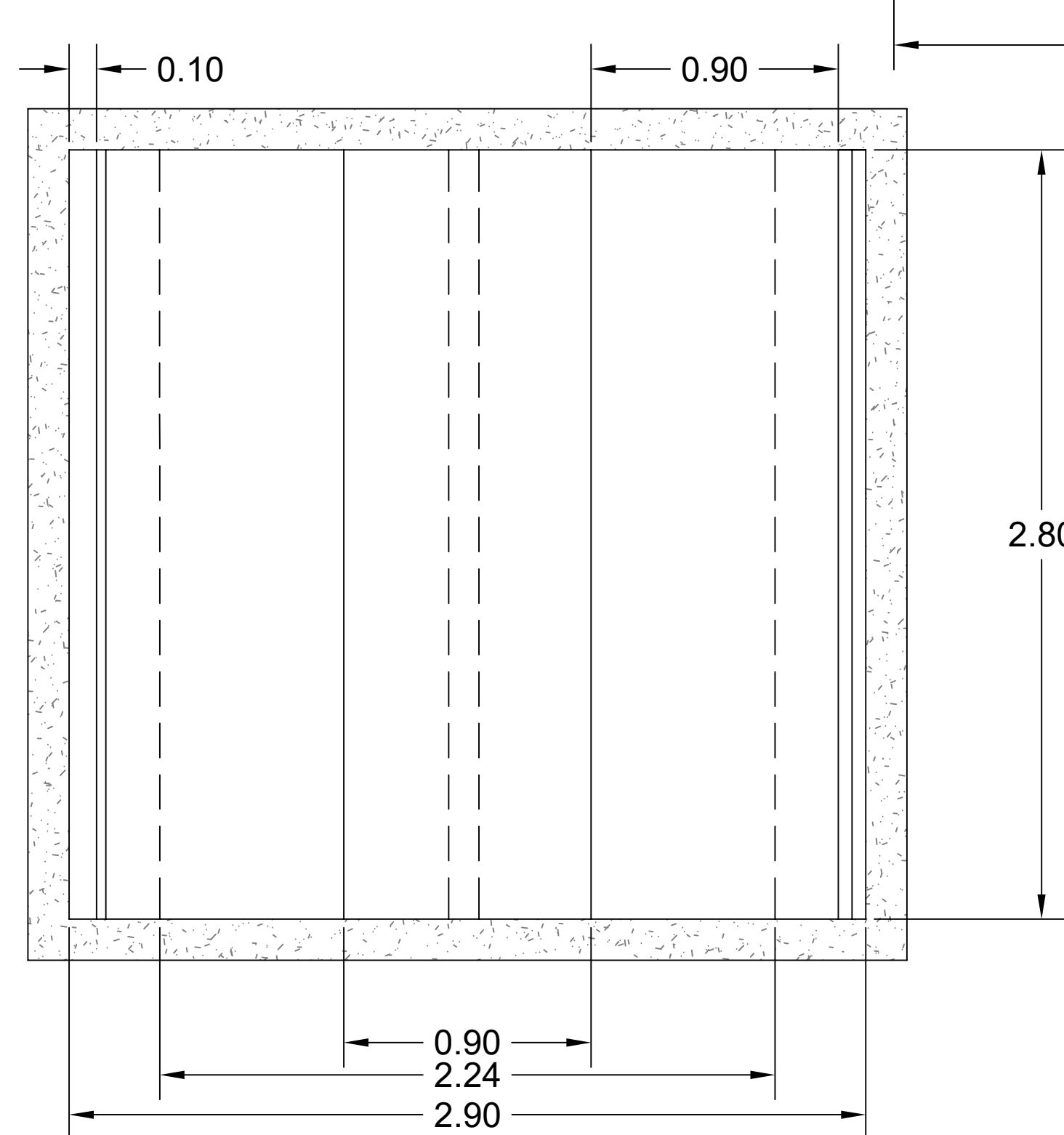
Reactor UASB (RAFA)



CORTE F - F



CORTE G - G



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:
 1.- CONCRETO $f_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$
 2.- ACERO $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
 NOTA: Todas las medidas que se encuentran representadas en el plano se encuentra en metros.
 NOTA: La estructura propuesta deberá ser revisada por el constructor.
 NOTA: La capacidad portante del suelo deberá ser revisada por el constructor.

