



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

**UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
INGENIERÍA CIVIL**

**Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad
Cooperativa Lentag, parroquia Asunción del cantón Girón,
provincia del Azuay**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE: INGENIERO CIVIL**

Autores:

CARLOS ANDRES TENESACA PIÑA

CHRISTOPER ROBINSON GUERRERO IÑIGUEZ

Director:

ING. JOSUÉ BERNARDO LARRIVA VÁSQUEZ

CUENCA-ECUADOR

2026

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado primeramente a Dios, porque sin Él no hubiera podido alcanzar este logro. Él me ha dado la inteligencia, la sabiduría y la fortaleza para seguir adelante a pesar de las dificultades.

También se lo dedico con todo mi corazón a mis padres, **Elsa Piña y Juan Tenesaca**, gracias porque siempre han confiado en mí; sin su apoyo, sus consejos y su ejemplo a seguir no habría llegado hasta aquí. Gracias por enseñarme a ser una persona de bien, por recordarme que cada momento es valioso y que nunca debo rendirme, que con trabajo y esfuerzo los sueños sí se pueden cumplir.

Extiendo esta dedicatoria a mis hermanos **Danny Robles y Marina Robles**, quienes han sido un pilar fundamental en este largo camino que ya está por concluir. Les agradezco por no dejarme solo nunca y por estar siempre a mi lado apoyándome.

Carlos Andrés Tenesaca Piña

Primeramente, quiero dedicar este proyecto de graduación a Dios, por ser mi guía durante este camino. A mi madre **Gloria Iñiguez** por ser la base de todo lo que soy, por creer en mí cuando dudé y brindarme la fuerza para continuar. A mi padre **Ernesto Guerrero** por sus sacrificios y enseñanzas que me guiaron en los momentos más difíciles y me sirvieron para convertirme en lo que soy ahora y que desde hoy en adelante podrán decir que son los padres del Ingeniero. A mis hermanos por ser un pilar fundamental en este camino, por su apoyo constante, palabras de ánimo y alegría que me brindan día a día.

A mi enamorada por ser una parte esencial en este proceso, por su amor, de igual manera dedicándome su tiempo y apoyándome cada día para no rendirme, impulsándome a ser mejor a cada momento. A mis familiares que con su respaldo y apoyo lograron brindarme un impulso para lograr mi sueño. Y a mis amigos, quienes estuvieron presentes a lo largo de este camino acompañándome y celebrando cada logro a mi lado.

Christoper Robinson Guerrero Iñiguez

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por brindarnos la oportunidad de vivir esta experiencia, así como las fuerzas y la sabiduría necesarias para avanzar en este proyecto. Expresamos nuestro sincero agradecimiento a nuestros padres por su apoyo incondicional a lo largo de nuestro camino universitario, por sus consejos, motivación y confianza.

Extendemos también nuestro agradecimiento a nuestro director de tesis, Ing. Josué Larriva, por compartir con nosotros sus conocimientos y orientarnos diariamente durante la elaboración de este proyecto.

Finalmente, agradecemos a nuestros amigos por su cariño, compañía y aprecio durante toda nuestra trayectoria universitaria.

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA
COMUNIDAD COOPERATIVA LENTAG, PARROQUIA ASUNCIÓN DEL
CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DEL AZUAY**

RESUMEN

El trabajo desarrolla el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad Cooperativa Lentag, ubicada en la parroquia Asunción del cantón Girón, donde la cobertura de infraestructura para el manejo de aguas residuales es escasa y los pozos sépticos existentes y descargas directamente al río provocan contaminación afectando a la salud de los habitantes de esa zona. Para el desarrollo del trabajo se desarrolló el levantamiento de información topográfica, ubicación de viviendas, proyección de la población futura y estimación de caudales sanitarios para el diseño de la red de alcantarillado, el mismo que cumple con las normas nacionales para el diseño. En la solución planteada se incluyó el diseño de un tramo de interconexión al sistema existente de la parroquia la Asunción el mismo que cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, actualmente en funcionamiento.

Palabras clave: Alcantarillado, Aguas residuales, Diseño hidráulico, Infraestructura, Saneamiento ambiental.

**DESIGN OF THE SANITARY SEWER SYSTEM FOR THE COOPERATIVE
LENTAG COMMUNITY, ASUNCIÓN PARISH, GIRÓN CANTON, AZUAY
PROVINCE**

ABSTRACT

This project develops the design of a sanitary sewer system for the Lentag Cooperative community, located in the Asunción parish of the Girón canton. Wastewater management infrastructure coverage is limited in this area, and existing septic tanks and direct discharges into the river cause pollution, negatively impacting the health of local residents. The project involved surveying topographic data, locating houses, projecting future population growth, and estimating wastewater flow rates to design the sewer network, which complies with national design standards. The proposed solution includes the design of an interconnection section to the existing system in the Asunción parish, which has a currently operational wastewater treatment plant.

Keywords: Sewer system, Wastewater, Hydraulic design, Infrastructure, Environmental sanitation.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES	2
JUSTIFICACIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos.....	3
Metodología.....	4
CAPÍTULO 1	5
RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	5
1.1 Descripción general de la zona	5
1.2 Ubicación geográfica.	6
1.3 Área de diseño.....	7
1.3.1 Vías de acceso.....	9
CAPÍTULO II.....	10
PARÁMETRO DE DISEÑO	10
2.1 Parámetro de diseño.....	10
2.1.2 Sistemas de alcantarillados	10
2.1.3 Periodo de diseño	11
2.1.4 Población de diseño	11
2.1.5 Población futura	12
2.1.6 Áreas de aporte	15
2.1.7 Densidad poblacional	15
2.2 Dotación.....	15
2.2.1 Conexiones domiciliarias y Diámetros de tuberías.....	17
2.2.2 Tipos de tubería	17
2.2.3 Pozos de revisión.....	18
2.2.4 Profundidades	19

2.2.5	Velocidades	20
2.2.6	Pendiente mínima	20
2.3	Caudales de diseño	20
2.3.1	Caudales de aguas residuales	21
2.3.1.1	Caudal medio diario	21
2.3.1.2	Factor de mayoración	22
2.3.1.3	Coefficiente de retorno	22
2.3.2	Caudales de aguas ilícitas o conexiones erróneas	23
2.3.3	Caudal de aguas por infiltración	23
2.4	Presiones y especificaciones de la red	24
2.4.1	Flujo en tubería a sección llena	24
2.4.2	Flujo en tuberías a sección parcialmente llena	26
2.4.3	Datos utilizados para el diseño del sistema de alcantarillado	32
2.4.4	Ubicación de los pozos de revisión	33
CAPITULO III		36
DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO		36
3.1	Diseño de la red de alcantarillado sanitario	36
3.1.1	Diseño Hidráulico	36
3.1.2	Levantamiento del terreno con RTK	37
3.1.3	Cálculo del caudal de diseño	46
3.2	Trazado de la red y pozos de revisión	49
3.2.1	Trazado de red	49
3.2.2	Pozos de revisión	54
3.2.2.1	Cálculo pozos de revisión red principal y secundaria	55
4.	Planos del diseño de alcantarillado	60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		71
BIBLIOGRAFÍA		73
ANEXOS		75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Coordenadas de referencia WGS84	6
Tabla 2 Métodos para el cálculo de la población futura	12
Tabla 3 Método geométrico.....	12
Tabla 4 Crecimiento poblacional.....	13
Tabla 5 Datos iniciales para establecer Población futura	13
Tabla 6 Población de diseño de 20 años por el método geométrico	14
Tabla 7 Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos	16
Tabla 8 Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio	16
Tabla 9 Diámetros recomendados de pozos de revisión.....	19
Tabla 10 Distancias máximas entre pozos de revisión	19
Tabla 11 Porcentaje de fugas a considerarse en el diseño.....	22
Tabla 12 Grado de Complejidad del sistema.....	22
Tabla 13 Coeficiente de retorno de aguas residuales domésticas.....	23
Tabla 14 Relaciones hidráulicas.....	28
Tabla 15 Coeficiente n de Manning	32
Tabla 16 Datos de diseño	32
Tabla 17 Coordenadas Red principal.....	33
Tabla 18 Coordenadas Red secundaria.....	34
Tabla 19 Parámetros y criterios de diseño.....	36
Tabla 20 Coordenadas del levantamiento topográfico	39
Tabla 21 Caudal diseño Red principal.....	47
Tabla 22 Caudal de diseño Red Secundaria	48
Tabla 23 Longitud de cada tramo de la tubería principal.....	49
Tabla 24 Longitud de cada tramo de la tubería secundaria.....	52
Tabla 25 Cálculo pozos de revisión red principal	55
Tabla 26 Cálculos pozos de revisión red secundaria	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figure 1 Mapa de división cantonal de la provincia del Azuay-Girón	5
Figure 2 Mapa de ubicación geográfica Cooperativa Lentag	6
Figure 3 Mapa Climático	7
Figure 4 Mapa de Pendientes	8
Figure 5 Mapa de ubicación geográfica Cooperativa Lentag	8
Figure 6 Mapa vía de acceso a Cooperativa Lentag.....	9
Figure 7 Canal de sección circular parcialmente lleno.	26
Figure 8 Grafica de las relaciones hidráulicas para secciones circulares parcialmente llenas.	28
Figure 9 Levantamiento.....	37
Figure 10 Levantamiento.....	38
Figure 11 Levantamiento.	38
Figure 12 Red de alcantarillado principal.....	51
Figure 13 Red de alcantarillado secundarias.....	53
Figure 14 Pozos de revisión	54
Figure 15 Trazado de tubería y pozos de revisión.....	60
Figure 16 Puntos de topografía.....	61
Figure 17 Perfil red secundaria 1,2.....	62
Figure 18 Perfil red secundaria 3	63
Figure 19 Perfil red secundaria 4,5.....	64
Figure 20 Perfil red secundaria 6,7.....	65
Figure 21 Perfil red secundaria 8	66
Figure 22 Perfil red principal 1,2	67
Figure 23 Perfil red principal 3,4	68
Figure 24 Perfil red principal 5,6	69
Figure 25 Perfil red principal 7,8	70

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1 Población futura de la comunidad de Cooperativa Lentag	14
Ilustración 2 Interacción con habitantes de la zona para la recopilación de información	75
Ilustración 3 Inspección de campo en la comunidad Cooperativa Lentag	75
Ilustración 4 Reconocimiento del área de estudio para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario	76
Ilustración 5 Uso de equipo topográfico para la obtención de información del terreno	76
Ilustración 6 Levantamiento topográfico del área de estudio	77
Ilustración 7 Toma de datos topográficos 1	77
Ilustración 8 Toma de datos topográficos 2	78
Ilustración 9 Toma de datos topográficos 3	78
Ilustración 10 Toma de datos topográficos 4.....	79
Ilustración 11 Toma de datos topográficos 5	79
Ilustración 12 Toma de datos topográficos 6.....	80
Ilustración 13 Ubicación de pozo sanitario existente en el área de estudio.....	80
Ilustración 14 Identificación de pozo existente para la descarga del sistema proyectado	81
Ilustración 15 Puntos de referencia del levantamiento	81

Christoper Robinson Guerrero Iñiguez

Carlos Andres Tenesaca Piña

Taller de graduación

Ing. Josué Bernardo Larriva Vásquez, Mst.

MAYO 2026

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA
COMUNIDAD COOPERATIVA LENTAG, PARROQUIA ASUNCIÓN DEL
CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DEL AZUAY**

INTRODUCCIÓN

El sistema de alcantarillado constituye un elemento fundamental para el desarrollo saludable y sostenible de cualquier comunidad. Un sistema de alcantarillado sanitario permite recolectar y conducir las aguas residuales domésticas hacia un punto de tratamiento adecuado, evitando su descarga directa al ambiente y reduciendo los riesgos de contaminación del suelo y de las fuentes de agua.

La comunidad de la Cooperativa Lentag, perteneciente al cantón Girón, en la parroquia Asunción, enfrenta actualmente una escasez de infraestructura sanitaria. Debido a esta carencia, los habitantes han recurrido a soluciones improvisadas como fosas sépticas o vertidos a cielo abierto, prácticas que generan impactos negativos en el entorno natural, degradación del suelo y condiciones que favorecen la aparición de enfermedades de origen hídrico.

Ante esta problemática, las autoridades locales han identificado la necesidad de implementar un sistema de alcantarillado eficiente que permita mejorar las condiciones de salubridad y proteger los ecosistemas circundantes. Con el objetivo de garantizar una mejor calidad de vida, prevenir riesgos sanitarios y asegurar un manejo adecuado de las aguas residuales, se han impulsado estudios técnicos orientados al diseño de un sistema integral de alcantarillado y una planta de tratamiento acorde a las características y necesidades de la comunidad de la Cooperativa Lentag.

ANTECEDENTES

El cantón Girón, perteneciente a la provincia del Azuay cuenta con tres parroquias: Girón, San Gerardo y La Asunción; esta última se encuentra ubicada en la parte sur oeste de la ciudad de Girón. La parroquia La Asunción está conformada por 15 comunidades en las que, de acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial vigente del cantón Girón, la cobertura de alcantarillado no abarca más del 15% del total de las viviendas de la parroquia y las que cuentan con alcantarillado tienen un sistema de tratamiento deficiente o simplemente no cuentan con él; esto denota la problemática en cuanto a las necesidades básicas insatisfechas en la ruralidad, de manera específica en el ámbito de saneamiento, que forma parte de uno de los factores que influyen en los niveles de pobreza de dichos sectores (Girón G. A., 2014).

Dentro de los sistemas de evacuación de excretas utilizados en la parroquia La Asunción se encuentran, en orden de mayor uso: pozos sépticos, pozos ciegos, descargas directas a ríos o quebradas y letrinas; además, existen sectores que no cuentan con ningún sistema de saneamiento. Esta situación evidencia la carencia de un sistema de alcantarillado sanitario en las comunidades pertenecientes a la parroquia, lo que genera contaminación de ríos, fuentes hídricas y vertientes naturales presentes en la zona. Como consecuencia, se ve afectada la calidad y disponibilidad del agua, repercutiendo directamente en la calidad de vida de la población, especialmente en los grupos vulnerables y de atención prioritaria.

La red de alcantarillado sanitario propuesta ha sido diseñada considerando la evacuación final de las aguas residuales hacia una planta de tratamiento existente ubicada en las cercanías de la zona de intervención. Esta infraestructura cumple un rol fundamental dentro del sistema, ya que permite el tratamiento adecuado de los efluentes recolectados antes de su descarga al medio ambiente. La conexión del sistema proyectado con la planta existente optimiza los recursos disponibles, evitando la necesidad de construir nuevas instalaciones de tratamiento y garantizando la continuidad del servicio de saneamiento. Asimismo, se ha verificado que la capacidad operativa de la planta es suficiente para recibir el caudal adicional generado por la comunidad de la Cooperativa Lentag, asegurando su correcto funcionamiento y cumplimiento de las normativas ambientales vigentes

JUSTIFICACIÓN

De ahí la necesidad de que se realice el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas servidas con miras a su ejecución e implementación en las comunidades pertenecientes a la parroquia La Asunción ya que carecen de un sistema óptimo de evacuación de aguas residuales puesto que han optado por la utilización de otros mecanismos como por ejemplo el pozo séptico que como ya se mencionó, es uno de los sistemas de evacuación de excretas más usado en La Asunción y que con el paso del tiempo se llenan y es necesario que se los vacíe para evitar que el agua contaminada se filtre, contamine el suelo y cauces naturales de agua y que a su vez provoque graves enfermedades a la población debido a las altas concentraciones de compuestos químicos orgánicos e inorgánicos que poseen las aguas servidas.

Por los motivos descritos anteriormente, este trabajo de titulación tiene el objetivo de realizar el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario que abarcará en la comunidad Cooperativa Lentag de la parroquia La Asunción en una extensión de aproximadamente 2 km por donde se llevará a cabo un levantamiento topográfico con el fin de obtener datos reales de la zona de estudio para posteriormente, con ayuda de herramientas de análisis de datos y de dibujo digital hacer posible el diseño detallado del sistema que busca ayudar a satisfacer las necesidades de la comunidad cuya población asciende a unas 50 familias y por consiguiente, a mejorar la calidad de vida en las localidades del área rural del cantón Girón.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Diseñar un sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad Cooperativa Lentag, de la parroquia Asunción, en el cantón Girón, provincia del Azuay, que garantice la recolección, conducción adecuada de las aguas residuales.

Objetivos específicos

- Recoger la información técnica requerida en el desarrollo del proyecto.
- Diseñar la red de alcantarillado sanitario para la comunidad de Lentag, de la parroquia Asunción, en el cantón Girón.
- Elaborar un presupuesto referencial del proyecto con su respectivo y especificaciones técnicas.

Metodología

El diseño de la red de alcantarillado sanitario implica una serie de actividades y procedimientos que servirán como base para elaborar una propuesta eficiente y adecuada a las necesidades de la comunidad en la que se pretende implementar el proyecto. A continuación, se describe la metodología que se seguirá para llevar a cabo este trabajo:

1. El proceso dará inicio con una inspección detallada del área de estudio y del sector donde se plantea el diseño. Asimismo, se llevará a cabo una investigación de los distintos componentes que influyen en el entorno, incluyendo aspectos ambientales, socioculturales, de movilidad, energía, conectividad y económicos. Esto permitirá identificar factores específicos del lugar, tales como el clima, las características del suelo, la vialidad y la demografía.
2. En esta fase también se ejecutará un levantamiento topográfico con el objetivo de recolectar datos fundamentales para el diseño, tales como elevaciones, distancias, áreas y pendientes del terreno. La información recopilada será clave para establecer los parámetros y criterios técnicos del diseño, como la dotación de agua, caudales de diseño, presiones y las especificaciones necesarias para la red de alcantarillado.
3. Posteriormente, se procederá con el diseño y la elaboración de los planos del sistema de alcantarillado sanitario, utilizando herramientas digitales como Civil 3D y Excel. Estas plataformas permitirán realizar el trazado de la red, así como los cálculos hidráulicos correspondientes, con el fin de definir un sistema que responda adecuadamente a las necesidades de la comunidad.

de Lentag, pichanillas y el centro parroquial, estas comunidades están distribuidas en zonas montañosas (Girón G. A., s.f.).

Cooperativa Lentag, es una comunidad rural que forma parte integral de la parroquia Asunción y donde se proyecta la implementación del sistema de alcantarillado sanitario.

1.2 Ubicación geográfica.

La comunidad de Cooperativa Lentag se encuentra ubicada al sur de la cabecera parroquial Asunción, perteneciente al cantón Girón, provincia del Azuay, a una distancia aproximada de 3 a 4 kilómetros como se muestra en la Figura 2; cuyas coordenadas de referencia en el sistema WGS 84 se detallan a en la Tabla 1.1 (Mapcarta, s.f.):

Tabla 1.1 Coordenadas de referencia WGS84

COORDENADAS U.T.M. WGS 84	VALOR
Latitud	-3.2501.73
Longitud	-79.237161
Altura	1556 msnm
Temperatura media	15 – 17 °C
OBSERVACIONES	Sector rural – Zona Agrícola

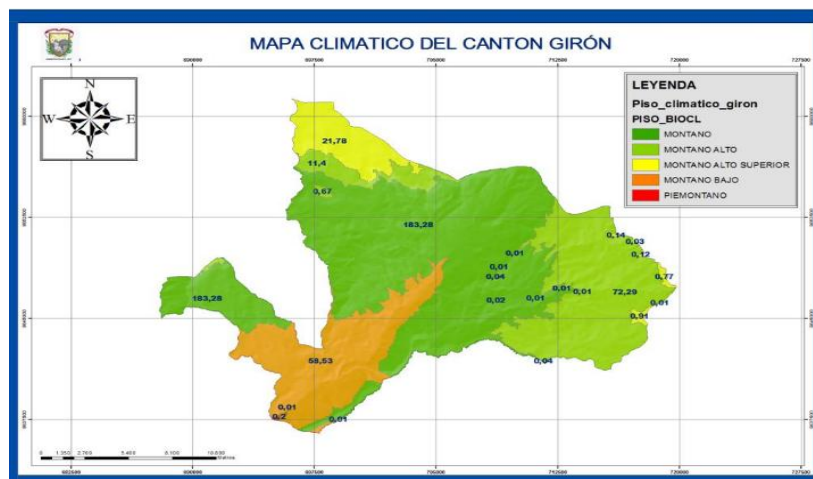
Figure 2 Mapa de ubicación geográfica Cooperativa Lentag



Fuente: (GOOGLE EARTH,2025)

Su clima es ecuatorial mesotérmico semihúmedo y húmedo, con lluvias que fluctúan entre los 500 y 2000 mm anuales, y temperatura media anual de 12 a 20 °C, que se lo encuentra en la cabecera cantonal. El ecuatorial Frío de Alta Montaña ubicado entre los 3000 metros de altura, con una temperatura media de 8 °C, con variaciones de precipitaciones de 500 a 2000 mm. El Tropical Mega térmico muy Húmedo que corresponde a las vertientes exteriores de las dos cordilleras, entre los 1000 y 2000 mts. de altura, la humedad relativa es alta dependiendo de la altura. Su clima es variado desde el tropical en las zonas bajas hasta el frío en los páramos, así en las cercanías del Nudo de Portete – Tinajillas, hay valles subtropicales con 21 °C de temperatura y 500 mm. de precipitación como es el caso de **la Parroquia Asunción** y páramos con 8 °C y 2000 mm de precipitaciones sobre los cerros: Sombrerera, Huagrín, etc. Existen dos estaciones bien marcadas el invierno de enero a mayo y el verano de junio a diciembre como se observa en la figura 3 (Municipio de Girón, s.f.).

Figure 3 Mapa Climático



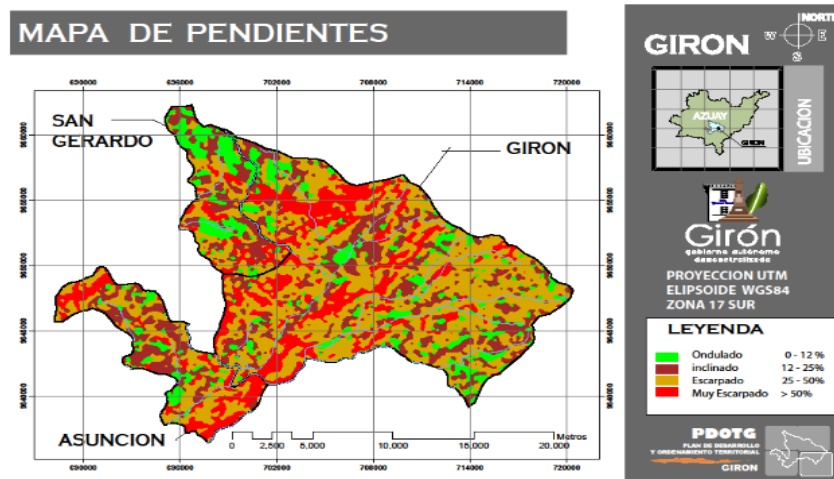
Fuente: (SENPLADES,2015)

1.3 Área de diseño.

El área seleccionada para la implementación del sistema de alcantarillado sanitario corresponde a una zona rural habitada de la comunidad, la dimensión de este proyecto es aproximadamente 2 km donde se concentran las viviendas y áreas comunales.

Esta área presenta pendientes ya que es uno de los parámetros que al ser complementados con otros factores como: suelo, precipitación, temperatura altitud, disponibilidad de agua, nos permite saber con precisión el verdadero uso del suelo o lo que se conoce como uso potencial de los suelos como se observa en la figura 4. (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Girón, 2015).

Figure 4 Mapa de Pendientes



Fuente: (SENPLADES,2015)

Debido a la ausencia de una red sanitaria formal, las aguas residuales domésticas son actualmente descargadas en fosas sépticas artesanales o en sistemas improvisados, lo que genera riesgos de contaminación del suelo y afectaciones ambientales. El proyecto abarca unos caminos principales donde se concentra gran parte de la población.

A causa de que se tiene una topografía ligeramente irregular que permite el diseño de colectores por gravedad, facilitando así el transporte adecuado de las aguas residuales hacia la planta de tratamiento ya existente. La zona está conformada principalmente por viviendas unifamiliares dispersas, caminos vecinales y terrenos destinados a actividades agrícolas como se ve en la figura 5.

Figure 5 Mapa de ubicación geográfica Cooperativa Lentag



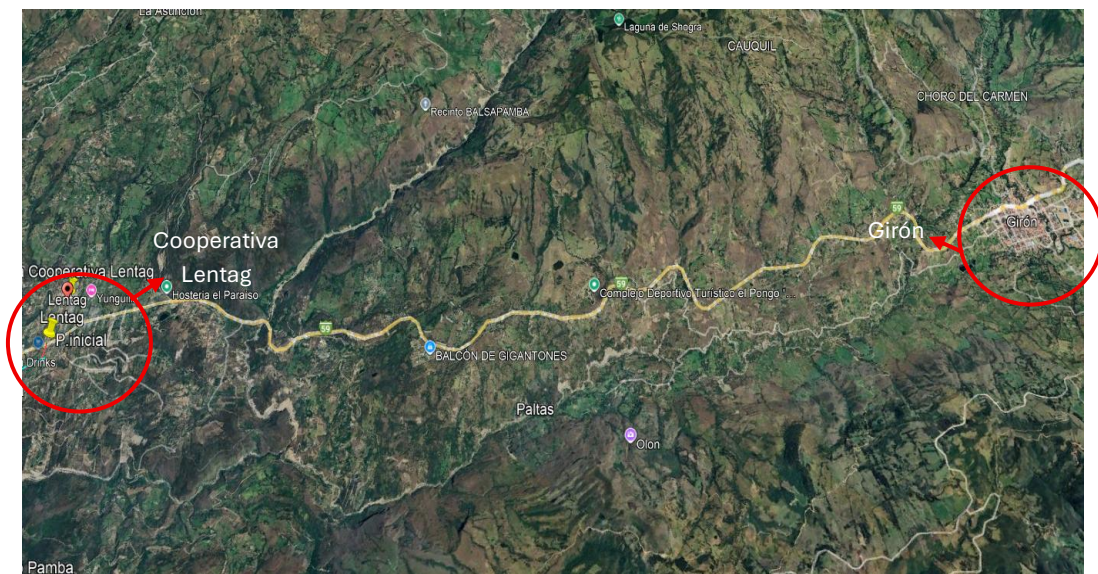
Fuente: (GOOGLE EARTH,2025)

1.3.1 Vías de acceso

Para poder llegar al lugar donde se va a llevar a cabo el estudio solo existe 1 vía de acceso: En la figura 6 vía de acceso a la comunidad de Cooperativa Lentag es de 17 Km desde el cantón Girón hasta la comunidad de Lentag, hay un tiempo aproximado de 24 minutos, la vía es de capa asfáltica y se llama vía Girón, Pasaje.

Estas vías permiten la instalación de tuberías, pozos de revisión y estructuras complementarias necesarias para asegurar un funcionamiento eficiente del sistema. El diseño considera el crecimiento poblacional futuro y la disponibilidad del espacio para la colocación de los colectores sin afectar las actividades productivas de la comunidad.

Figure 6 Mapa vía de acceso a Cooperativa Lentag



Fuente: (GOOGLE EARTH,2025)

CAPÍTULO II

PARÁMETRO DE DISEÑO

2.1 Parámetro de diseño

Para el correcto dimensionamiento de la red de alcantarillado sanitario, nos basaremos en especificaciones técnicas de la empresa "ETAPA EP", norma INEN y la norma de la secretaria del agua (CO 10.7-602), para su respectivo diseño, la cual nos ayuda con normas técnicas para el sistema.

2.1.2 Sistemas de alcantarillados

El sistema de alcantarillado consiste en una red de tuberías que recolecta y conduce los residuos de los desechos originados principalmente por las diversas actividades que el ser humano realiza. El tipo de agua negra es principalmente, tanto de origen doméstico (derivadas de viviendas, oficinas, comercios, centros de entretenimiento, etcétera) como de origen industrial (aguas que en su mayoría contiene residuos inorgánicos y es generada de aquellas instalaciones que están relacionadas a procesos de manipulación, producción y transformación de recursos naturales y bienes) (Hernández Zapata, Jarramillo Albites, Huertas Mendosa, & Huarapita, 2018).

Un sistema de alcantarilla es el que ayuda a llevar o conducir las aguas negras, hacia un punto de descarga, en donde van a ser tratadas para su proceso de desinfección por medios físico, químicos y biológicos que van a ser controlada por un personal autorizado.

En nuestro país existe 4 tipos de alcantarillado:

- **Alcantarillado sanitario:** Se encarga exclusivamente de transportar aguas residuales, como las que provienen de viviendas, industrias o comercios. Su principal característica es que no transporta aguas lluvias y suele estar presente en zonas urbanas donde existe una red de tratamiento (Zamora, s.f.).
- **Alcantarillado pluvial:** Tiene como función evacuar únicamente el agua de lluvia que cae sobre calles y techos. Su característica principal es que ayuda a prevenir inundaciones, especialmente en ciudades con alta pluviosidad como Guayaquil o Esmeraldas (Zamora, s.f.).
- **Alcantarillado combinado:** Recolecta aguas residuales y aguas lluvias en la misma red. Una característica importante es que, aunque reduce costos de construcción, puede

generar desbordamientos y contaminación durante lluvias fuertes, por lo que está en desuso en nuevos proyectos (Zamora, s.f.).

- **Alcantarillado simplificado:** Es una solución de bajo costo utilizada en comunidades rurales o barrios de bajos ingresos. Su característica principal es que varias viviendas comparten un ramal común, lo que reduce la profundidad y el diámetro de las tuberías y facilitan su instalación (Zamora, s.f.).

En este caso siendo unas de las prioridades para el diseño correspondiente de alcantarillado en la comunidad de Cooperativa Lentag, parroquia Asunción, cantón Girón sea de tipo sanitario porque en esa zona no disponen de este tipo de infraestructura y por eso usan pozos sépticos.

Este sistema no puede recolectar agua lluvia porque afectan el diseño de alcantarillado ya que estas solo recolectan aguas residuales y si reciben este tipo de agua puede saturar el sistema de alcantarillado provocando colapso de tuberías, también afectando al funcionamiento de la planta receptora de esta agua.

2.1.3 Periodo de diseño

Es un tiempo determinado que funcionara de forma adecuada para satisfacer las necesidades de la población beneficiada.

Diseñar un alcantarillado sanitario se debe tener en cuenta que va existir un crecimiento poblacional. En donde los sistemas van a ser diseñados en base a un periodo de vida útil para el cual se proyecta que una estructura funcione de manera segura y eficiente.

Según los parámetros de la Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural, quinta parte numeral 4.1 para sistemas de agua potable o disposición de excretas, se recomienda un periodo de 20 años (SENAGUA, 2010)

2.1.4 Población de diseño

La junta directiva de la comunidad de Cooperativa Lentag, nos proporcionaron ayuda con la población estimada en función de cada casa y terreno en el sector, obteniendo con precisión a la población beneficiaria en la zona de intervención del proyecto.

Se podrá adoptar un período de diseño diferente en casos justificados, sin embargo, en ningún caso la población futura será mayor que 1.25 veces la población presente (Secretaría del Agua, 2005).

2.1.5 Población futura

En este punto para obtener la población futura tenemos que saber que la población aumenta con el pasar de los años, en donde la población beneficiada será determinada en función de la población actual, estos valores encontraremos con ayuda del Gad municipal de Girón y censos para poder encontrar los valores correctos de la tasa de expansión de la población.

Para el cálculo de la población futura se debe considerar tres métodos de proyecciones de crecimiento poblacional: proyección aritmética, geométrica, exponencial, esto permitirá realizar comparaciones para tener un mejor criterio en el diseño (Orellana A & Barreto M, 2022).

Para la vida útil del diseño, tendremos 3 métodos para el cálculo correcto de la población futura que se muestran en la Tabla 2 con sus respectivas formulas:

Tabla 2 Métodos para el cálculo de la población futura

Método	Fórmulas
Método Geométrico	$Pf=Pa*(1+r)^n$
Método Aritmético	$Pf=Pa*(1+r*n)$
Método Exponencial	$Pf=Pa*e^{(r*n)}$

Fuente: NORMA-CO-10.7-602

En función de las características de cada comunidad, se determinará la población flotante y la influencia de esta en el sistema a diseñarse (Secretaría del Agua, 2005).

Para el cálculo de la población futura, se empleará el método geométrico como se ve en la Tabla 3, debido a que permite representar de manera más realista el crecimiento poblacional en comunidades donde el incremento de habitantes no es constante, sino proporcional al tamaño de la población existente.

Tabla 3 Método geométrico

Método	Fórmulas
Método Geométrico	$Pf=Pa*(1+r)^2$

Fuente: NORMA-CO-10.7-602

En donde:**Pf:** Población futura “Habitantes”**Pa:** Población actual “Habitantes”**r:** Tasa de crecimiento geométrico de la población expresada como fracción decimal.**n:** Período de diseño “años”

La norma nos indica que para el aumento de la población se va a tener los datos de censos y recuentos sanitarios, en caso de que no dispongamos los datos necesarios, existirá la posibilidad de implementar los índices de crecimiento geométrico que se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4 Crecimiento poblacional

TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL		
REGION GEOGRAFICA		r(%)
Sierra		1
Costa, Oriente y Galápagos		1,5

Fuente: NORMA-CO-10.7-602

Los datos a utilizar para el diseño del proyecto van a ser los siguientes que se encuentran en la Tabla 5.