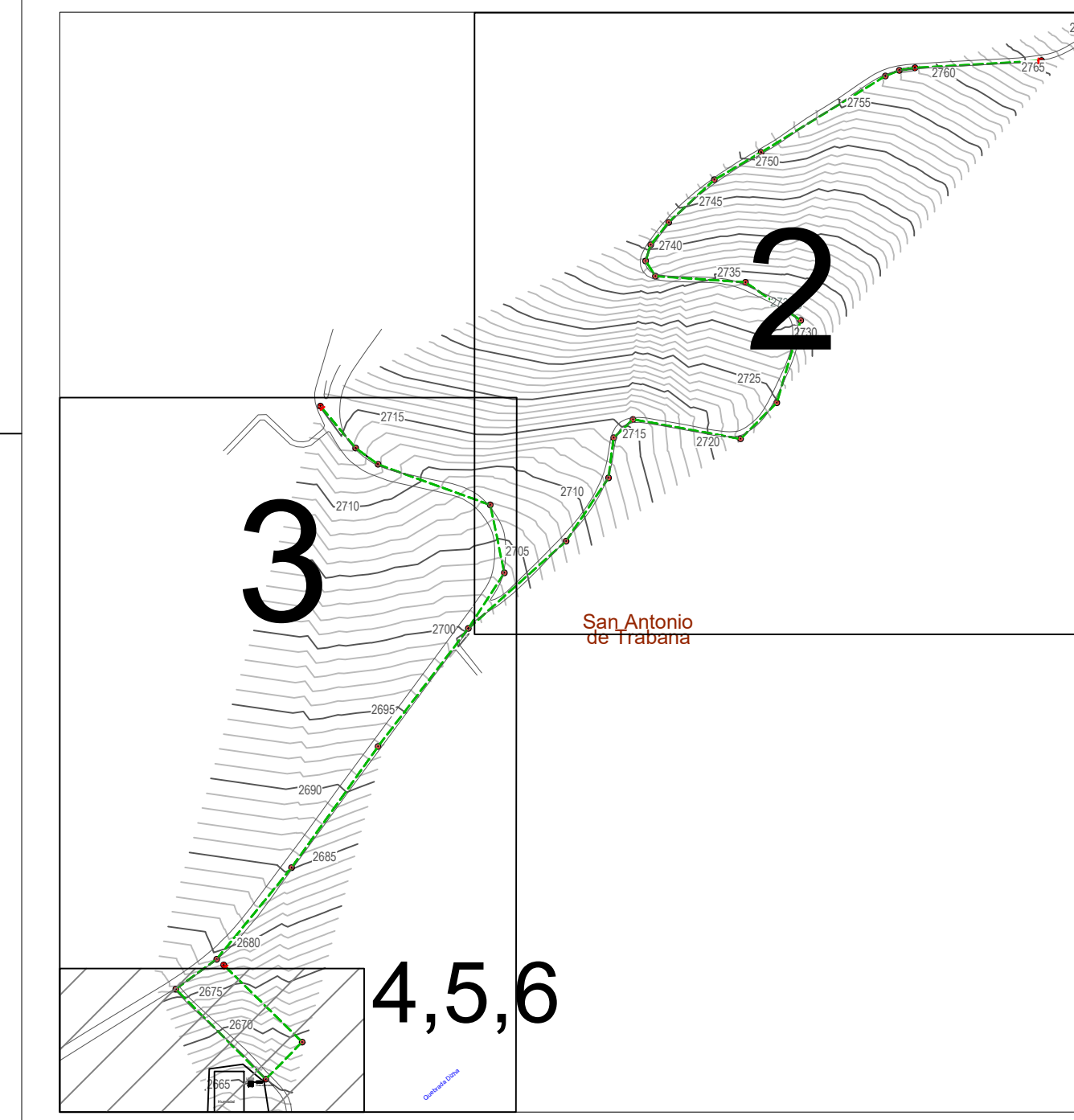

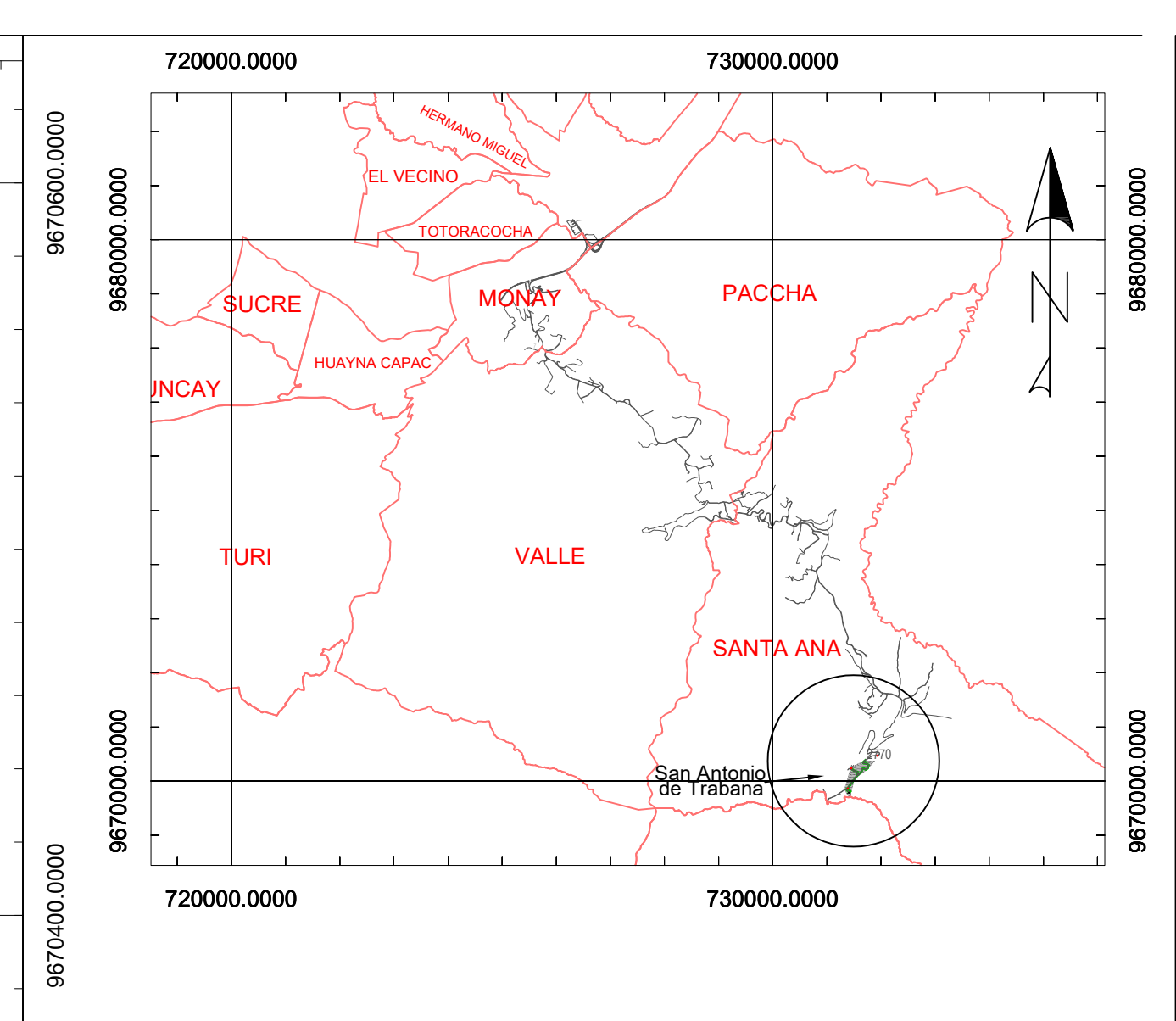
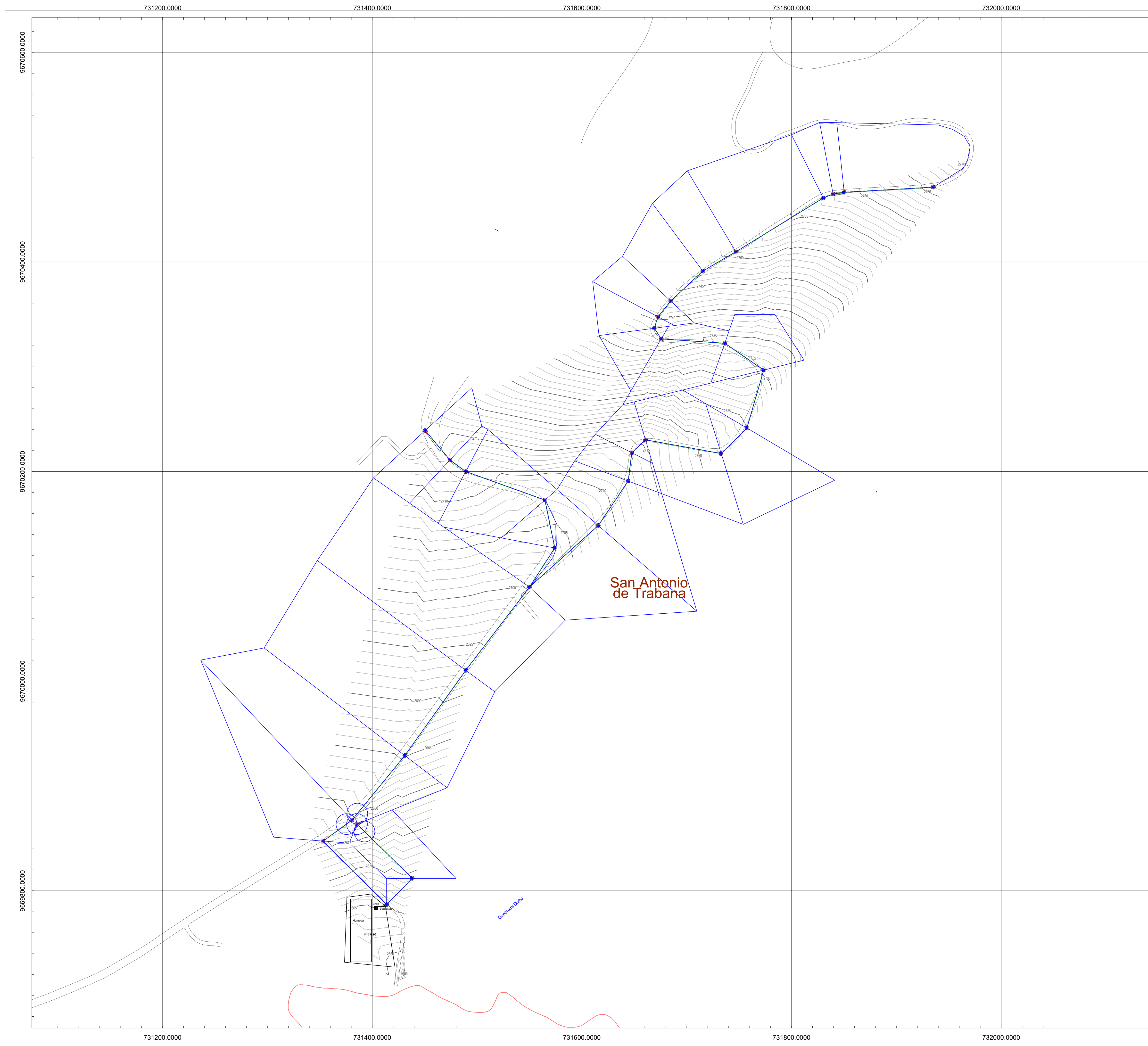