Tabla 5 Datos iniciales para establecer Población futura

	UNIDAD	Valor
Año inicial	Año	2026
Población actual(Pa)	Hab	200
<u>Periodo de proyección(n)</u>	Años	20
Tasa crecimiento poblacional(r%)	Sierra	1

Fuente: Autores

Utilizando el método de geométrico para el cálculo correcto de la población futura, nuestro periodo de proyección para el aumento de habitantes, una tasa de crecimiento poblacional y

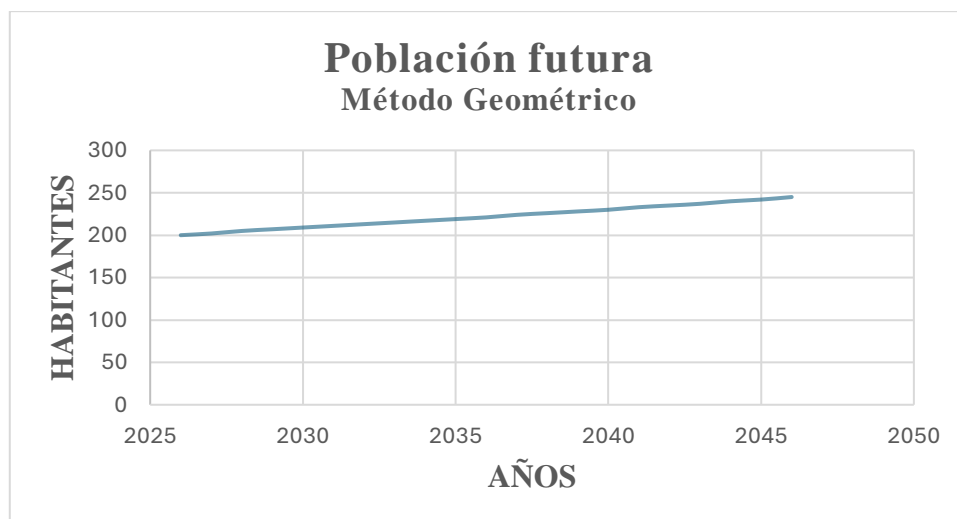
Población actual que se muestra en la Tabla 5, el cálculo correspondiente con el método y parámetros de diseño se indica en la Tabla 6.

Tabla 6 Población de diseño de 20 años por el método geométrico

t	Años	Método Geométrico (Hab)
0	2026	200
1	2027	202
2	2028	205
3	2029	207
4	2030	209
5	2031	211
6	2032	213
7	2033	215
8	2034	217
9	2035	219
10	2036	221
11	2037	224
12	2038	226
13	2039	228
14	2040	230
15	2041	233
16	2042	235
17	2043	237
18	2044	240
19	2045	242
20	2046	245

Fuente: Autores

Ilustración 1 Población futura de la comunidad de Cooperativa Lentag



Fuente: Autores

2.1.6 Áreas de aporte

El área de aporte es muy importante para un diseño de alcantarillado sanitario ya que nos ayuda a definir los tramos de superficie de terreno que van atraer aguas residuales que serán conectadas y llevadas por gravedad o conducción así ayudándonos a saber cuánto generación de caudal va a llegar a la red de alcantarillado sanitario.

2.1.7 Densidad poblacional

Se asigna a la comunidad del proyecto en donde se define que la población total que ocupa un espacio se divide para el área considerada, como se visualiza en esta fórmula.

$$D = \frac{Pf}{A}$$

En donde:

D: Densidad poblacional (Hab/Ha)

Pf: Población total que ocupa un espacio (Habitantes)

A: área considerada (Ha)

2.2 Dotación

Es el consumo de volumen de agua potable que se requiere para satisfacer las necesidades de una persona en un periodo determinado, es muy importante tener en cuenta este punto, ya que nos ayuda a saber cómo podremos cubrir todas las necesidades de los grupos familiares, por lo que es un parámetro de diseño muy importante.

Se estableció que la dotación está definida por la norma NORMA-CO-10.7-602, la cual nos ayudará a encontrar los valores correctos para la dotación de agua, nos basaremos en la Tabla 7 y Tabla 8 que será definido por los distintos niveles de servicio.

Tabla 7 Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP	Sistema individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario
	EE	
la	AP	Grifos Públicos
	EE	Letrinas sin arrastre de agua
lb	AP	Grifos Públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño
	EE	Letrinas sin arrastre de agua
lla	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa
	EE	Letrinas con o sin arrastre de agua
llb	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa
	ERL	Sistema de alcantarillado sanitario
Simbología utilizada : AP: Agua potable EE: Eliminación de excretas Eliminación de residuos líquidos		

Fuente: NORMA-CO-10.7-602

Tabla 8 Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRIO (l/hab*día)	CLIMA CALIDO (l/hab*día)
la	25	30
lb	50	65
lla	60	85
llb	75	100

Fuente: NORMA-CO-10.7-602

Para la comunidad de Cooperativa Lentag el nivel de servicio elegido es **llb**, **AP** conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa y su **ERL** va a ser por un sistema de alcantarillado.

Considerando que el área donde se va a realizar el estudio está ubicada en una zona baja de clima cálido, se consideró una dotación en relación de las condiciones ambientales y de acuerdo al consumo de cada grupo de personas va a ser de 75 l/Hab*día.

2.2.1 Conexiones domiciliarias y Diámetros de tuberías

La conexión de las descargas domiciliarias en los colectores se hará: mediante una pieza especial que garantice la estanqueidad de la conexión, así como el flujo expedito dentro de la alcantarilla; o a través de ramales laterales. Estos ramales se instalarán en las aceras y recibirán todas las descargas domiciliarias que encuentren a su paso, los ramales laterales descargarán en un pozo de revisión del colector. La conexión de las descargas domiciliarias con los ramales laterales se la hará a través de las cajas domiciliarias o de piezas especiales que permitan las acciones de mantenimiento. Los ramales laterales tienen que tener un diámetro de 0,15m (Secretaría del Agua, 2005).

Las conexiones domiciliarias en alcantarillado tendrán un diámetro mínimo de 0,1 m para sistemas sanitarios y 0,15 m para sistemas pluviales y una pendiente mínima de 1% (Secretaría del Agua, 2005).

El diámetro mínimo que deberá usarse en sistemas de alcantarillado será 0,2 m para alcantarillado sanitario y 0,25 m para alcantarillado pluvial (Secretaría del Agua, 2005).

2.2.2 Tipos de tubería

Existen varios tipos de tuberías que pueden ser utilizadas en un alcantarillado sanitario, cuya característica fundamental al momento del diseño es el material que las compone, ya que para su selección hay que tomar en cuenta características como resistencia estructural, instalación, capacidad de conducción, facilidad de mantenimiento, el costo debe ser el más accesible, características del agua y suelo, etc. Se puede encontrar tuberías de fibrocemento, acero, hormigón, poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), poli cloruro de vinilo (PVC), polietileno de alta densidad, pero en nuestro medio las más utilizadas son de hormigón y PVC.

Tubería de hormigón: Las tuberías de hormigón poseen alta resistencia mecánica y son menos costosas en el mercado, tienen una vida útil de 10 años y se encuentran con altos niveles de infiltración, pueden deteriorarse por aceites, sulfatos y el paso de las aguas residuales. Ejecutar

una obra con este tipo de tuberías es muy complicado al momento de la instalación, a más de ello la mano de obra incide mucho en el costo.

Tubería de PVC: Las tuberías de PVC se fabrican a partir de resinas de PVC, estabilizantes, lubricantes y colorantes, debiendo estar exentas de plastificantes y cargas, los diámetros nominales coinciden aproximadamente con los diámetros exteriores. Comercialmente las tuberías se suministran en longitudes de 5 m, para los diámetros de 16 a 63 mm t en longitudes de 6 m, para diámetros de 75 mm en adelante (Cañadas, 1993). Son tuberías ligeras con una vida útil de 50 años, son de fácil instalación y tienen gran resistencia a la corrosión, su costo es más alto al compararlo con las tuberías de hormigón, pero posee características que hacen que el costo sea un parámetro secundario.

En el presente proyecto, correspondiente al sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad de la Cooperativa Lentag, ubicada en la parroquia La Asunción del cantón Girón, se ha previsto la utilización de tuberías de PVC, debido a que este material facilita los procesos de instalación y construcción del diseño propuesto. Asimismo, este tipo de tubería presenta una alta resistencia a la corrosión, lo que garantiza una mayor durabilidad y vida útil del sistema. De igual manera, su bajo peso permite una manipulación más sencilla en obra, reduciendo costos de transporte y mano de obra.

2.2.3 Pozos de revisión

En sistemas de alcantarillado, los pozos de revisión se colocarán en todos los cambios de pendientes, cambios de dirección, exceptuando el caso de alcantarillas curvas, y en las confluencias de los colectores. La máxima distancia entre pozos de revisión será de 100 m para diámetros menores de 350 mm; 150 m para diámetros comprendidos entre 400 mm y 800 mm; y, 200 m para diámetros mayores que 800 mm. Para todos los diámetros de colectores, los pozos podrán colocarse a distancias mayores, dependiendo de las características topográficas y urbanísticas del proyecto, considerando siempre que la longitud máxima de separación entre los pozos no deberá exceder a la permitida por los equipos de limpieza (INEN, 1992).

La abertura superior del pozo será como mínimo 0,6 m. El cambio de diámetro desde el cuerpo del pozo hasta la superficie se hará preferiblemente usando un tronco de cono excéntrico, para facilitar el descenso al interior del pozo (INEN, 1992).

El diámetro del cuerpo del pozo estará en función del diámetro de la máxima tubería conectada al mismo, de acuerdo a la Tabla 9 (INEN, 1992).

Tabla 9 Diámetros recomendados de pozos de revisión.

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA mm	DIÁMETRO DEL POZO mm
Menor o igual a 550	0.9
Mayor a 550	Diseño especial

Fuente: CPE-INEN-005-9-1,1992

En los pozos de revisión, la separación entre ellos depende principalmente del diámetro de la tubería utilizada en el sistema de alcantarillado. Cuando el diámetro es mayor, se permite una mayor distancia entre pozos, ya que facilita las labores de inspección y mantenimiento como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10 Distancias máximas entre pozos de revisión

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA mm	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE POZOS m
Menor a 350	100
400-800	150

Fuente: CPE-INEN-005-9-1,1997

2.2.4 Profundidades

La profundidad de las tuberías de la red de alcantarillado debe ser tal que permita el desagüe por gravedad de las conexiones domiciliarias. Se deben evaluar las interferencias con otras tuberías de servicios públicos que, en determinados casos, limitan la pendiente de la red del alcantarillado.

La profundidad mínima de la tubería debe ser de 1.2 m con respecto a la rasante de la calzada. Sin embargo, en zonas verdes o de vías peatonales y de tráfico liviano, la profundidad mínima puede reducirse hasta 0.75 m. en terrenos planos, donde existen problemas de drenaje por la poca pendiente, es posible reducir la profundidad mínima teniendo en cuenta la seguridad estructural de la tubería, de acuerdo con el diseño de la zanja (Ricardo López Cualla, 2003).

2.2.5 Velocidades

El escurrimiento hidráulico en los colectores de la red no debe permitir la sedimentación de materia orgánica en el interior de dichos colectores ni tampoco su erosión. Por consiguiente, la velocidad mínima de diseño será de 0.45 m/s y la velocidad máxima dependerá del material de la tubería y en todo caso se deberá cumplir con las especificaciones del fabricante (Secretaría del Agua, 2005).

Cualquiera que sea el material de la tubería la velocidad máxima no debe sobrepasar el límite de 5.0 m/s para evitar la abrasión de la tubería. Para el cálculo de la velocidad existen dos modelos utilizados que son el de Chezy o el de Manning, pero para este tipo de proyectos comúnmente se opta por la ecuación de Manning en flujo uniforme, es decir las características de flujo son constantes en tiempo y espacio (Ricardo López Cualla, 2003).

2.2.6 Pendiente mínima

La pendiente de la tubería del alcantarillado está en función de la topografía de la zona donde está ubicado el proyecto, tratando de obtener el menor costo de excavación. Sin embargo, según la norma la pendiente mínima para tuberías de hormigón es de 1% y para tuberías de P.V.C es de 0.5% (Norma CO10.7-602-REVISIÓN, 2010)

2.3 Caudales de diseño

Para poder realizar el cálculo del caudal de diseño debemos tomar en cuenta los caudales de aguas residuales, aguas ilícitas y aguas por infiltración para el uso de la siguiente ecuación:

$$Qd = Qsan + Qilic + Qinf$$

En donde:

Qd: Caudal de diseño (l/seg).

Qsan: Caudal de aguas residuales domesticas (l/seg).

Qilic: Caudal de aguas ilícitas (l/seg).

Qinf: Caudal de infiltración (l/seg).

2.3.1 Caudales de aguas residuales

Las aguas residuales están formadas por una mezcla de materia orgánica, sólidos suspendidos, nutrientes, microorganismos patógenos, grasas y aceites, detergentes, productos químicos y, en algunos casos, metales pesados u otras sustancias contaminantes.

En el cálculo del caudal de aguas residuales domésticas utilizaremos la siguiente expresión:

$$Q_{san} = \left(\frac{Pf * Dot}{86400} \right) * M * R$$

En donde:

Pf: Población futura. (Hab)

Dot: Dotación. (lit/Hab/día)

M: Factor de mayoración.

R: Coeficiente de retorno.

2.3.1.1 Caudal medio diario

El caudal medio diario en alcantarillado es el volumen promedio de aguas residuales que circula por un sistema de drenaje sanitario durante un período de 24 horas. Este valor se obtiene dividiendo el volumen total de agua residual generado en un día para el tiempo correspondiente y es fundamental para el diseño y dimensionamiento de redes de alcantarillado y plantas de tratamiento, ya que permite estimar la capacidad necesaria para el correcto funcionamiento del sistema (CONAGUA, 2015).

Según la norma CPE-INEN-005-9-2 (1997), el caudal medio diario se calcula de la siguiente manera:

$$Q_m = f * \frac{Pf * D}{86400}$$

En donde:

Qm: Caudal medio Diario (l/s)

f: Factor de fugas Tabla 11

Pf: Población Futura

D: Dotación futura (l/Hab-día)

Tabla 11 Porcentaje de fugas a considerarse en el diseño

NIVEL DE SERVICIO	PORCENTAJE DE FUGAS (%)
la y lb	10
lla y llb	20

Fuente: CPE-INEN-005-9-2,1997

2.3.1.2 Factor de mayoración

Este valor nos ayuda a mayorar el caudal de aguas residuales, debido al cambio de aportaciones por cargas domiciliarias en la hora de máxima demanda.

Por lo que se realizará el factor de mayoración de la ecuación de Harmon:

$$M = \frac{18 + \sqrt{\frac{Pf}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{Pf}{1000}}}$$

2.3.1.3 Coeficiente de retorno

El coeficiente de retorno representa la relación entre el volumen de agua consumida por la población y la porción de esa agua que finalmente ingresa al sistema de alcantarillado como agua residual. Para su determinación es necesario tomar en cuenta el grado de complejidad del sistema, el cual puede establecerse con base en los criterios indicados en la Tabla 12.

Tabla 12 Grado de Complejidad del sistema.

Nivel de complejidad	Población en la zona (Habitantes)	Capacidad económica del usuario
Baja	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio alta	12501 a 60000	Media
Alto	>60000	Alta

Fuente: (Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2000)

Con la estimación de la población proyectada para la comunidad de Cooperativa Lentag se obtiene una cantidad inferior a 2500 habitantes, lo que permite clasificar tanto la capacidad económica de los usuarios como el nivel de complejidad dentro de la categoría baja. Una vez establecido este nivel de complejidad, se continúa con la determinación del coeficiente de retorno utilizando los valores indicados en la Tabla 13.

Tabla 13 Coeficiente de retorno de aguas residuales domésticas.

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y Medio	0.7-0.8
Medio Alto y Alto	0.8-0.85

Fuente: (Dirección de

Agua Potable y Saneamiento Básico, 2000)

Por esta razón, para el desarrollo del proyecto de alcantarillado se ocupará un coeficiente de retorno de **f:0.8**, considerándolo como el valor adecuado para los cálculos correspondientes.

2.3.2 Caudales de aguas ilícitas o conexiones erróneas

Los caudales de aguas ilícitas corresponden al volumen de agua que ingresa al sistema de alcantarillado de forma inadecuada, debido a conexiones no autorizadas o mal ejecutadas.

$$Q_{ilic} = \frac{Pf * D}{86400}$$

En Donde:

D: Dotación. (lit/Hab*día)

Pf: Población futura de diseño. (Hab)

2.3.3 Caudal de aguas por infiltración

Se denomina caudal de aguas por infiltración al volumen de agua que entra al sistema de alcantarillado desde el subsuelo o por efecto de lluvias, a través de grietas, fisuras en las tuberías o conexiones defectuosas existentes en la red.

Tomando en cuenta la normativa para la construcción de redes de alcantarillado grupo 2, (ETAPA.EP, 2012) se tendrá dos valores de caudales de infiltración.

1. Para tuberías ubicadas sobre el nivel freático.

$$Q_{inf} = 0.1 \frac{lt}{seg} * Km$$

2. Para tuberías ubicadas bajo el nivel freático.

$$Q_{inf} = 0.2 \frac{lt}{seg} * Km$$

2.4 Presiones y especificaciones de la red

2.4.1 Flujo en tubería a sección llena

Sabemos que en la práctica las aguas residuales no siempre circulan a sección llena dentro de un sistema de alcantarillado sanitario, sino que lo hacen parcialmente llenas.

1. Radio Hidráulico (Rh)

Se calcula como la relación entre el área del flujo y el perímetro mojada de la sección transversal, este parámetro es muy importante porque influye directamente en la velocidad del fluido y es clave en la aplicación de la fórmula de Manning para el diseño del sistema de alcantarillado.

- Área mojada

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

- Perímetro mojado

$$P = \pi * D$$

- Rh

Se simplifica los valores de A sobre P y nos queda que el radio hidráulico es igual al diámetro sobre 4.

$$Rh = \frac{A}{P} = \frac{D}{4}$$

En Donde:

D: Diámetro de las tuberías en metros.

- Pendiente

$$S = \frac{CF_i - CF_f}{L_T} * 100$$

En Donde:

S= Pendiente %

CF_i= Cota de fondo inicial "m"

CF_f= Cota de fondo final "m"

L_T= Longitud del tramo "m"

2. Velocidad

Para el diseño a sección llena se emplea la fórmula de Manning, la cual permite calcular la capacidad hidráulica de la tubería.

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

En Donde:

V: Velocidad de flujo(m/seg)

n: Coeficiente de rugosidad.

Rh: Radio hidráulico(m)

S: Pendiente de gradiente hidráulico

3. Caudal

El caudal lo podemos encontrar por la multiplicación del Área transversal por la Velocidad.

$$Q = A * V$$

En Donde:

Q: Caudal de la tubería llena (m³/seg)

A= Área transversal (m²)

V: Velocidad (m/seg)

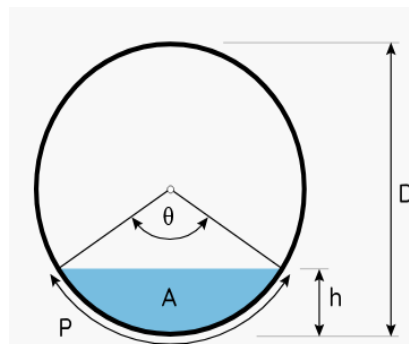
2.4.2 Flujo en tuberías a sección parcialmente llena

Es una tubería de forma circular que permite transportar el flujo de aguas servidas de manera eficiente. Este tipo de sección favorece una adecuada aireación de los gases dentro del sistema, contribuyendo a su correcto funcionamiento. Sin embargo, en diferentes ocasiones cuando existan caudales máximos, la tubería puede llegar a trabajar a sección llena. Por ello, es importante considerar ambos escenarios en el diseño hidráulico.

Los cálculos se realizarán con un 80% de la capacidad máxima de la sección del tramo, de esta manera se cumple los parámetros y condiciones de ETAPA EP, tomando en cuenta que se mantengan las condiciones en los colectores de flujo a gravedad (Berrezueta & Feijo, 2021).

Los parámetros considerados para el diseño de una tubería de alcantarillado se presentan en la figura 7. En ella se identifican la geometría necesaria para el análisis del flujo, tales como el diámetro de la tubería, la profundidad del flujo y el ángulo central.

Figure 7 Canal de sección circular parcialmente lleno.



Fuente: Ingeniería Elemental

1. Tirante de Agua

$$H = \frac{D}{2} \left(1 - \cos * \frac{\theta}{2} \right)$$

D: Diámetro "m"

H: Tirante de agua sección parcialmente llena "m"

θ: Ángulo central en grados

2. Perímetro mojado

$$P = \frac{\pi * D * \theta}{360}$$

3. Radio Hidráulico

$$Rh = \frac{a}{p} = \frac{D}{4} * \left(1 - \frac{180 * \sin\theta}{\pi * \theta}\right)$$

4. Velocidad

$$V = \frac{0.397}{n} * D^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

5. Caudal

$$Q = \frac{0.312}{n} * D^{\frac{8}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Las diferentes alturas quedan determinadas a partir de las relaciones fundamentales que se presentan a continuación. Estas expresiones permiten establecer la relación entre la geometría de la tubería y el nivel del flujo en condiciones de operación.

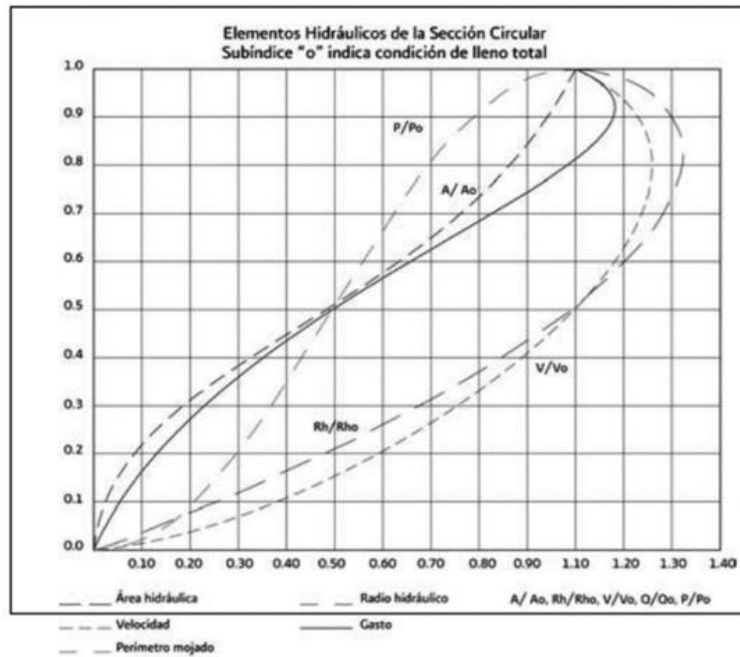
$$\frac{v}{V} = \frac{N}{n} \left(\frac{r}{Rh}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$\frac{q}{Q} = \frac{a}{A} * \frac{v}{V}$$

$$\frac{q}{Q} = \left(\frac{\theta - \sin\theta}{2\pi}\right) \left(1 - \frac{\sin\theta}{\theta}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Para conseguir (d/D) y (v/V) se relaciona el caudal de diseño junto con el de sección llena (q/Q) y por medio de tablas o gráficos establecidos se encuentra relación interpretando el esquema llamado curva de banana como se observa en la Figura 8 (Orellana A & Barreto M, 2022).

Figure 8 Grafica de las relaciones hidráulicas para secciones circulares parcialmente llenas.



Fuente: (Reyes, 2021)

En la Tabla 14 se observa cómo las relaciones hidráulicas afectan directamente el comportamiento del flujo en tuberías que no están completamente llenas. Estas condiciones influyen en la forma en que el agua circula dentro de la sección.

Tabla 14 Relaciones hidráulicas.

Secciones Circulares Parcialmente Llenas			
q/Q	v/V	d/D	t/T
0.00	0.000	0.000	0.000
0.01	0.290	0.076	0.195
0.02	0.344	0.108	0.273
0.03	0.386	0.131	0.328
0.04	0.419	0.152	0.375
0.05	0.445	0.169	0.415
0.06	0.468	0.186	0.452
0.08	0.506	0.215	0.515
0.09	0.523	0.228	0.542
0.10	0.539	0.241	0.568
0.11	0.553	0.253	0.592

0.12	0.567	0.265	0.615
0.13	0.579	0.276	0.637
0.14	0.591	0.287	0.658
0.15	0.602	0.297	0.678
0.16	0.614	0.307	0.697
0.17	0.625	0.317	0.715
0.18	0.636	0.326	0.732
0.19	0.646	0.335	0.748
0.20	0.656	0.344	0.764
0.21	0.665	0.353	0.779
0.22	0.674	0.362	0.794
0.23	0.683	0.370	0.809
0.24	0.692	0.379	0.822
0.25	0.700	0.387	0.836
0.26	0.708	0.395	0.849
0.27	0.716	0.403	0.862
0.28	0.724	0.411	0.874
0.29	0.732	0.418	0.885
0.30	0.739	0.426	0.897
0.31	0.747	0.433	0.908
0.32	0.754	0.440	0.918
0.33	0.761	0.448	0.929
0.34	0.768	0.455	0.939
0.35	0.775	0.462	0.949
0.36	0.782	0.469	0.959
0.37	0.788	0.476	0.968
0.38	0.795	0.483	0.978
0.39	0.801	0.490	0.987
0.40	0.807	0.497	0.996
0.41	0.813	0.503	1.004
0.42	0.819	0.510	1.013
0.43	0.825	0.517	1.021

0.44	0.830	0.523	1.029
0.45	0.836	0.530	1.037
0.46	0.841	0.537	1.045
0.47	0.847	0.543	1.052
0.48	0.852	0.550	1.059
0.49	0.857	0.556	1.067
0.50	0.862	0.563	1.074
0.51	0.857	0.569	1.080
0.52	0.872	0.576	1.087
0.53	0.877	0.582	1.093
0.54	0.882	0.589	1.100
0.55	0.887	0.595	1.106
0.56	0.891	0.602	1.112
0.57	0.896	0.608	1.118
0.58	0.900	0.614	1.124
0.59	0.904	0.621	1.129
0.60	0.909	0.627	1.135
0.61	0.913	0.634	1.140
0.62	0.917	0.640	1.145
0.63	0.921	0.646	1.150
0.64	0.925	0.653	1.155
0.65	0.929	0.659	1.159
0.66	0.933	0.666	1.164
0.67	0.937	0.672	1.168
0.68	0.941	0.679	1.173
0.69	0.944	0.689	1.177
0.70	0.948	0.692	1.181
0.71	0.951	0.699	1.184
0.72	0.955	0.705	1.188
0.73	0.959	0.712	1.191
0.74	0.963	0.718	1.194
0.75	0.967	0.724	1.197

0.76	0.970	0.731	1.200
0.77	0.974	0.738	1.202
0.78	0.977	0.744	1.205
0.79	0.981	0.751	1.207
0.80	0.984	0.758	1.209
0.81	0.988	0.764	1.211
0.82	0.991	0.771	1.213
0.83	0.994	0.778	1.214
0.84	0.997	0.785	1.215
0.85	1.000	0.792	1.216
0.86	1.003	0.800	1.217
0.87	1.007	0.806	1.217
0.88	1.012	0.812	1.217
0.89	1.016	0.818	1.217
0.90	1.020	0.825	1.217
0.91	1.024	0.831	1.216
0.92	1.028	0.838	1.215
0.93	1.032	0.845	1.214
0.94	1.036	0.852	1.213
0.95	1.040	0.859	1.211
0.96	1.043	0.866	1.209
0.97	1.047	0.874	1.206
0.98	1.050	0.881	1.202
0.99	1.053	0.890	1.198
1.00	1.056	0.898	1.193
1.01	1.059	0.908	1.187
1.02	1.061	0.918	1.179
1.03	1.063	0.930	1.168

Fuente: (Larriva, 2025)

Se ha demostrado experimentalmente que el coeficiente de fricción varía con la profundidad de flujo. Es mayor para una sección parcialmente llena respecto de una llena como se muestra en la Tabla 15 (Larriva, 2025) .

Tabla 15 Coeficiente *n* de Manning

d/D	N/n
1	1
0.9	0.94
0.8	0.88
0.7	0.85
0.6	0.83
0.5	0.81
0.4	0.79
0.3	0.78
0.2	0.79
0.1	0.82

Fuente: (Larriva, 2025)

2.4.3 Datos utilizados para el diseño del sistema de alcantarillado

Para el diseño del alcantarillado sanitario para la comunidad de Cooperativa Lentag se utilizó los siguientes valores que se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16 Datos de diseño

Datos	Valores	Unidad
Área del Proyecto	12.51	Ha
Dotación	75	l/hab*día
Población actual	240	Hab
Población futura de diseño	293	Hab
Densidad poblacional	23.42	Hab/Ha
Periodo de diseño	20	años
Coefficiente de rugosidad	0.009	adimensional
Coefficiente de retorno	0.8	adimensional

Índice de crecimiento	1	%
-----------------------	---	---

Fuente: Autores

2.4.4 Ubicación de los pozos de revisión

La topografía del sitio de diseño es un aspecto muy importante, ya que nos permite definir adecuadamente la ubicación de cada pozo de revisión dentro del sistema diseñado. Gracias a eso vamos a poder garantizar un correcto funcionamiento y una adecuada condición de las aguas residuales. En este proyecto, los pozos de revisión se han dispuesto con una separación de 100 m entre cada uno. Esta distancia facilita las labores de inspección y mantenimiento del sistema. La distribución adoptada permite observar las coordenadas que determinan la ubicación de cada uno de los pozos, las cuales se presentan en las siguientes tablas.

Ubicación de los pozos de la red principal en coordenadas se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17 Coordenadas Red principal.

RED PRINCIPAL		
POZOS	Coordenadas	
No.	X	Y
4	6.958.744.440	96.404.865.640
5	6.958.944.010	96.404.549.910
6	6.959.271.090	96.404.074.730
7	6.959.512.300	96.403.722.130
11	6.959.377.330	96.403.584.400
13	6.959.216.570	96.403.466.090
14	6.958.859.930	96.403.212.430
15	6.958.564.750	96.402.526.630
16	6.958.418.260	96.402.227.840
17	6.958.049.730	96.401.688.130
18	6.958.014.930	96.401.356.070
19	6.957.765.280	96.401.175.380
24	6.957.941.240	96.400.921.490
25	6.958.080.800	96.400.675.210
29	6.957.962.910	96.400.322.050
33	6.958.139.390	96.400.051.540
34	6.958.292.570	96.399.792.790
35	6.958.214.160	96.399.556.900
47	6.958.302.640	96.398.874.890
48	6.958.374.300	96.398.722.040

49	6.958.191.530	96.398.381.410
50	6.958.158.260	96.397.994.090
51	6.957.685.720	96.397.436.020
52	6.957.006.190	96.397.143.680
53	6.956.670.180	96.396.935.640
54	6.956.177.780	96.396.725.340
55	6.955.512.290	96.396.336.530
56	6.955.239.900	96.396.185.820
57	6.954.840.430	96.395.907.830
58	6.954.541.780	96.395.627.230
59	6.954.415.040	96.395.345.520
60	6.954.106.600	96.395.095.790
61	6.953.949.240	96.394.906.590
62	6.953.632.260	96.394.708.850
63	6.953.338.890	96.394.458.300
64	6.953.184.550	96.394.491.630
65	6.952.526.620	96.394.178.680
66	6.952.072.850	96.394.078.760
67	6.951.666.300	96.393.901.050

Fuente: Autores

Ubicación de los pozos de revisión de las redes secundarias en coordenadas x, y se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18 *Coordenadas Red secundaria.*

RED SECUNDARIA		
POZOS	Coordenadas	
No.	X	Y
1	6.960.078.040	96.403.678.300
2	6.959.597.930	96.404.356.380
3	6.959.325.270	96.404.742.720
8	6.960.598.880	96.402.089.880
9	6.960.242.720	96.402.647.870
10	6.959.851.580	96.403.207.410
12	6.958.640.900	96.404.277.750
20	6.956.911.890	96.402.288.420
21	6.957.136.340	96.402.135.230
22	6.957.306.930	96.401.867.690
23	6.957.540.540	96.401.523.880
26	6.959.082.840	96.399.201.260
27	6.958.614.390	96.399.960.460
28	6.958.331.590	96.400.361.180
30	6.957.402.250	96.401.157.600

31	6.957.559.200	96.400.924.330
32	6.957.753.310	96.400.615.550
36	6.956.775.270	96.401.670.950
37	6.956.978.370	96.401.362.540
38	6.957.279.090	96.400.927.050
39	6.957.585.780	96.400.479.400
40	6.957.610.110	96.400.018.460
41	6.957.377.270	96.400.366.840
42	6.957.823.060	96.400.134.660
43	6.958.039.270	96.399.790.800
44	6.959.304.860	96.398.914.420
45	6.959.110.490	96.398.854.560
46	6.958.691.920	96.398.802.980

Fuente: Autores

CAPITULO III

DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

3.1 Diseño de la red de alcantarillado sanitario.

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario es una parte fundamental, ya que nos permite realizar la recolección y conducción adecuada de las aguas residuales generadas por la población de la comunidad Cooperativa Lentag, evitando así problemas de contaminación ambiental y riesgos para la salud pública. Al implementar este sistema de alcantarillado buscamos mejorar las condiciones sanitarias de la comunidad.

3.1.1 Diseño Hidráulico.

El diseño hidráulico contempla la ubicación estratégica de pozos de revisión en donde existe cambios de dirección, variaciones de pendiente y puntos de intersección, facilitando el mantenimiento y operación del sistema sanitario. Por lo que utilizamos varios parámetros técnicos e hidráulicos indispensables para garantizar el correcto funcionamiento de la red. Todos estos criterios técnicos nos permitieron obtener una red funcional, segura y capaz de responder a las demandas de la comunidad y están descritos en la Tabla 19.

Tabla 19 Parámetros y criterios de diseño.

PARÁMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO			
DATOS DE DISEÑO	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD
Población actual	Pa	200	Hab
Tasa de crecimiento poblacional	r	1	%
Periodo de diseño	n	20	años
Población futura	Pf	293	Hab
Área de aportación	A	12,51	Ha
Densidad Poblacional	D	23,42	hab/ha
Dotación	Dot	75	lt/hab*día
Profundidad mínima	h	1,5	m
Velocidad mínima	Vmin	0,45	m/s
Velocidad máxima	Vmáx	5	m/s
Coeficiente de rugosidad	n	0,009	adim
Pendiente mínima	S	1	%

Diámetro mínimo	Dmín	200	mm
Caudal de diseño Mínimo	Qdmín	1,5	l/s
Factor Retorno	f	0,8	adim
Caudal de aguas ilícitas	Qilic	115	l/hab*día
Caudal de infiltración	Qinf	1	l/s*km
Máxima altura/diámetro	H/D	0,8	adim
Máxima relación caudales	Qr/Qc	1	adim

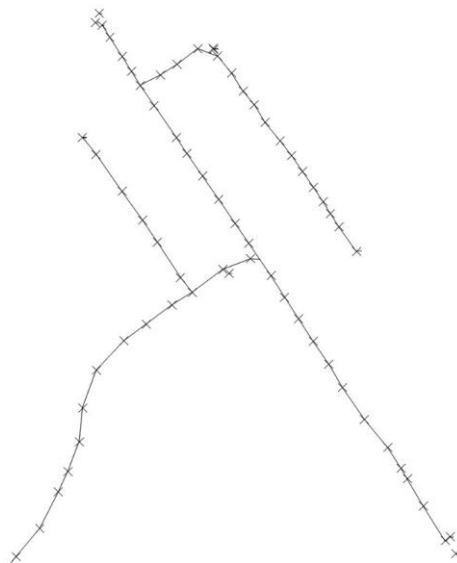
Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Levantamiento del terreno con RTK.

Un factor importante para el diseño del alcantarillado es tomar en cuenta la topografía del terreno, debido a que las pendientes naturales influyen directamente en el trazado de la red y en el comportamiento hidráulico del sistema. Con base a esto, se pudo definir las pendientes mínimas y máximas permitidas, de igual manera encontrar los diámetros comerciales de tubería y las velocidades de flujo necesarias para evitar sedimentación o erosión en la red de alcantarillado.

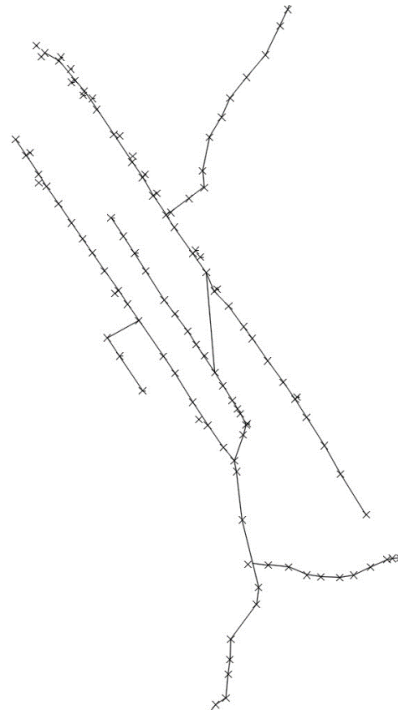
A continuación, mostramos el levantamiento realizado en la comunidad para el respectivo diseño de alcantarillado, que se mostrarán en la Figura 9, 10 y 11. De igual manera las coordenadas se mostrarán en la Tabla 20.

Figure 9 Levantamiento.



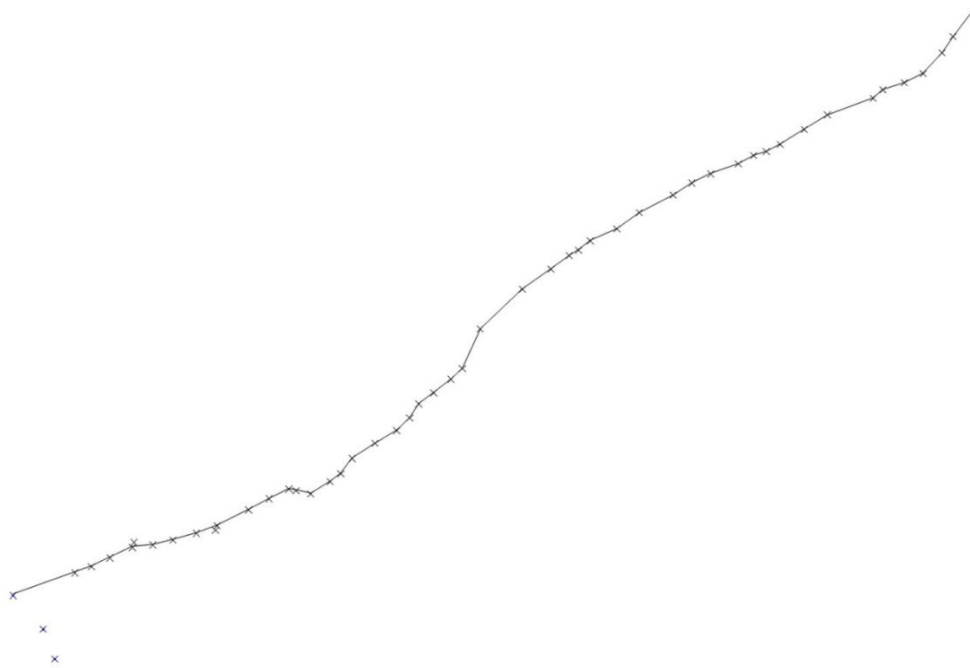
Fuente: Elaboración propia

Figure 10 Levantamiento.



Fuente: Elaboración propia

Figure 11 Levantamiento.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 20 Coordenadas del levantamiento topográfico

Name	Code	N	E	Z
2	dom pompilio alvarado	9640367.83	696.007.804	1539.54
3	eje	9.640.380.743	695.998.642	1537.94
4	eje	9.640.387.612	695.994.181	1.537.218
5	eje	9.640.393.798	695.990.215	1.536.852
6	eje	9.640.401.36	695.985.236	1.536.372
7	eje	9.640.409.697	695.979.554	1.536.189
8	eje	9.640.418.083	695.973.792	1.536.038
9	eje	9.640.425.736	695967.8	1.535.769
10	eje	9.640.444.738	695.954.231	1.535.642
11	eje	9.640.435.638	695.959.793	1535.83
12	eje	9.640.452.064	695.948.426	1.535.422
13	eje	9.640.461.419	695.942.272	1.535.194
14	eje	9.640.470.254	695.935.009	1.534.914
15	dom Patricia pesantez	9.640.473.886	695.932.874	1.534.892
16	dom Merida pesantez	9.640.474.272	695.932.527	1.534.889
17	eje	9.640.474.198	695.924.581	1.533.499
18	eje	9.640.466.037	695.913.562	1.531.192
19	eje	9.640.460.448	695.905.043	1.529.898
20	eje	9.640.454.991	695.894.401	1.528.704
21	pz inicial	9.640.486.564	695.874.444	1.530.153
22	dom angel parra	9.640.487.917	695.870.812	1.530.125
23	dom Hugo brito	9.640.492.863	695872.91	1.530.385
24	eje	9.640.480.083	695.878.511	1.529.746
25	eje	9.640.470.214	695.884.931	1.529.346
26	eje	9.640.462.408	695.889.767	1.529.053
27	eje	9.640.444.421	695901.73	1.527.989

28	eje	9.640.419.437	695918.84	1.527.035
29	eje	9.640.427.672	695.913.332	1.527.241
30	eje	9.640.407.473	695.927.109	1.526.874
31	eje	9.640.395.14	695.935.535	1.526.838
32	eje	9.640.382.544	695.944.135	1.526.914
33	eje	9.640.372.213	695951.23	1.527.115
34	dom Galo parra	9.640.356.46	695.940.918	1.525.366
35	eje	9.640.364.108	695.952.051	1526.99
36	eje	9.640.355.231	695.963.076	1.527.706
37	eje	9.640.343.877	695.970.001	1.528.956
38	eje	9.640.332.611	695.977.431	1.531.012
39	eje	9.640.320.741	695.985.158	1.532.849
40	eje	9.640.308.662	695.993.278	1.535.648
41	eje	9.640.296.387	696.000.498	1.537.906
42	eje	9.640.279.503	696.011.939	1.539.812
43	eje	9.640.264.787	696.024.272	1.540.566
44	eje	9.640.253.842	696.031.149	1541.47
45	eje	9.640.248.42	696.034.488	1.542.269
46	eje	9.640.234.08	696.042.751	1.544.017
47	pz inicial	9.640.215.924	696.054.398	1.545.511
48	dom moscoso	9.640.218.017	696.057.048	1.546.201
49	dom otilia	9.640.208.988	696.059.888	1546.09
50	eje	9.640.358.44	695.937.733	1.524.894
51	eje	9.640.346.609	695.921.657	1.522.635
52	eje	9.640.354.366	695.915.438	1.522.579
53	eje	9.640.372.818	695.903.394	1.522.888
54	eje	9.640.384.311	695.895.634	1.523.318
55	eje	9.640.399.504	695.884.931	1.523.511
56	eje	9.640.418.842	695.871.217	1.524.195
57	dom hector naranjo	9.640.427.775	695864.09	1.524.563
58	eje	9.640.339.88	695911.08	1.521.646
59	eje	9.640.329.975	695.897.578	1520.29

60	eje	9.640.321.243	695.885.993	1.519.311
61	eje	9.640.305.745	695.871.436	1518.01
62	eje	9.640.286.064	695.864.288	1.516.916
63	eje	9.640.268.33	695.862.495	1.515.591
64	eje	9.640.252.663	695.856.475	1.514.365
65	eje	9.640.242.057	695.851.474	1.513.525
66	eje	9.640.222.784	695.841.826	1.511.809
67	eje	9.640.208.11	695.829.472	1.510.644
68	eje	9.640.194.397	695.818.617	1.508.719
69	eje	9.640.181.824	695.813.101	1.507.628
70	eje	9.640.168.813	695.804.973	1.506.524
71	eje	9.640.146.686	695.800.327	1.504.844
72	eje	9.640.135.607	695.801.493	1.504.351
73	eje	9.640.128.387	695791.58	1.503.329
74	eje	9.640.119.247	695.779.519	1.502.202
75	eje	9.640.117.538	695.776.528	1.502.429
76	eje	9.640.109.556	695.781.893	1.502.174
77	dom Adrian sanchez	9.640.094.335	695.795.796	1.501.626
78	eje	9.640.092.149	695.794.124	1501.79
79	dom Pablo iniguez	9.640.089.891	695.799.045	1.501.844
80	eje	9.640.079.717	695.802.961	1.501.689
81	eje	9.640.067.521	695808.08	1.501.867
82	eje pz union	9.640.068.625	695.810.107	1.501.751
83	eje	9.640.057.513	695.817.707	1.501.613
84	eje	9.640.044.057	695.827.532	1.502.505
85	eje	9.640.036.118	695.833.159	1.502.907
86	eje	9.640.021.374	695.843.317	1.504.177
87	eje	9.640.007.409	695.853.433	1.505.427
88	eje	9.639.996.046	695.861.439	1.506.923
89	dom casa loma	9.639.997.482	695.862.782	1.506.972
90	eje	9.639.984.321	695.868.833	1.508.676
91	eje	9.639.965.455	695.880.684	1.511.517

92	eje	9.639.946.663	695.891.307	1.512.268
93	eje	9.639.920.126	695.908.284	1.514.452
94	plz inicial 3 casas	9.639.891.442	695.930.486	1517.15
95	eje	9.639.890.361	695.921.901	1.513.588
96	eje	9.639.891.087	695.925.438	1.517.003
97	eje	9.639.885.456	695.911.049	1.512.955
98	eje	9.639.880.102	695.899.822	1.512.353
99	eje	9.639.878.733	695.890.839	1.508.824
100	eje	9.639.878.97	695.878.312	1.506.288
101	eje	9.639.880.298	695.869.192	1.504.657
102	eje	9.639.885.681	695.857.08	1.499.221
103	eje	9.639.887.053	695.843.882	1.497.469
104	pz inicial	9.640.167.095	695.677.527	1.512.258
105	dom brito	9.640.158.395	695.686.923	1.510.961
106	eje	9.640.156.768	695.684.214	1.510.696
107	eje	9.640.144.152	695.692.566	1.508.497
108	dom carmen garay	9.640.138.808	695.692.735	1.507.624
109	eje	9.640.136.254	695.697.837	1.506.917
110	eje	9.640.124.807	695.705.607	1.504.573
111	eje	9.640.112.301	695.714.177	1.502.985
112	eje	9.640.101.942	695.721.453	1.502.208
113	eje	9.640.092.705	695.727.909	1.501.545
114	pz inicial familia brito	9.640.115.76	695.740.225	1.502.142
115	eje	9.640.103.483	695.748.342	1.501.853
116	domyolanda alvarado	9.640.092.433	695.755.92	1.501.297
117	eje	9.640.080.547	695.763.124	1.500.817
118	eje	9.640.080.735	695.735.963	1.500.919
119	eje	9.640.067.754	695.745.036	1.500.778
120	dom 1	9.640.065.958	695.742.643	1.500.835

121	eje	9.640.058.73	695.751.145	1.500.665
122	eje	9.640.047.94	695.758.578	1500.32
123	eje	9.640.061.555	695.775.331	1.500.084
124	dom 2	9.640.052.664	695.782.312	1.499.915
125	eje	9.640.040.91	695.790.752	1.499.087
126	eje	9.640.032.205	695.796.291	1.499.214
127	dom 3	9.640.024.996	695.801.823	1.498.623
128	eje	9.640.013.889	695.808.545	1.498.357
129	eje	9.640.005.154	695.813.939	1.498.001
130	eje	9.639.995.369	695.820.042	1.498.053
131	dom maria arizaga	9.639.990.023	695.823.321	1.497.998
132	eje	9.639.986.609	695.825.386	1.497.951
133	eje	9.639.979.279	695.829.257	1.498.039
134	dom arquitecto	9.639.980.088	695829.96	1.497.621
135	eje	9.639.972.708	695.827.215	1.497.659
136	eje	9.639.955.69	695.821.416	1.497.046
137	eje	9.639.964.392	695.814.135	1.497.858
138	eje	9.639.979.08	695.803.927	1.498.378
139	dom 4	9.639.982.918	695.798.049	1.498.725
140	eje	9.639.994.213	695.793.923	1.498.526
141	eje	9.640.013.466	695.782.306	1.498.957
142	eje	9.640.024.418	695.774.601	1.499.479
143	dom Sara ochoa	9.640.001.846	695.761.011	1.502.197
144	dom Enrique ochoa	9.640.024.636	695.745.882	1.501.283
145	eje	9.640.036.684	695.737.727	1.501.071
146	eje	9.639.948.689	695.822.934	1497.37
147	eje	9.639.916.886	695.826.568	1.497.007
148	eje	9.639.887.489	695.830.264	1.496.354
149	eje	9.639.872.204	695837.43	1.496.499
150	eje	9.639.861.32	695.835.929	1.496.365

151	eje	9.639.838.141	695.819.153	1.496.497
152	eje	9.639.824.905	695.818.491	1496.17
153	eje	9.639.815.089	695.817.44	1.496.245
154	eje	9.639.799.409	695.815.826	1.496.485
155	eje	9.639.795.056	695.809.046	1.496.574
156	eje	9.639.769.914	695.789.864	1.496.452
157	eje	9.639.758.331	695.782.039	1.496.191
158	eje	9.639.743.602	695.768.572	1.496.204
159	eje	9.639.737.205	695.755.296	1.496.154
160	eje	9.639.732.27	695.739.921	1.495.233
161	eje	9.639.726.167	695.732.954	1.495.171
162	eje	9.639.714.368	695.700.619	1.495.701
163	eje	9.639.703.998	695.684.105	1494.39
164	eje	9.639.693.564	695.667.018	1.491.877
165	eje	9.639.688.337	695.657.225	1490.63
166	eje	9.639.685.674	695.648.359	1.489.927
167	eje	9.639.679.587	695.637.433	1.489.564
168	eje	9.639.672.534	695.617.778	1.488.424
169	eje	9.639.666.134	695.604.572	1487.51
170	eje	9.639.657.5	695.591.245	1.486.702
171	eje	9.639.645.115	695.567.284	1.485.498
172	eje	9.639.633.653	695.551.229	1.484.777
173	eje	9.639.625.061	695.532.38	1.483.617
174	eje	9.639.618.582	695.523.99	1.482.964
175	eje	9.639.614.659	695.517.305	1.482.428
176	eje	9.639.605.075	695.504.317	1.482.362
177	eje	9.639.590.783	695.484.043	1.481.555
178	pz final	9.639.374.252	695.122.672	1431.29
179	pz final 2	9.639.350.296	695.144.137	1.431.049
180	pz final 3	9.639.329.223	695.152.314	1.430.719
181	eje	9.639.445.83	695.333.889	1.469.465
182	eje	9.639.454.314	695.347.551	1.469.346
183	eje	9.639.460.029	695.355.232	1.470.272
184	eje	9.639.470.885	695.363.226	1.470.795
185	eje	9.639.481.56	695.379.496	1.470.758