TABLA DE VÁLVULA 1/4 GIRO			
Código	Diametro	Cantidad	Material
V02	110 mm	1	Hierro fundido

		Facultad de Ingeniería Civil	
Proyecto: Alcantarillado sanitario de la comunidad San Antonio de Trabana.	Provincia: Azuay	Cantón: Cuenca	Parroquia y comunidad: Santa Ana. San Antonio de Trabana.
Contenido: Reactor RAFA		Nota:	
Dibujado por: Mateo Barrionuevo Anthony Orellana		Tutor: Ing. Rubén Fernando Jerves Covo, PH.D.	
Fecha: 04/07/2025	Escala: 1:20	Lámina: 7/9	



Leyenda

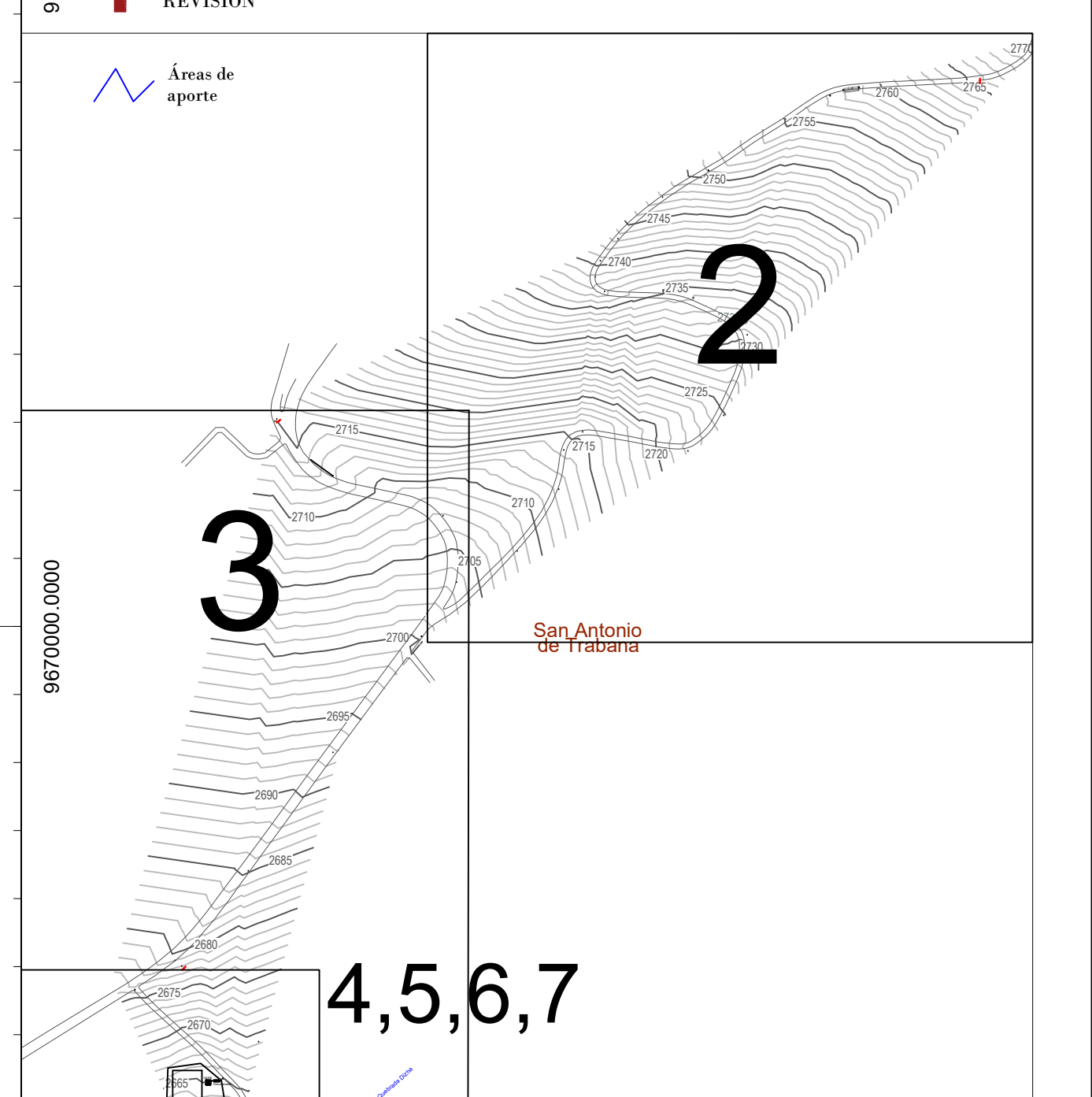
Planta

- RED DE ALCANTARILLADO
- POZOS DE REVISIÓN
- POZOS DE CABZA

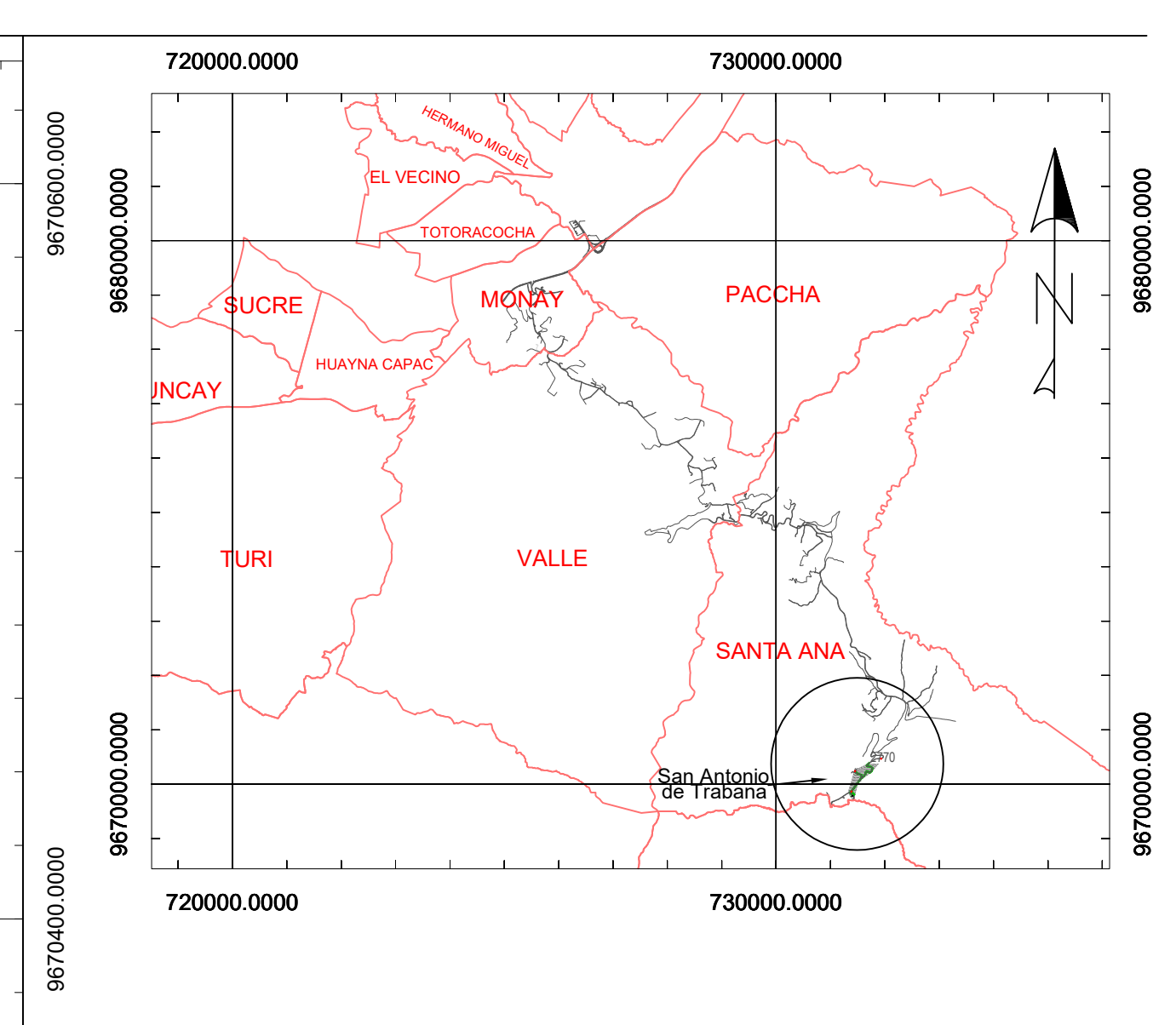
Perfil

- TERRENO NATURAL
- RED DE ALCANTARILLADO
- POZOS DE REVISIÓN

Áreas de aporte



		Facultad de Ingeniería Civil	
Proyecto: Alcantarillado sanitario de la comunidad San Antonio de Trabana.	Provincia: Azuay	Cantón: Cuenca	Parroquia y comunidad: Santa Ana. San Antonio de Trabana.
Contenido: Vista perfil del alcantarillado sanitario y las áreas de aporte.		Nota:	
Dibujado por: Mateo Barrionuevo Anthony Orellana		Tutor: Ing. Rubén Fernando Jerves Covo, PH.D.	
Fecha: 04/07/2025	Escala: 1:1750	Lámina: 8/9	



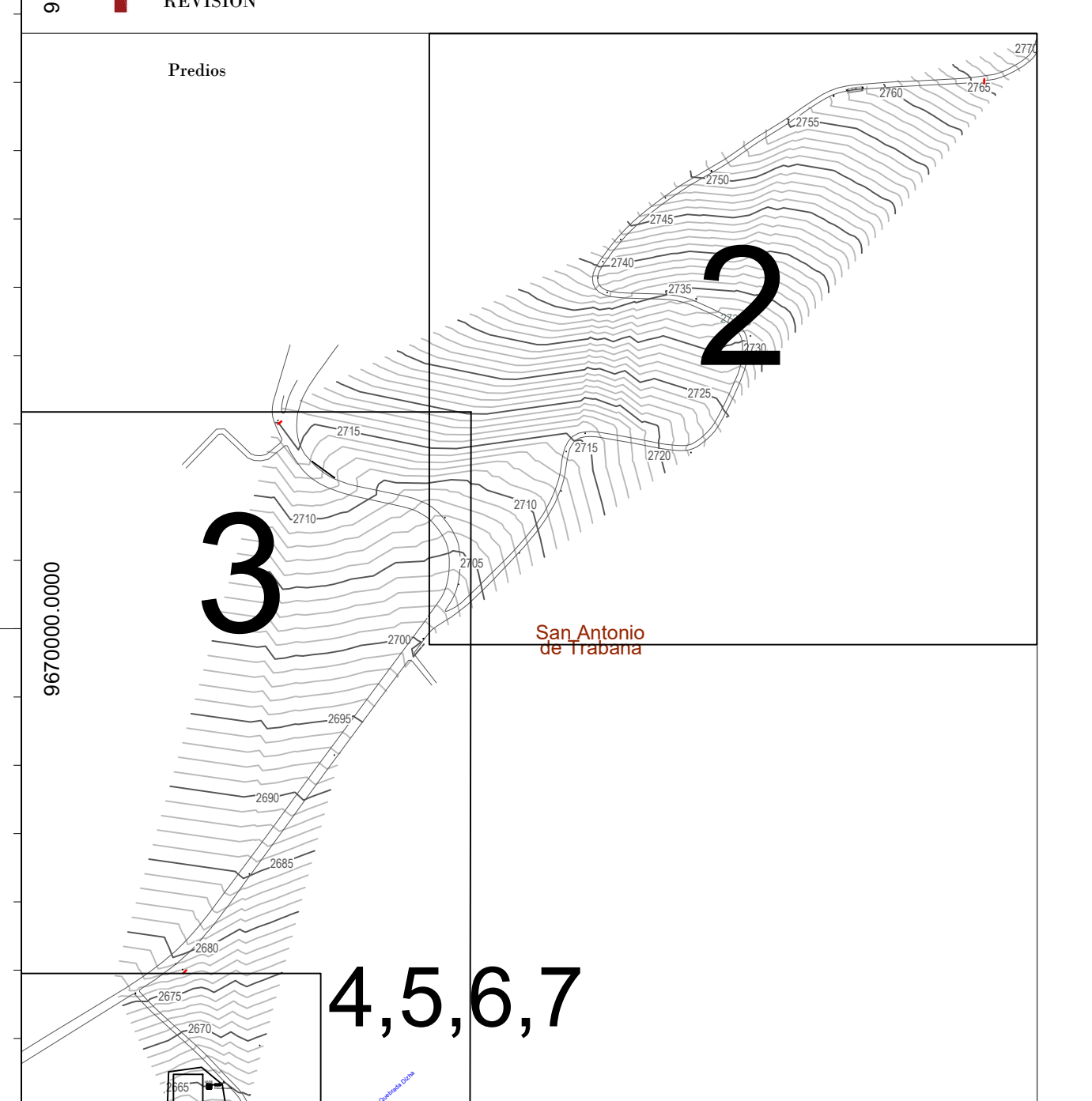
Leyenda


Planta

- RED DE ALCANTARILLADO
- POZOS DE REVISIÓN
- POZOS DE CABZA

Perfil

- TERRENO NATURAL
- RED DE ALCANTARILLADO
- POZOS DE REVISIÓN



		Facultad de Ingeniería Civil	
Proyecto: Alcantarillado sanitario de la comunidad San Antonio de Trabana.	Provincia: Azuay	Cantón: Cuenca	Parroquia y comunidad: Santa Ana. San Antonio de Trabana.
Contenido: Vista perfil del alcantarillado sanitario, predios existentes en la zona.		Nota:	
Dibujado por: Mateo Barrionuevo Anthony Orellana		Tutor: Ing. Rubén Fernando Jerves Covo, PH.D.	
Fecha: 04/07/2025	Escala: 1:1750	Lámina: 3/6	

alcantarillado sanitario

Oferente: MATEO BARRIONUEVO
 Ubicación: SAN ANTONIO DE TRABANA
 Fecha: 10/07/2025

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1		Trabajos preliminares				20.34
1.1	525225	Instalación de Señales A-0001 a A-0023	u	1.00	20.34	20.34
2		Movimiento de tierras				20,718.42
2.1	503034	Excavación mecanica con tractor	m3	2,850.00	1.41	4,018.50
2.2	513004	Transporte de materiales más de 5 Km	m3-km	300.00	0.27	81.00
2.3	514006	Relleno compactado a mano	m3	114.00	6.28	715.92
2.4	514004	Relleno compactado con equipo liviano	m3	2,850.00	5.58	15,903.00
3		Instalacion de red de alcantarillado				92,207.37
3.1	534002	Pozo de revision de h=0 a 3,0 m, Tapa y Brocal tipo A	u	33.00	547.47	18,066.51
3.2	509231	Sum, Tubería PVC U/E 1,00 MPA D= 250 mm	m	1,520.57	40.89	62,176.11
3.3	501003	Encofrado Recto para estructuras de hormigón no visto	m2	120.00	14.44	1,732.80
3.4	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	600.00	2.60	1,560.00
3.5	506018	Hormigon premezclado f'c=210 kg/cm2 con bomba	m3	45.00	192.71	8,671.95
4	534026	Pozo de revision con tubo 600 mm, tapa 700mm Tipo A, inc. cerco interior y exterior	u	33.00	144.77	4,777.41
5	509052	Colocacion Tuberia PVC Alcant. D=250 mm	m	1,520.57	1.24	1,885.51
6		Construcción del Desarenador				1,782.15
6.1	501010	Encofrado Recto para estructuras de hormigón visto	m2	35.00	15.96	558.60
6.2	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	100.00	2.60	260.00
6.3	506018	Hormigon premezclado f'c=210 kg/cm2 con bomba	m3	5.00	192.71	963.55
7		Construcción de la Planta de Tratamiento RAFA				5,484.14
7.1	501003	Encofrado Recto para estructuras de hormigón no visto	m2	45.00	14.44	649.80
7.2	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	200.00	2.60	520.00
7.3	506018	Hormigon premezclado f'c=210 kg/cm2 con bomba	m3	22.00	192.71	4,239.62
7.4	540013	Colocacion Tuberia PVC Alcant. D=110 mm	m	20.00	0.51	10.20
7.5	525201	Instalación de Letrero Informativo Tipo 1 (2.40x1.20 m)	u	1.00	64.52	64.52
SUBTOTAL						126,875.34
					12 %	15,225.04
TOTAL						142,100.38