186	eje	9.639.490.659	695.394.924	1.470.739
187	eje	9.639.499.54	695404.19	1.470.512
188	eje	9.639.509.579	695410.66	1.470.493
189	eje	9.639.517.371	695421.28	1.471.513
190	eje	9.639.526.992	695.433.598	1.475.612
191	eje	9.639.534.552	695.441.504	1.478.963
192	eje	9.639.562.723	695.454.178	1.480.263
193	eje	9.639.448.039	695.323.423	1.468.383
194	eje	9.639.449.163	695.318.455	1.468.139
195	eje	9.639.442.343	695.304.273	1.467.397
196	eje	9.639.434.512	695.289.786	1.467.027
197	eje	9.639.423.19	695.267.482	1.465.567
198	dom5	9.639.419.798	695.266.281	1465.54
199	eje	9.639.417.868	695.252.662	1.463.624
200	eje	9.639.413.139	695236.24	1.461.406
201	eje	9.639.409.605	695222	1.460.116
202	eje	9.639.407.876	695.207.285	1.459.582
203	dom6	9.639.411.468	695.208.497	1.459.641
204	eje	9.639.400.477	695.191.443	1.458.122
205	eje	9.639.394.272	695.178.323	1.452.018
206	eje	9.639.390.105	695166.63	1.443.606
207	pz inicial	9.640.228.842	695.691.189	1.517.307
208	dom lucia loja	9.640.221.66	695.694.217	1.516.416
209	eje	9.640.224.055	695696.73	1.516.445
210	eje	9.640.218.679	695.705.947	1.516.027
211	dom oswaldo1	9.640.221.385	695.707.168	1.516.116
212	dom oswaldo2	9.640.213.523	695.713.634	1.515.676
213	eje	9.640.205.736	695.716.554	1.515.281
214	dom estados unidos	9.640.204.794	695.714.131	1515.35
215	eje	9.640.198.726	695.722.439	1514.32

216	dom Sandra loja	9.640.196.164	695721.95	1.513.967
217	dom Henry santos	9.640.194.175	695.727.987	1512.83
218	eje	9.640.186.769	695.730.693	1.511.247
219	eje	9.640.170.472	695.742.094	1.507.073
220	dom7	9.640.169.674	695.746.034	1.506.758
221	dom sonia	9.640.156.4	695.754.467	1504.64
222	eje	9.640.152.388	695.754.054	1.504.458
223	eje	9.640.142.284	695.760.996	1.503.514
224	dom8	9.640.144.373	695.762.443	1.503.614
225	dom9	9.640.131.815	695.770.377	1.502.892
226	eje	9.640.130.209	695.767.935	1.502.837
227	E1	9.640.529.93	695806.72	1532.85
228	E2	9.640.534.961	695.810.671	1.533.183

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Cálculo del caudal de diseño

El cálculo de caudales en el sistema de alcantarillado sanitario nos basamos en la estimación de la población de diseño y el consumo de agua potable, considerando una dotación y un coeficiente de retorno. A partir de estos parámetros se obtiene el caudal medio, el cual es afectado por factores de variación para determinar el caudal máximo horario, luego para el cálculo del caudal de diseño se adiciona las aguas servidas como son la de infiltración e ilícitas que son utilizadas para un adecuado funcionamiento hidráulico de la red.

De esta manera determinados el caudal de diseño de cada tramo que está calculado a continuación en la Tabla 21 y Tabla 22.

Tabla 21 Caudal diseño Red principal

CAUDAL DISEÑO RED PRINCIPAL								
Pozo No.		Densidad Hab/Viv	Población		QMH=M*Qmd	Qinf Acumul.	Qilic Acumul.	Caudal de Diseño [l/s]
Inicial	Final		Parcial	Acumul.				
4	5	4	8	8	2,2	0,037	0,01065	2,25
5	6	4	0	8	2,2	0,095	0,011	2,31
6	7	4	0	8	2,2	0,138	0,011	2,35
7	11	4	4	12	2,2	0,157	0,016	2,37
11	12	4	0	12	2,2	0,177	0,016	2,39
12	14	4	0	12	2,2	0,221	0,016	2,44
14	15	4	0	12	2,2	0,296	0,016	2,51
15	16	4	0	12	2,2	0,329	0,016	2,55
16	17	4	0	12	2,2	0,394	0,016	2,61
17	18	4	0	12	2,2	0,428	0,016	2,64
18	19	4	0	12	2,2	0,459	0,016	2,67
19	24	4	4	16	2,2	0,489	0,021	2,71
24	25	4	8	24	2,2	0,518	0,032	2,75
25	29	4	0	24	2,2	0,555	0,032	2,79
29	33	4	0	24	2,2	0,587	0,032	2,82
33	34	4	8	32	2,2	0,617	0,043	2,86
34	35	4	0	32	2,2	0,642	0,043	2,88
35	47	4	0	32	2,2	0,711	0,043	2,95
47	48	4	0	32	2,2	0,728	0,043	2,97
48	49	4	0	32	2,2	0,764	0,043	3,01
49	50	4	0	32	2,2	0,802	0,043	3,05
50	51	4	0	32	2,2	0,876	0,043	3,12
51	52	4	0	32	2,2	0,950	0,043	3,19
52	53	4	0	32	2,2	0,989	0,043	3,23
53	54	4	0	32	2,2	1,043	0,043	3,29
54	55	4	0	32	2,2	1,120	0,043	3,36
55	56	4	0	32	2,2	1,151	0,043	3,39
56	57	4	0	32	2,2	1,200	0,043	3,44
57	58	4	0	32	2,2	1,241	0,043	3,48

58	59	4	0	32	2,2	1,271	0,043	3,51
59	60	4	0	32	2,2	1,311	0,043	3,55
60	61	4	0	32	2,2	1,336	0,043	3,58
61	62	4	0	32	2,2	1,373	0,043	3,62
62	63	4	0	32	2,2	1,412	0,043	3,65
63	64	4	0	32	2,2	1,428	0,043	3,67
64	65	4	4	36	2,2	1,500	0,048	3,75
65	66	4	4	40	2,2	1,547	0,053	3,80
66	67	4	0	40	2,2	1,591	0,053	3,84
67	0	4	0	40	2,2	1,638	0,053	3,89

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22 Caudal de diseño Red Secundaria

CAUDAL DE DISEÑO REDES SECUNDARIAS								
Pozo No.		Densidad Hab/Viv	Población		QMH = M*Qmd	Qinf Acumul.	Qilic Acumul.	Caudal de Diseño [l/s]
Inicial	Final		Parcial	Acumul.				
1	2	4	4,00	4,00	2,2	0,083	0,005	2,29
2	3	4	8,00	12,00	2,2	0,130	0,016	2,35
3	5	4	0,00	12,00	2,2	0,173	0,016	2,39
8	9	4	4,00	16,00	2,2	0,239	0,021	2,46
9	10	4	0,00	16,00	2,2	0,308	0,021	2,53
10	7	4	0,00	16,00	2,2	0,369	0,021	2,59
12	13	4	4,00	20,00	2,2	0,469	0,027	2,70
20	21	4	12,00	32,00	2,2	0,496	0,043	2,74
21	22	4	12,00	44,00	2,2	0,528	0,059	2,79
22	23	4	8,00	52,00	2,2	0,569	0,069	2,84
23	19	4	8,00	60,00	2,2	0,611	0,080	2,89
26	27	4	4,00	64,00	2,2	0,700	0,085	2,99
27	28	4	0,00	64,00	2,2	0,749	0,085	3,03
28	25	4	0,00	64,00	2,2	0,789	0,085	3,07
30	31	4	12,00	76,00	2,2	0,817	0,101	3,12
31	32	4	8,00	84,00	2,2	0,854	0,112	3,17
32	29	4	8,00	92,00	2,2	0,890	0,122	3,21

36	37	4	8,00	100,00	2,2	0,927	0,133	3,26
37	38	4	0,00	100,00	2,2	0,980	0,133	3,31
38	39	4	4,00	104,00	2,2	1,034	0,138	3,37
40	41	4	12,00	116,00	2,2	1,076	0,154	3,43
41	39	4	0,00	116,00	2,2	1,099	0,154	3,45
39	42	4	0,00	116,00	2,2	1,141	0,154	3,50
42	43	4	0,00	116,00	2,2	1,182	0,154	3,54
43	35	4	0,00	116,00	2,2	1,211	0,154	3,57
44	45	4	4,00	120,00	2,2	1,231	0,160	3,59
45	46	4	0,00	120,00	2,2	1,274	0,160	3,63
46	47	4	0,00	120,00	2,2	1,313	0,160	3,67

Fuente: Elaboración propia

3.2 Trazado de la red y pozos de revisión

3.2.1 Trazado de red

El trazado de la red de alcantarillado sanitario se realizó considerando la topografía del terreno y la disposición de las vías existentes en el área de estudio de la comunidad, así podemos garantizar el flujo por gravedad y optimizar la conducción de las aguas residuales. De igual manera hicimos que las tuberías sigan el alineamiento de las calles ya existentes, evitando cambios bruscos de dirección y minimizando la profundidad de la excavación. Por lo tanto, al realizar el diseño integramos la totalidad de las viviendas al sistema, asegurando una cobertura eficiente del servicio.

Es por eso que presentamos a continuación el trazado de la red principal y secundaria del alcantarillado correspondiente a la comunidad, tomando en consideración la pendiente y la longitud de cada tramo de tubería que está descrita en la Tabla 23 y Tabla 24.

Tabla 23 Longitud de cada tramo de la tubería principal.

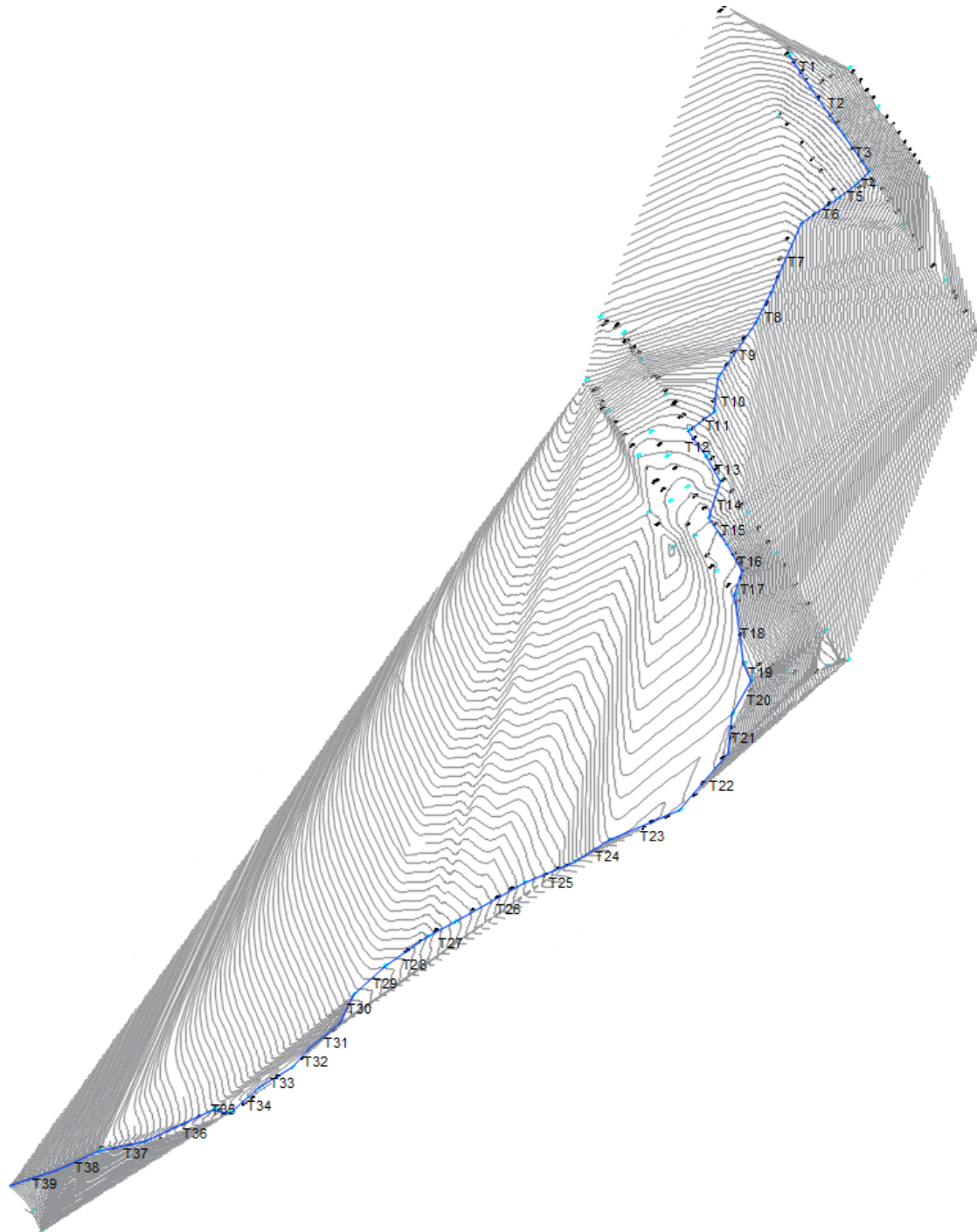
TUBERÍAS PRINCIPAL			
Tubería No.	Pozo No.		Longitud [m]
	Inicial	Final	
TP1	4	5	37,35

TP2	5	6	57,74
TP3	6	7	42,72
TP4	7	11	19,56
TP5	11	12	19,95
TP6	12	14	43,76
TP7	14	15	74,66
TP8	15	16	33,3
TP9	16	17	65,33
TP10	17	18	33,39
TP11	18	19	30,82
TP12	19	24	30,89
TP13	24	25	28,31
TP14	25	29	37,23
TP15	29	33	32,3
TP16	33	34	30,07
TP17	34	35	24,86
TP18	35	47	68,75
TP19	47	48	16,9
TP20	48	49	35,66
TP21	49	50	38,88
TP22	50	51	73,14
TP23	51	52	74,08
TP24	52	53	39,18
TP25	53	54	53,91
TP26	54	55	77,07
TP27	55	56	31,13
TP28	56	57	48,67
TP29	57	58	40,98
TP30	58	59	30,89
TP31	59	60	39,69
TP32	60	61	24,61
TP33	61	62	37,36
TP34	62	63	38,58
TP35	63	64	15,79
TP36	64	65	72,86

TP37	65	66	46,46
TP38	66	67	44,4
TP39	67	0	46,73

Fuente: Elaboración propia

Figure 12 Red de alcantarillado principal



TUBERÍA PRINCIPAL

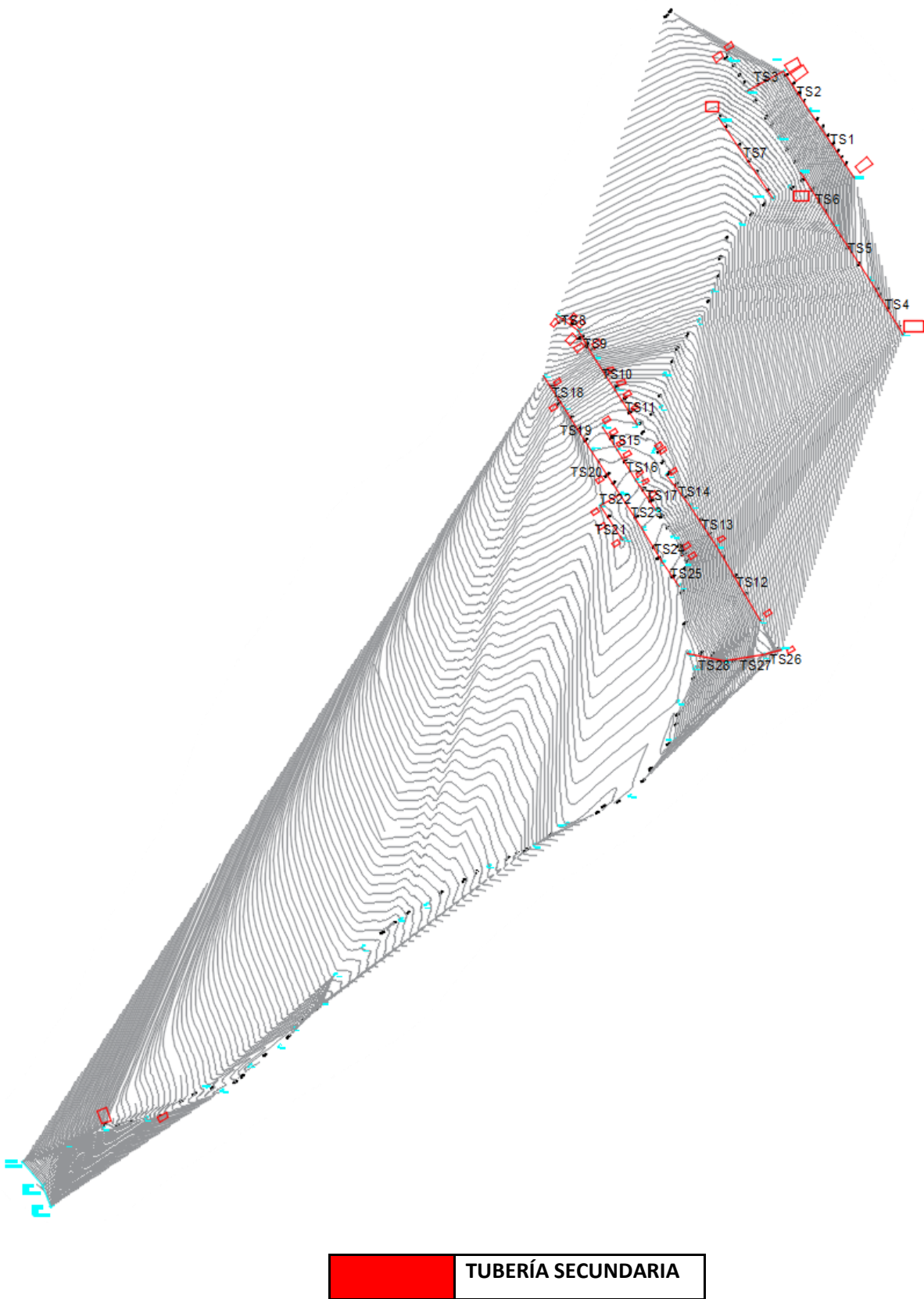
Fuente: Elaboración propia

Tabla 24 Longitud de cada tramo de la tubería secundaria.

TUBERÍAS SECUNDARIA			
Tubería No.	Pozo No.		Longitud [m]
	Inicial	Final	
TS1	1	2	83,09
TS2	2	3	47,31
TS3	3	5	42,76
TS4	8	9	66,16
TS5	9	10	68,24
TS6	10	7	61,61
TS7	12	13	99,49
TS8	20	21	27,21
TS9	21	22	31,63
TS10	22	23	41,61
TS11	23	19	41,45
TS12	26	27	89,27
TS13	27	28	49,01
TS14	28	25	40,19
TS15	30	31	28,2
TS16	31	32	36,52
TS17	32	29	36,06
TS18	36	37	36,92
TS19	37	38	52,94
TS20	38	39	54,19
TS21	40	41	41,92
TS22	41	39	23,63
TS23	39	42	41,9
TS24	42	43	40,55
TS25	43	35	29,25
TS26	44	45	20,35
TS27	45	46	42,14
TS28	46	47	39,61

Fuente: Elaboración propia

Figure 13 Red de alcantarillado secundarias

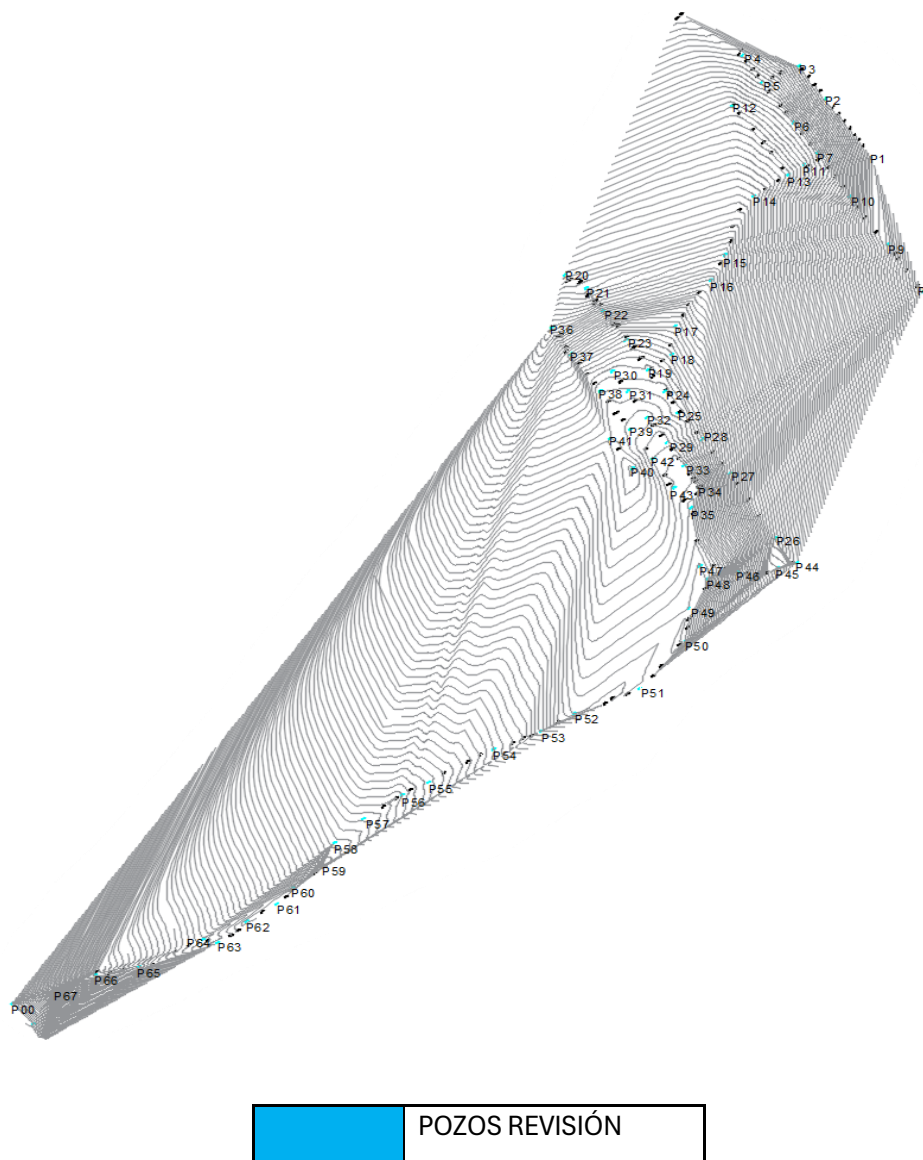


Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Pozos de revisión

Los pozos de revisión fueron ubicados estratégicamente a lo largo de la red de alcantarillado sanitario, en puntos donde se presentan cambios de dirección, variaciones de pendiente, intersecciones de tuberías y tramos de longitud considerable. Estos elementos permiten el acceso para inspección, mantenimiento y limpieza del sistema, garantizando su correcto funcionamiento. La separación entre pozos se estableció de acuerdo con criterios técnicos y normativas vigentes, asegurando la operatividad y durabilidad de la red.

Figure 14 Pozos de revisión



Fuente: Elaboración

propia

3.2.2.1 Cálculo pozos de revisión red principal y secundaria

Tabla 25 Cálculo pozos de revisión red principal

POZOS RED PRINCIPAL					TUBERÍA				DATOS HIDRÁULICOS				ALTURA DE POZOS					
Pozo No.		Longitud [m]	Caudal Diseño	S Nat [%]	Diámetro [mm]	S [%]	LLENA		q/Q	d/D	v/V	v [m/s]	h in [m]	PROYECTO				h fin [m]
Inicial	Final						V [m/s]	Q [l/s]						GRÁFICO				
									T in	F in	F fin			T fin				
4	5	37,35	2,25	3,88	200	3,80	2,94	92,45	0,02	0,108	0,344	1,012	2,00	1530,153	1528,153	1526,73	1528,704	1,97
5	6	57,74	2,31	3,17	200	3,20	2,70	84,83	0,03	0,131	0,386	1,042	1,97	1528,704	1526,734	1524,886	1526,874	1,99
6	7	42,72	2,35	-0,56	200	1,00	1,51	47,42	0,05	0,169	0,445	0,671	1,99	1526,874	1524,884	1524,457	1527,115	2,66
7	11	19,56	2,37	11,35	200	8,00	4,27	134,13	0,02	0,108	0,344	1,468	2,66	1527,115	1524,455	1522,890	1524,894	2,00
11	13	19,95	2,39	11,32	200	11,30	5,07	159,42	0,02	0,108	0,344	1,744	2,00	1524,894	1522,894	1520,640	1522,635	2,00
13	14	43,76	2,44	7,60	200	7,60	4,16	130,74	0,02	0,108	0,344	1,431	2,00	1522,635	1520,635	1517,309	1519,311	2,00
14	15	74,66	2,51	6,62	200	6,60	3,88	121,83	0,02	0,108	0,344	1,333	2,00	1519,311	1517,311	1512,383	1514,365	1,98
15	16	33,3	2,55	7,68	200	7,70	4,19	131,59	0,02	0,108	0,344	1,440	1,98	1514,365	1512,385	1509,821	1511,809	1,99
16	17	65,33	2,61	8,09	200	8,10	4,29	134,97	0,02	0,108	0,344	1,477	1,99	1511,809	1509,819	1504,527	1506,524	2,00
17	18	33,39	2,64	6,51	200	6,50	3,85	120,91	0,02	0,108	0,344	1,323	2,00	1506,524	1504,524	1502,354	1504,351	2,00
18	19	30,82	2,67	6,24	200	6,20	3,76	118,08	0,02	0,108	0,344	1,292	2,00	1504,351	1502,351	1500,440	1502,429	1,99
19	24	30,89	2,71	2,07	200	2,10	2,19	68,72	0,04	0,152	0,419	0,916	1,99	1502,429	1500,439	1499,790	1501,79	2,00
24	25	28,31	2,75	-0,27	200	1,00	1,51	47,42	0,06	0,186	0,468	0,706	2,00	1501,790	1499,790	1499,507	1501,867	2,36

25	29	37,23	2,79	7,13	200	6,20	3,76	118,08	0,02	0,108	0,344	1,292	2,36	1501,867	1499,507	1497,199	1499,214	2,02
29	33	32,3	2,82	3,76	200	3,70	2,90	91,22	0,03	0,131	0,386	1,120	2,02	1499,214	1497,194	1495,999	1498,001	2,00
33	34	30,07	2,86	-0,13	200	1,00	1,51	47,42	0,06	0,186	0,468	0,706	2,00	1498,001	1496,001	1495,700	1498,039	2,34
34	35	24,86	2,88	3,99	200	2,60	2,43	76,47	0,04	0,152	0,419	1,019	2,34	1498,039	1495,699	1495,053	1497,046	1,99
35	47	68,75	2,95	1,01	200	1,00	1,51	47,42	0,06	0,186	0,468	0,706	1,99	1497,046	1495,056	1494,369	1496,354	1,99
47	48	16,9	2,97	-0,86	200	1,00	1,51	47,42	0,06	0,186	0,468	0,706	1,99	1496,354	1494,364	1494,195	1496,499	2,30
48	49	35,66	3,01	0,01	200	1,00	1,51	47,42	0,06	0,186	0,468	0,706	2,30	1496,499	1494,199	1493,842	1496,497	2,65
49	50	38,88	3,05	0,03	200	1,00	1,51	47,42	0,06	0,186	0,468	0,706	2,65	1496,497	1493,847	1493,458	1496,485	3,03
50	51	73,14	3,12	0,38	200	1,00	1,51	47,42	0,07	0,210	0,488	0,736	3,03	1496,485	1493,455	1492,724	1496,204	3,48
51	52	74,08	3,19	0,68	200	1,00	1,51	47,42	0,07	0,210	0,488	0,736	3,48	1496,204	1492,724	1491,983	1495,701	3,72
52	53	39,18	3,23	9,76	200	5,40	3,51	110,20	0,03	0,131	0,386	1,353	3,72	1495,701	1491,981	1489,865	1491,877	2,01
53	54	53,91	3,29	6,41	200	6,40	3,82	119,97	0,03	0,131	0,386	1,473	2,01	1491,877	1489,867	1486,417	1488,424	2,01
54	55	77,07	3,36	4,73	200	4,70	3,27	102,81	0,03	0,131	0,386	1,262	2,01	1488,424	1486,414	1482,792	1484,777	1,99
55	56	31,13	3,39	5,82	200	5,90	3,66	115,19	0,03	0,131	0,386	1,414	1,99	1484,777	1482,787	1480,950	1482,964	2,01
56	57	48,67	3,44	2,90	200	2,90	2,57	80,76	0,04	0,152	0,419	1,076	2,01	1482,964	1480,954	1479,543	1481,555	2,01
57	58	40,98	3,48	3,15	200	3,10	2,66	83,50	0,04	0,152	0,419	1,113	2,01	1481,555	1479,545	1478,275	1480,263	1,99
58	59	30,89	3,51	4,21	200	4,20	3,09	97,19	0,04	0,152	0,419	1,295	1,99	1480,263	1478,273	1476,976	1478,963	1,99
59	60	39,69	3,55	21,34	200	21,30	6,96	218,87	0,02	0,108	0,344	2,395	1,99	1478,963	1476,973	1468,519	1470,493	1,97
60	61	24,61	3,58	-1,00	200	1,00	1,51	47,42	0,08	0,215	0,506	0,763	1,97	1470,493	1468,523	1468,277	1470,739	2,46
61	62	37,36	3,62	-0,15	200	1,00	1,51	47,42	0,08	0,215	0,506	0,763	2,46	1470,739	1468,279	1467,905	1470,795	2,89

62	63	38,58	3,65	3,45	200	1,20	1,65	51,95	0,07	0,210	0,488	0,806	2,89	1470,795	1467,905	1467,442	1469,465	2,02
63	64	15,79	3,67	8,40	200	8,30	4,35	136,63	0,03	0,131	0,386	1,678	2,02	1469,465	1467,445	1466,134	1468,139	2,00
64	65	72,86	3,75	6,20	200	6,20	3,76	118,08	0,03	0,131	0,386	1,450	2,00	1468,139	1466,139	1461,622	1463,624	2,00
65	66	46,46	3,80	8,70	200	8,60	4,42	139,07	0,03	0,131	0,386	1,708	2,00	1463,624	1461,624	1457,628	1459,582	1,95
66	67	44,4	3,84	35,98	200	35,90	9,04	284,14	0,01	0,076	0,290	2,621	1,95	1459,582	1457,632	1441,692	1443,606	1,91
67	0	46,73	3,89	26,36	200	25,70	7,65	240,41	0,02	0,108	0,344	2,631	2,20	1443,606	1441,406	1429,396	1431,290	1,89

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26 Cálculos pozos de revisión red secundaria