Son: CIENTO CUARENTA Y DOS MIL CIEEN CON 38/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 525225
Descrip.: Instalación de Señales A-0001 a A-0023
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	1.00000	0.20	1.18%
Subtotal de Equipo:						0.20	1.18%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
525006	Saco de suelo (según especificación)	u	4.00000	2.06		8.24	48.61%
Subtotal de Materiales:						8.24	48.61%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	1.00000	4.23	24.96%	
403001	Albañil (EOD2)	1.00	4.28	1.00000	4.28	25.25%	
Subtotal de Mano de Obra:						8.51	50.21%

Costo Directo Total: 16.95

COSTOS INDIRECTOS

20 % 3.39

Precio Unitario Total	20.34
------------------------------------	--------------

Son: VEINTE CON 34/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 525006
Descrip.: Saco de suelo (según especificación)
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101006	Equipo menor (%MO)	%MO	5%MO			0.07	3.40%
Subtotal de Equipo:						0.07	3.40%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
209052	Saco de plástico o yute (incluye suelo de relleno)	m2	0.60000	1.05		0.63	30.58%
Subtotal de Materiales:						0.63	30.58%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	0.16000	0.68	33.01%	
403001	Albañil (EOD2)	1.00	4.28	0.16000	0.68	33.01%	
Subtotal de Mano de Obra:						1.36	66.02%

Costo Directo Total: 2.06

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.41

Precio Unitario Total	2.47
------------------------------------	-------------

Son: DOS CON 47/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 503034
Descrip.: Excavación mecánica con tractor
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
103020	Tractor de carriles 200 HP	hora	1.00000	42.00	0.02300	0.97	82.20%
Subtotal de Equipo:						0.97	82.20%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
411001	Op. de Retroexcavadora (EOC1 Grupo I)	1.00	4.75	0.02300	0.11	9.32%	
415003	Engrasador o abastecedor responsable (EODZ Sin título)	1.00	4.28	0.02300	0.10	8.47%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.21	17.80%

Costo Directo Total: 1.18

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.23

Precio Unitario Total	1.41
------------------------------------	-------------

Son: UNO CON 41/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 513004
Descrip.: Transporte de materiales más de 5 Km
Unidad: m3-km

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
102061	Volqueta de 8 m3	hora	1.00000	19.69	0.00838	0.17	77.27%
Subtotal de Equipo:						0.17	77.27%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
434001	Conductor de trailer, volqueta, tanquero, plataforma, etc. (EOC1 Chefer)	1.00	6.22	0.00838	0.05	22.73%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.05	22.73%

Costo Directo Total: 0.22

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.05

Precio Unitario Total	0.27
------------------------------------	-------------

Son: CERO CON 27/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 514006
Descripción: Relleno compactado a mano
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	1.18000	0.24	4.59%
Subtotal de Equipo:						0.24	4.59%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
201002	Agua	m3	0.01000	0.41		0.00	0.00%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	1.18000	4.99	95.41%	
Subtotal de Mano de Obra:						4.99	95.41%

Costo Directo Total: 5.23

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.05

Precio Unitario Total 6.28

Son: SEIS CON 28/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 514004
Descrip.: Relleno compactado con equipo liviano
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.19000	0.04	0.86%
102060	Vibro-aponador	Hora	1.00000	3.13	0.19000	0.59	12.69%
Subtotal de Equipo:						0.63	13.55%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201002	Agua	m3	0.01000	0.41		0.00	0.00%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	4.00	4.23	0.19000	3.21	69.03%	
403007	Op. de Equipo Liviano (EOD2)	1.00	4.28	0.19000	0.81	17.42%	
Subtotal de Mano de Obra:						4.02	86.45%

Costo Directo Total: 4.65

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.93

Precio Unitario Total 5.58

Son: CINCO CON 58/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 534002
Descrip.: Pozo de revision de h=0 a 3,0 m, Tapa y Brocal tipo A
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	4.70000	0.94	0.21%
103025	Encofrado metalico para pozos	Hora	1.00000	1.50	4.70000	7.05	1.55%
Subtotal de Equipo:						7.99	1.75%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
204007	Hierro Varillas (Corrugado)	Kg	19.20000	1.26		24.19	5.30%
205084	Pintura Anticorrosiva	gl	0.11000	13.78		1.52	0.33%
209179	Tapa de Hormigon D=700 mm Tipo A (Segun especific. ETAPA)	u	1.00000	42.00		42.00	9.21%
209180	Brocal prefabricado Tipo A, h=20 cm. (Segun especific. ETAPA)	u	1.00000	42.00		42.00	9.21%
506001	Hormigon Ciclopeo 60% HS y 40% piedra	m3	0.45000	122.11		54.95	12.04%
506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	1.18000	150.52		177.61	38.93%
508001	Replanto de Piedra, e=15 cm	m2	1.77000	7.44		13.17	2.89%
201970	Resina Epóxica	Kg	1.32000	8.69		11.47	2.51%
504002	Mortero Cemento:Arena 1:3	m3	0.01100	142.17		1.56	0.34%
Subtotal de Materiales:						368.47	80.77%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	3.00	4.23	4.70000	59.64	13.07%	
403001	Albañil (EOD2)	1.00	4.28	4.70000	20.12	4.41%	
Subtotal de Mano de Obra:						79.76	17.48%

Costo Directo Total: 456.22

COSTOS INDIRECTOS

20 % 91.25

Precio Unitario Total	547.47
------------------------------------	---------------

Son: QUINIENTOS CUARENTA Y SIETE CON 47/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 508001
Descrip.: Replantillo de Piedra, e=15 cm
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.45000	0.09	1.21%
Subtotal de Equipo:						0.09	1.21%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
211001	Piedra	m3	0.18000	16.00		2.88	38.71%
211003	Grava (Puesta en Obra)	m3	0.04000	16.00		0.64	8.60%
Subtotal de Materiales:						3.52	47.31%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	0.45000	1.90	25.54%	
403001	Albañil (EOD2)	1.00	4.28	0.45000	1.93	25.94%	
Subtotal de Mano de Obra:						3.83	51.48%

Costo Directo Total: 7.44

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.49

Precio Unitario Total	8.93
------------------------------------	-------------

Son: OCHO CON 93/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506001
Descripción: Hormigon Ciclopeo 60% HS y 40% piedra
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.50000	0.10	0.08%
Subtotal de Equipo:						0.10	0.08%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
211001	Piedra	m3	0.45000	16.00		7.20	5.90%
506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	0.65000	150.52		97.84	80.12%
Subtotal de Materiales:						105.04	86.02%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	6.00	4.23	0.50000	12.69	10.39%	
403001	Albañil (EOD2)	2.00	4.28	0.50000	4.28	3.51%	
Subtotal de Mano de Obra:						16.97	13.90%

Costo Directo Total: 122.11

COSTOS INDIRECTOS

20 % 24.42

Precio Unitario Total	146.53
------------------------------------	---------------

Son: CIENTO CUARENTA Y SEIS CON 53/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506003
Descrip.: Hormigón Simple 210 Kg/cm2
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	1.20000	0.24	0.16%
102031	Concretera de un Saco	Hora	1.00000	2.30	1.20000	2.76	1.83%
102032	Vibrador	Hora	1.00000	1.80	1.20000	2.16	1.44%
110015	Bomba para curado	hora	1.00000	1.50	0.05700	0.09	0.06%
Subtotal de Equipo:						5.25	3.49%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
201002	Agua	m3	0.18000	0.41		0.07	0.05%
202005	Cemento (Puesto en obra)	saco	7.20000	7.33		52.78	35.07%
211002	Arena (Puesta en Obra)	m3	0.60000	19.00		11.40	7.57%
211003	Grava (Puesta en Obra)	m3	0.95000	16.00		15.20	10.10%
224007	Aditivo quimico para curado de hormigon	gl	0.16500	13.23		2.18	1.45%
201056	Aditivo Hormigón	Lts	8.20000	2.76		22.63	15.03%
Subtotal de Materiales:						104.26	69.27%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	6.00	4.23	1.20000	30.46	20.24%	
403001	Albañil (EOD2)	1.00	4.28	1.20000	5.14	3.41%	
403007	Op. de Equipo Liviano (EOD2)	1.00	4.28	1.20000	5.14	3.41%	
405001	Inspector de Obra (EOB3)	1.00	4.76	0.05700	0.27	0.18%	
Subtotal de Mano de Obra:						41.01	27.25%

Costo Directo Total: 150.52

COSTOS INDIRECTOS

20 % 30.10

Precio Unitario Total	180.62
------------------------------------	---------------

Son: CIENTO OCHENTA CON 62/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 504002
Descrip.: Mortero Cemento:Arena 1:3
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	1.20000	0.24	0.17%
Subtotal de Equipo:						0.24	0.17%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
202005	Cemento (Puesto en obra)	saco	11.00000	7.33		80.63	56.71%
211002	Arena (Puesta en Obra)	m3	1.00000	19.00		19.00	13.36%
201002	Agua	m3	0.19000	0.41		0.08	0.06%
201966	Aditivo Mortero	Lts	4.50000	2.60		11.70	8.23%
Subtotal de Materiales:						111.41	78.36%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	5.00	4.23	1.20000	25.38	17.85%	
403001	Albañil (EOD2)	1.00	4.28	1.20000	5.14	3.62%	
Subtotal de Mano de Obra:						30.52	21.47%

Costo Directo Total: 142.17

COSTOS INDIRECTOS

20 % 28.43

Precio Unitario Total	170.60
------------------------------------	---------------

Son: CIENTO SETENTA CON 60/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 509231
Descrip.: Sum, Tubería PVC U/E 1,00 MPA D= 250 mm
Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
250006	Tubería PVC U/E 1.00 MPA - 250 mm (Inc. Sello Elastomérico)	m	1.00000	34.04		34.04	99.91%
201005	Lubricante vegetal	kg	0.10000	0.30		0.03	0.09%
Subtotal de Materiales:						34.07	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 34.07

COSTOS INDIRECTOS

20 % 6.82

Precio Unitario Total	40.89
------------------------------------	--------------

Son: CUARENTA CON 89/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 501003
Descrip.: Encofrado Recto para estructuras de hormigón no visto
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.60000	0.12	1.00%
Subtotal de Equipo:						0.12	1.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
206027	Madera contrachapada	m2	1.00000	3.92		3.92	32.56%
206028	Sistema de colocación, sujeción y fijación del encofrado	glb	1.00000	2.83		2.83	23.50%
206025	Desmoldante para encofrado	m2	1.00000	0.06		0.06	0.50%
Subtotal de Materiales:						6.81	56.56%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	0.60000	2.54	21.10%	
403002	Carpintero (EOD2)	1.00	4.28	0.60000	2.57	21.35%	
Subtotal de Mano de Obra:						5.11	42.44%

Costo Directo Total: 12.04

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.40

Precio Unitario Total	14.44
------------------------------------	--------------

Son: CATORCE CON 44/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 516001
Descrip.: Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)
Unidad: Kg

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.08000	0.02	0.92%
Subtotal de Equipo:						0.02	0.92%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
204007	Hierro Varillas (Corrugado)	Kg	1.05000	1.26		1.32	60.83%
204008	Alambre de Amarre Recocido No. 18	kg	0.10000	1.50		0.15	6.91%
Subtotal de Materiales:						1.47	67.74%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	0.08000	0.34	15.67%	
403003	Fierrero (EOD2)	1.00	4.28	0.08000	0.34	15.67%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.68	31.34%

Costo Directo Total: 2.17

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.43

Precio Unitario Total	2.60
------------------------------------	-------------

Son: DOS CON 60/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506018
Descrip.: Hormigon premezclado f"=210 kg/cm2 con bomba
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
102032	Vibrador	Hora	1.00000	1.80	1.20000	2.16	1.35%
Subtotal de Equipo:						2.16	1.35%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
260004	Hormigón premezclado f"=210, con bomba (Puesto en Obra)	m3	1.00000	96.00		96.00	59.78%
201056	Aditivo Hormigón	Lts	7.90000	2.76		21.80	13.57%
506055	Colocado de Hormigón Premezclado	m3	1.00000	32.85		32.85	20.46%
506004	Curado de superficie de hormigon con aditivo quimico	m2	5.00000	0.54		2.70	1.68%
Subtotal de Materiales:						153.35	95.49%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	1.20000	5.08	3.16%	
Subtotal de Mano de Obra:						5.08	3.16%

Costo Directo Total: 160.59

COSTOS INDIRECTOS

20 % 32.12

Precio Unitario Total	192.71
------------------------------------	---------------

Son: CIENTO NOVENTA Y DOS CON 71/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506055
Descrip.: Colocado de Hormigón Premezclado
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	1.10000	0.22	0.67%
Subtotal de Equipo:						0.22	0.67%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	6.00	4.23	1.10000	27.92	84.99%	
403001	Albañil (EOD2)	1.00	4.28	1.10000	4.71	14.34%	
Subtotal de Mano de Obra:						32.63	99.33%

Costo Directo Total: 32.85

COSTOS INDIRECTOS

20 % 6.57

Precio Unitario Total	39.42
------------------------------------	--------------

Son: TREINTA Y NUEVE CON 42/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506004
Descrip.: Curado de superficie de hormigon con aditivo quimico
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
110015	Bomba para curado	hora	1.00000	1.50	0.01140	0.02	3.70%
Subtotal de Equipo:						0.02	3.70%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
224007	Aditivo quimico para curado de hormigon	gl	0.03330	13.23		0.44	81.48%
Subtotal de Materiales:						0.44	81.48%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	0.00600	0.03	5.56%	
405001	Inspector de Obra (EOB3)	1.00	4.76	0.01140	0.05	9.26%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.08	14.81%

Costo Directo Total: 0.54

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.10

Precio Unitario Total	0.64
------------------------------------	-------------

Son: CERO CON 64/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 534026
Descripción: Pozo de revision con tubo 600 mm, tapa 700mm Tipo A, inc. cerco interior y exterior
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	2.00000	0.40	0.33%
Subtotal de Equipo:						0.40	0.33%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
207006	Tubo de Hormigón D=600 mm Clase 1	m	1.00000	30.36		30.36	25.17%
209179	Tapa de Hormigon D=700 mm Tipo A (Segun especific. ETAPA)	u	1.00000	42.00		42.00	34.81%
201570	Platina de metal 10cm e=4mm	m	2.00000	10.93		21.86	18.12%
506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	0.04000	150.52		6.02	4.99%
508001	Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	0.40000	7.44		2.98	2.47%
Subtotal de Materiales:						103.22	85.56%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	2.00000	8.46	7.01%	
403001	Albañil (EOD2)	1.00	4.28	2.00000	8.56	7.10%	
Subtotal de Mano de Obra:						17.02	14.11%