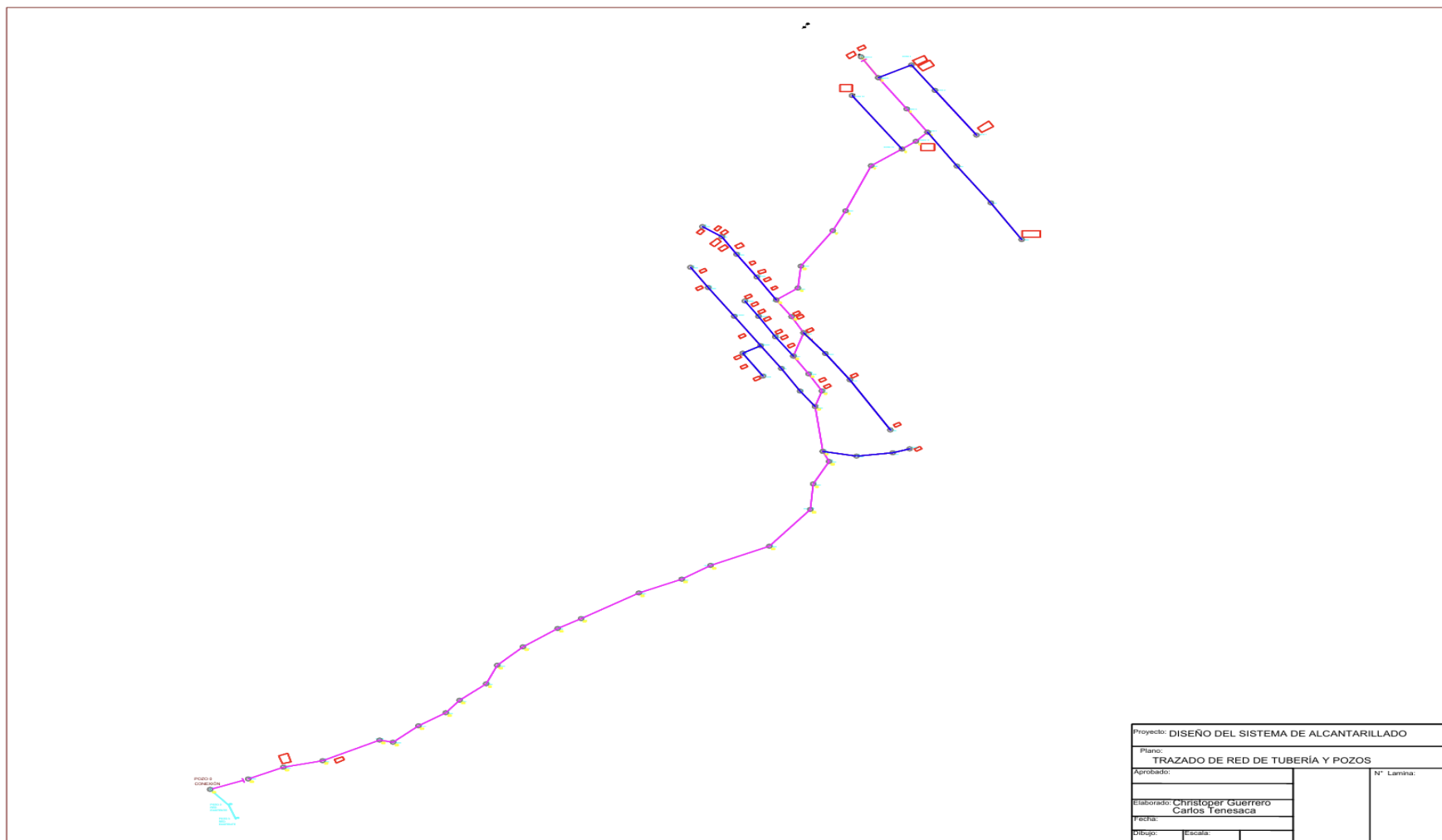
POZOS RED SECUNDARIA																			
T r a m o	Pozo No.		Longitud [m]	Caudal Diseño	S Nat [%]	TUBERÍA				DATOS HIDRÁULICOS				ALTURA DE POZOS					
	Ini cial	Fin al				Diámetro [mm]	S [%]	LLENA		q/Q	d/D	v/V	v [m/s]	h in [m]	PROYECTO				h fin [m]
								V [m/s]	Q [l/s]						GRÁFICO				
																T in	F in	F fin	T fin
1	1	2	83,09	2,29	4,47	200	4,50	3,20	100,60	0,02	0,108	0,344	1,101	2,00	1539,540	1537,540	1533,801	1535,830	2,03
	2	3	47,31	2,35	1,99	200	1,90	2,08	65,37	0,04	0,152	0,419	0,871	2,03	1535,830	1533,800	1532,901	1534,889	1,99
	3	5	42,76	2,39	14,46	200	14,40	5,72	179,96	0,01	0,076	0,290	1,660	1,99	1534,889	1532,899	1526,742	1528,704	1,96
2	8	9	66,16	2,46	8,35	200	8,40	4,37	137,45	0,02	0,108	0,344	1,504	2,00	1546,090	1544,090	1538,533	1540,566	2,03
	9	10	68,24	2,53	11,31	200	11,30	5,07	159,42	0,02	0,108	0,344	1,744	2,03	1540,566	1538,536	1530,825	1532,849	2,02
	10	7	61,61	2,59	9,31	200	9,30	4,60	144,62	0,02	0,108	0,344	1,583	2,02	1532,849	1530,829	1525,099	1527,115	2,02
3	12	13	99,49	2,70	1,94	200	1,90	2,08	65,37	0,04	0,152	0,419	0,871	2,00	1524,563	1522,563	1520,673	1522,635	1,96
4	20	21	27,21	2,74	5,99	200	6,00	3,70	116,16	0,02	0,108	0,344	1,271	2,00	1517,307	1515,307	1513,674	1515,676	2,00
	21	22	31,63	2,79	14,00	200	14,00	5,64	177,44	0,02	0,108	0,344	1,942	2,00	1515,676	1513,676	1509,248	1511,247	2,00
	22	23	41,61	2,84	16,32	200	16,30	6,09	191,46	0,01	0,076	0,290	1,766	2,00	1511,247	1509,247	1502,465	1504,458	1,99
	23	19	41,45	2,89	4,90	200	4,90	3,34	104,98	0,03	0,131	0,386	1,289	1,99	1504,458	1502,468	1500,437	1502,429	1,99
5	26	27	89,27	2,99	8,43	200	8,40	4,37	137,45	0,02	0,108	0,344	1,504	2,00	1514,452	1512,452	1504,953	1506,923	1,97
	27	28	49,01	3,03	8,19	200	8,20	4,32	135,80	0,02	0,108	0,344	1,486	1,97	1506,923	1504,953	1500,934	1502,907	1,97
	28	25	40,19	3,07	2,59	200	2,60	2,43	76,47	0,04	0,152	0,419	1,019	1,97	1502,907	1500,937	1499,892	1501,867	1,97

6	30	31	28,2	3,12	3,00	200	3,00	2,61	82,14	0,04	0,152	0,419	1,095	2,00	1502,142	1500,142	1499,296	1501,297	2,00
	31	32	36,52	3,17	3,32	200	3,30	2,74	86,15	0,04	0,152	0,419	1,148	2,00	1501,297	1499,297	1498,092	1500,084	1,99
	32	29	36,06	3,21	2,41	200	2,40	2,34	73,47	0,04	0,152	0,419	0,979	1,99	1500,084	1498,094	1497,229	1499,214	1,99
7	36	37	36,92	3,26	13,77	200	13,80	5,60	176,17	0,02	0,108	0,344	1,928	2,00	1512,000	1510,000	1504,905	1506,917	2,01
	37	38	52,94	3,31	10,15	200	10,10	4,79	150,71	0,02	0,108	0,344	1,649	2,01	1506,917	1504,907	1499,560	1501,545	1,98
	38	39	54,19	3,37	2,26	200	2,30	2,29	71,92	0,05	0,169	0,445	1,018	1,98	1501,545	1499,565	1498,319	1500,320	2,00
	40	41	41,92	3,43	2,69	200	2,70	2,48	77,92	0,04	0,152	0,419	1,039	2,00	1502,197	1500,197	1499,065	1501,071	2,01
	41	39	23,63	3,45	3,18	200	3,10	2,66	83,50	0,04	0,152	0,419	1,113	2,01	1501,071	1499,061	1498,328	1500,320	1,99
	39	42	41,9	3,50	3,25	200	3,20	2,70	84,83	0,04	0,152	0,419	1,131	1,99	1500,320	1498,330	1496,989	1498,957	1,97
	42	43	40,55	3,54	1,43	200	1,40	1,78	56,11	0,06	0,186	0,468	0,835	1,97	1498,957	1496,987	1496,419	1498,378	1,96
	43	35	29,25	3,57	4,55	200	4,60	3,24	101,71	0,04	0,152	0,419	1,356	1,96	1498,378	1496,418	1495,073	1497,046	1,97
8	44	45	20,35	3,59	20,61	200	20,60	6,85	215,24	0,02	0,108	0,344	2,355	2,00	1517,150	1515,150	1510,958	1512,955	2,00
	45	46	42,14	3,63	19,69	200	19,70	6,70	210,49	0,02	0,108	0,344	2,303	2,00	1512,955	1510,955	1502,653	1504,657	2,00
	46	47	39,61	3,67	20,96	200	20,90	6,90	216,80	0,02	0,108	0,344	2,372	2,00	1504,657	1502,657	1494,379	1496,354	1,98

Fuente: Elaboración propia

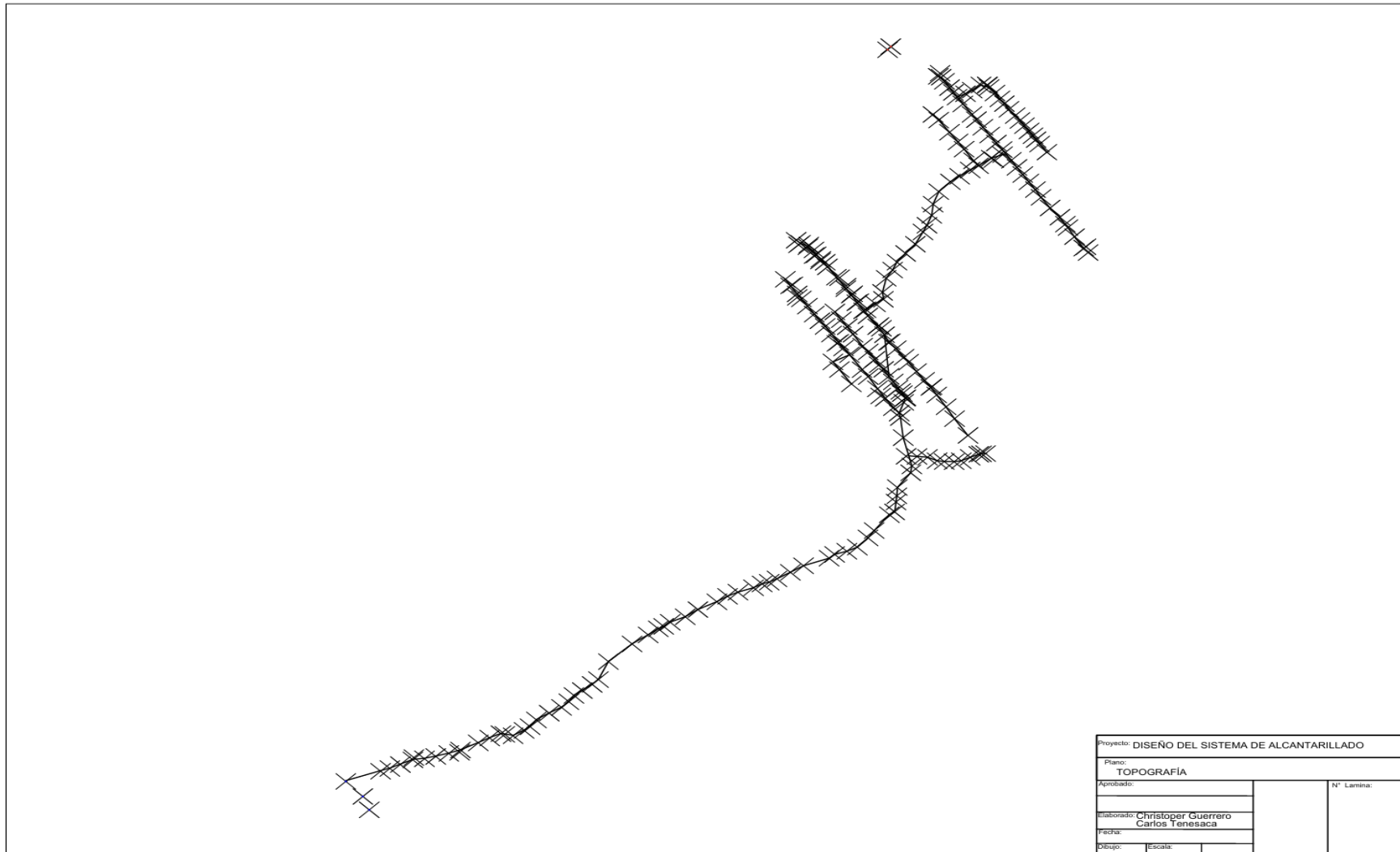
4. Planos del diseño de alcantarillado.

Figure 15 Trazado de tubería y pozos de revisión



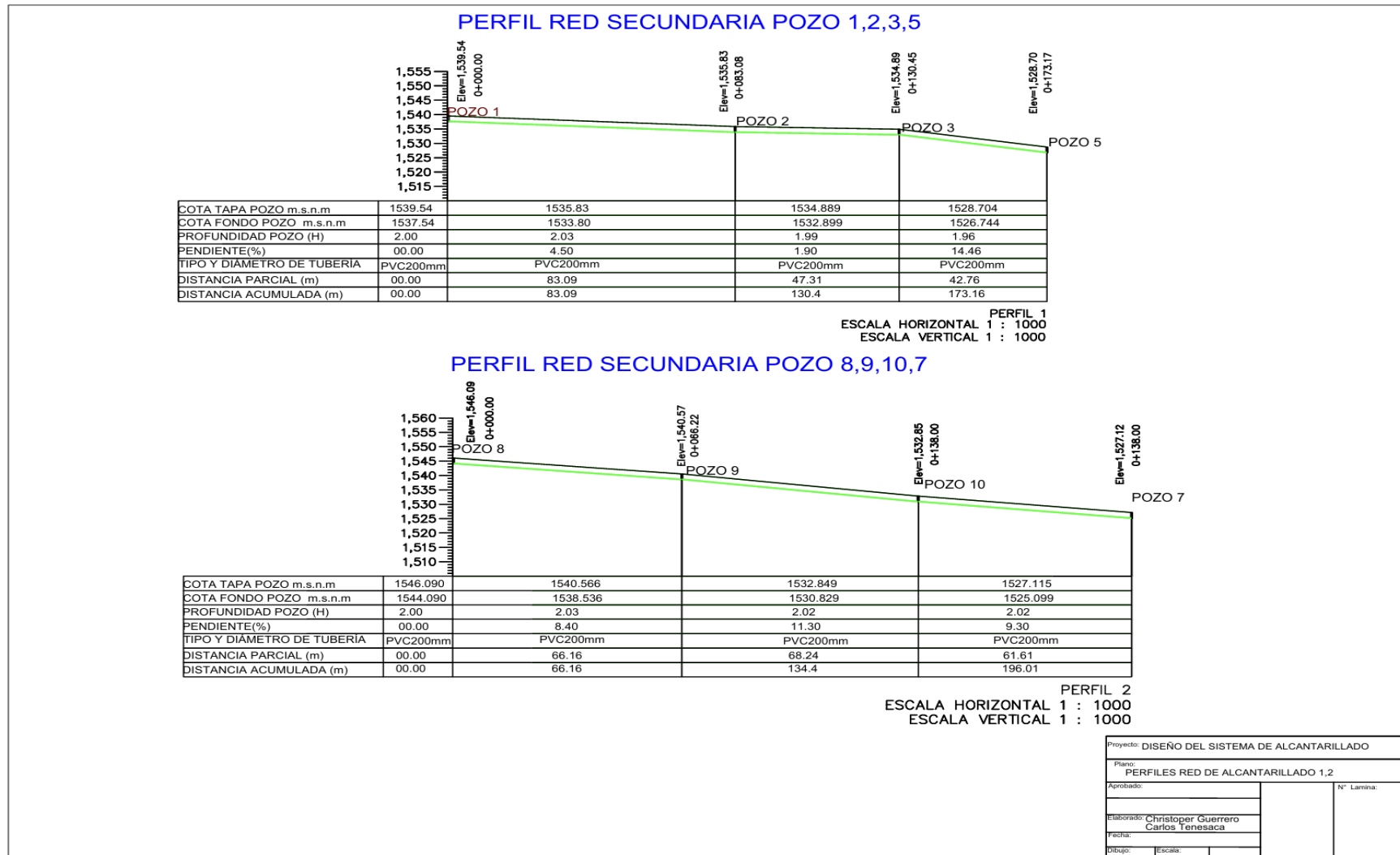
Fuente: Elaboración propia

Figure 16 Puntos de topografía



Fuente: Elaboración propia

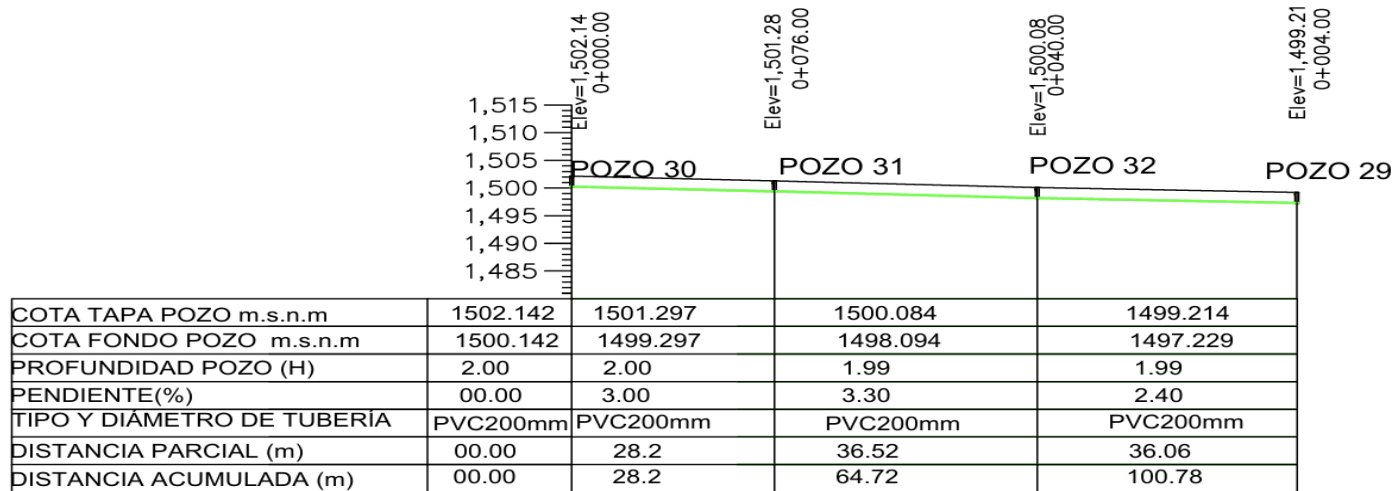
Figure 17 Perfil red secundaria 1,2



Fuente: Elaboración propia

Figure 18 Perfil red secundaria 3

PERFIL RED SECUNDARIA POZO 30,31,32,29



PERFIL 3