Costo Directo Total: 120.64

COSTOS INDIRECTOS

20 % 24.13

Precio Unitario Total	144.77
------------------------------------	---------------

Son: CIENTO CUARENTA Y CUATRO CON 77/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 508001
Descrip.: Replantillo de Piedra, e=15 cm
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.45000	0.09	1.21%
Subtotal de Equipo:						0.09	1.21%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
211001	Piedra	m3	0.18000	16.00		2.88	38.71%
211003	Grava (Puesta en Obra)	m3	0.04000	16.00		0.64	8.60%
Subtotal de Materiales:						3.52	47.31%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	0.45000	1.90	25.54%	
403001	Albañil (EOD2)	1.00	4.28	0.45000	1.93	25.94%	
Subtotal de Mano de Obra:						3.83	51.48%

Costo Directo Total: 7.44

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.49

Precio Unitario Total	8.93
------------------------------------	-------------

Son: OCHO CON 93/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506003
Descrip.: Hormigón Simple 210 Kg/cm2
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	1.20000	0.24	0.16%
102031	Concretera de un Saco	Hora	1.00000	2.30	1.20000	2.76	1.83%
102032	Vibrador	Hora	1.00000	1.80	1.20000	2.16	1.44%
110015	Bomba para curado	hora	1.00000	1.50	0.05700	0.09	0.06%
Subtotal de Equipo:						5.25	3.49%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
201002	Agua	m3	0.18000	0.41		0.07	0.05%
202005	Cemento (Puesto en obra)	saco	7.20000	7.33		52.78	35.07%
211002	Arena (Puesta en Obra)	m3	0.60000	19.00		11.40	7.57%
211003	Grava (Puesta en Obra)	m3	0.95000	16.00		15.20	10.10%
224007	Aditivo quimico para curado de hormigon	gl	0.16500	13.23		2.18	1.45%
201056	Aditivo Hormigón	Lts	8.20000	2.76		22.63	15.03%
Subtotal de Materiales:						104.26	69.27%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	6.00	4.23	1.20000	30.46	20.24%	
403001	Albañil (EOD2)	1.00	4.28	1.20000	5.14	3.41%	
403007	Op. de Equipo Liviano (EOD2)	1.00	4.28	1.20000	5.14	3.41%	
405001	Inspector de Obra (EOB3)	1.00	4.76	0.05700	0.27	0.18%	
Subtotal de Mano de Obra:						41.01	27.25%

Costo Directo Total: 150.52

COSTOS INDIRECTOS

20 % 30.10

Precio Unitario Total	180.62
------------------------------------	---------------

Son: CIENTO OCHENTA CON 62/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 509052
Descrip.: Colocacion Tuberia PVC Alcant. D=250 mm
Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.12000	0.02	1.92%
Subtotal de Equipo:						0.02	1.92%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402004	Peón (EOE2) (Ayudante)	1.00	4.23	0.12000	0.51	49.04%	
403009	Plomero (EOD2)	1.00	4.28	0.12000	0.51	49.04%	
Subtotal de Mano de Obra:						1.02	98.08%

Costo Directo Total: 1.04

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.20

Precio Unitario Total	1.24
------------------------------------	-------------

Son: UNO CON 24/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 501010
Descrip.: Encofrado Recto para estructuras de hormigón visto
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.60000	0.12	0.90%
Subtotal de Equipo:						0.12	0.90%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
206028	Sistema de colocación, sujeción y fijación del encofrado	glb	1.00000	2.83		2.83	21.28%
206025	Desmoldante para encofrado	m2	1.00000	0.06		0.06	0.45%
201971	Encofrado metálico	m2	1.00000	4.69		4.69	35.26%
Subtotal de Materiales:						7.58	56.99%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	2.00	4.23	0.32000	2.71	20.38%	
403001	Albañil (EOD2)	1.00	4.28	0.32000	1.37	10.30%	
404007	Maestro Mayor en ejecución de obras (EOC1)	1.00	4.75	0.32000	1.52	11.43%	
Subtotal de Mano de Obra:						5.60	42.11%

Costo Directo Total: 13.30

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.66

Precio Unitario Total	15.96
------------------------------------	--------------

Son: QUINCE CON 96/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 516001
Descrip.: Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)
Unidad: Kg

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.08000	0.02	0.92%
Subtotal de Equipo:						0.02	0.92%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
204007	Hierro Varillas (Corrugado)	Kg	1.05000	1.26		1.32	60.83%
204008	Alambre de Amarre Recocido No. 18	kg	0.10000	1.50		0.15	6.91%
Subtotal de Materiales:						1.47	67.74%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	0.08000	0.34	15.67%	
403003	Fierrero (EOD2)	1.00	4.28	0.08000	0.34	15.67%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.68	31.34%

Costo Directo Total: 2.17

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.43

Precio Unitario Total	2.60
------------------------------------	-------------

Son: DOS CON 60/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506018
Descripción: Hormigon premezclado f"=210 kg/cm2 con bomba
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
102032	Vibrador	Hora	1.00000	1.80	1.20000	2.16	1.35%
Subtotal de Equipo:						2.16	1.35%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
260004	Hormigón premezclado f"=210, con bomba (Puesto en Obra)	m3	1.00000	96.00		96.00	59.78%
201056	Aditivo Hormigón	Lts	7.90000	2.76		21.80	13.57%
506055	Colocado de Hormigón Premezclado	m3	1.00000	32.85		32.85	20.46%
506004	Curado de superficie de hormigon con aditivo quimico	m2	5.00000	0.54		2.70	1.68%
Subtotal de Materiales:						153.35	95.49%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	1.20000	5.08	3.16%	
Subtotal de Mano de Obra:						5.08	3.16%

Costo Directo Total: 160.59

COSTOS INDIRECTOS

20 % 32.12

Precio Unitario Total	192.71
------------------------------------	---------------

Son: CIENTO NOVENTA Y DOS CON 71/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506055
Descrip.: Colocado de Hormigón Premezclado
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	1.10000	0.22	0.67%
Subtotal de Equipo:						0.22	0.67%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	6.00	4.23	1.10000	27.92	84.99%	
403001	Albañil (EOD2)	1.00	4.28	1.10000	4.71	14.34%	
Subtotal de Mano de Obra:						32.63	99.33%

Costo Directo Total: 32.85

COSTOS INDIRECTOS

20 % 6.57

Precio Unitario Total	39.42
------------------------------------	--------------

Son: TREINTA Y NUEVE CON 42/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506004
Descrip.: Curado de superficie de hormigon con aditivo quimico
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
110015	Bomba para curado	hora	1.00000	1.50	0.01140	0.02	3.70%
Subtotal de Equipo:						0.02	3.70%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
224007	Aditivo quimico para curado de hormigon	gl	0.03330	13.23		0.44	81.48%
Subtotal de Materiales:						0.44	81.48%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	0.00600	0.03	5.56%	
405001	Inspector de Obra (EOB3)	1.00	4.76	0.01140	0.05	9.26%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.08	14.81%

Costo Directo Total: 0.54

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.10

Precio Unitario Total	0.64
------------------------------------	-------------

Son: CERO CON 64/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 501003
Descrip.: Encofrado Recto para estructuras de hormigón no visto
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.60000	0.12	1.00%
Subtotal de Equipo:						0.12	1.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
206027	Madera contrachapada	m2	1.00000	3.92		3.92	32.56%
206028	Sistema de colocación, sujeción y fijación del encofrado	glb	1.00000	2.83		2.83	23.50%
206025	Desmoldante para encofrado	m2	1.00000	0.06		0.06	0.50%
Subtotal de Materiales:						6.81	56.56%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	0.60000	2.54	21.10%	
403002	Carpintero (EOD2)	1.00	4.28	0.60000	2.57	21.35%	
Subtotal de Mano de Obra:						5.11	42.44%

Costo Directo Total: 12.04

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.40

Precio Unitario Total	14.44
------------------------------------	--------------

Son: CATORCE CON 44/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 516001
Descrip.: Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)
Unidad: Kg

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.08000	0.02	0.92%
Subtotal de Equipo:						0.02	0.92%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
204007	Hierro Varillas (Corrugado)	Kg	1.05000	1.26		1.32	60.83%
204008	Alambre de Amarre Recocido No. 18	kg	0.10000	1.50		0.15	6.91%
Subtotal de Materiales:						1.47	67.74%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	0.08000	0.34	15.67%	
403003	Fierrero (EOD2)	1.00	4.28	0.08000	0.34	15.67%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.68	31.34%

Costo Directo Total: 2.17

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.43

Precio Unitario Total	2.60
------------------------------------	-------------

Son: DOS CON 60/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506018
Descrip.: Hormigon premezclado f"=210 kg/cm2 con bomba
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
102032	Vibrador	Hora	1.00000	1.80	1.20000	2.16	1.35%
Subtotal de Equipo:						2.16	1.35%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
260004	Hormigón premezclado f"=210, con bomba (Puesto en Obra)	m3	1.00000	96.00		96.00	59.78%
201056	Aditivo Hormigón	Lts	7.90000	2.76		21.80	13.57%
506055	Colocado de Hormigón Premezclado	m3	1.00000	32.85		32.85	20.46%
506004	Curado de superficie de hormigon con aditivo quimico	m2	5.00000	0.54		2.70	1.68%
Subtotal de Materiales:						153.35	95.49%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	1.20000	5.08	3.16%	
Subtotal de Mano de Obra:						5.08	3.16%

Costo Directo Total: 160.59

COSTOS INDIRECTOS

20 % 32.12

Precio Unitario Total	192.71
------------------------------------	---------------

Son: CIENTO NOVENTA Y DOS CON 71/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506055
Descrip.: Colocado de Hormigón Premezclado
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	1.10000	0.22	0.67%
Subtotal de Equipo:						0.22	0.67%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	6.00	4.23	1.10000	27.92	84.99%	
403001	Albañil (EOD2)	1.00	4.28	1.10000	4.71	14.34%	
Subtotal de Mano de Obra:						32.63	99.33%

Costo Directo Total: 32.85

COSTOS INDIRECTOS

20 % 6.57

Precio Unitario Total	39.42
------------------------------------	--------------

Son: TREINTA Y NUEVE CON 42/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506004
Descrip.: Curado de superficie de hormigon con aditivo quimico
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
110015	Bomba para curado	hora	1.00000	1.50	0.01140	0.02	3.70%
Subtotal de Equipo:						0.02	3.70%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
224007	Aditivo quimico para curado de hormigon	gl	0.03330	13.23		0.44	81.48%
Subtotal de Materiales:						0.44	81.48%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	0.00600	0.03	5.56%	
405001	Inspector de Obra (EOB3)	1.00	4.76	0.01140	0.05	9.26%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.08	14.81%

Costo Directo Total: 0.54

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.10

Precio Unitario Total	0.64
------------------------------------	-------------

Son: CERO CON 64/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 540013
Descrip.: Colocacion Tuberia PVC Alcant. D=110 mm
Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.05000	0.01	2.33%
Subtotal de Equipo:						0.01	2.33%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	0.05000	0.21	48.84%	
403009	Plomero (EOD2)	1.00	4.28	0.05000	0.21	48.84%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.42	97.67%

Costo Directo Total: 0.43

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.08

Precio Unitario Total	0.51
------------------------------------	-------------

Son: CERO CON 51/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 525201
Descrip.: Instalación de Letrero Informativo Tipo 1 (2.40x1.20 m)
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101006	Equipo menor (%MO)	%MO	5%MO			0.64	1.19%
Subtotal de Equipo:						0.64	1.19%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
501003	Encofrado Recto para estructuras de hormigón no visto	m2	0.48000	12.04		5.78	10.75%
506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	0.21600	150.52		32.51	60.46%
502002	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	0.18000	11.69		2.10	3.91%
Subtotal de Materiales:						40.39	75.12%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	2.00	4.23	1.00000	8.46	15.73%	
403001	Albañil (EOD2)	1.00	4.28	1.00000	4.28	7.96%	
Subtotal de Mano de Obra:						12.74	23.69%

Costo Directo Total: 53.77

COSTOS INDIRECTOS

20 % 10.75

Precio Unitario Total	64.52
------------------------------------	--------------

Son: SESENTA Y CUATRO CON 52/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506003
Descrip.: Hormigón Simple 210 Kg/cm2
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	1.20000	0.24	0.16%
102031	Concretera de un Saco	Hora	1.00000	2.30	1.20000	2.76	1.83%
102032	Vibrador	Hora	1.00000	1.80	1.20000	2.16	1.44%
110015	Bomba para curado	hora	1.00000	1.50	0.05700	0.09	0.06%
Subtotal de Equipo:						5.25	3.49%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
201002	Agua	m3	0.18000	0.41		0.07	0.05%
202005	Cemento (Puesto en obra)	saco	7.20000	7.33		52.78	35.07%
211002	Arena (Puesta en Obra)	m3	0.60000	19.00		11.40	7.57%
211003	Grava (Puesta en Obra)	m3	0.95000	16.00		15.20	10.10%
224007	Aditivo quimico para curado de hormigon	gl	0.16500	13.23		2.18	1.45%
201056	Aditivo Hormigón	Lts	8.20000	2.76		22.63	15.03%
Subtotal de Materiales:						104.26	69.27%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	6.00	4.23	1.20000	30.46	20.24%	
403001	Albañil (EOD2)	1.00	4.28	1.20000	5.14	3.41%	
403007	Op. de Equipo Liviano (EOD2)	1.00	4.28	1.20000	5.14	3.41%	
405001	Inspector de Obra (EOB3)	1.00	4.76	0.05700	0.27	0.18%	
Subtotal de Mano de Obra:						41.01	27.25%

Costo Directo Total: 150.52

COSTOS INDIRECTOS

20 % 30.10

Precio Unitario Total	180.62
------------------------------------	---------------

Son: CIENTO OCHENTA CON 62/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 502002
Descrip.: Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	1.35000	0.27	2.31%
Subtotal de Equipo:						0.27	2.31%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	2.00	4.23	1.35000	11.42	97.69%	
Subtotal de Mano de Obra:						11.42	97.69%

Costo Directo Total: 11.69

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.34

Precio Unitario Total	14.03
------------------------------------	--------------

Son: CATORCE CON 03/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 501003
Descrip.: Encofrado Recto para estructuras de hormigón no visto
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.60000	0.12	1.00%
Subtotal de Equipo:						0.12	1.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
206027	Madera contrachapada	m2	1.00000	3.92		3.92	32.56%
206028	Sistema de colocación, sujeción y fijación del encofrado	glb	1.00000	2.83		2.83	23.50%
206025	Desmoldante para encofrado	m2	1.00000	0.06		0.06	0.50%
Subtotal de Materiales:						6.81	56.56%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	0.60000	2.54	21.10%	
403002	Carpintero (EOD2)	1.00	4.28	0.60000	2.57	21.35%	
Subtotal de Mano de Obra:						5.11	42.44%

Costo Directo Total: 12.04

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.40

Precio Unitario Total	14.44
------------------------------------	--------------

Son: CATORCE CON 44/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA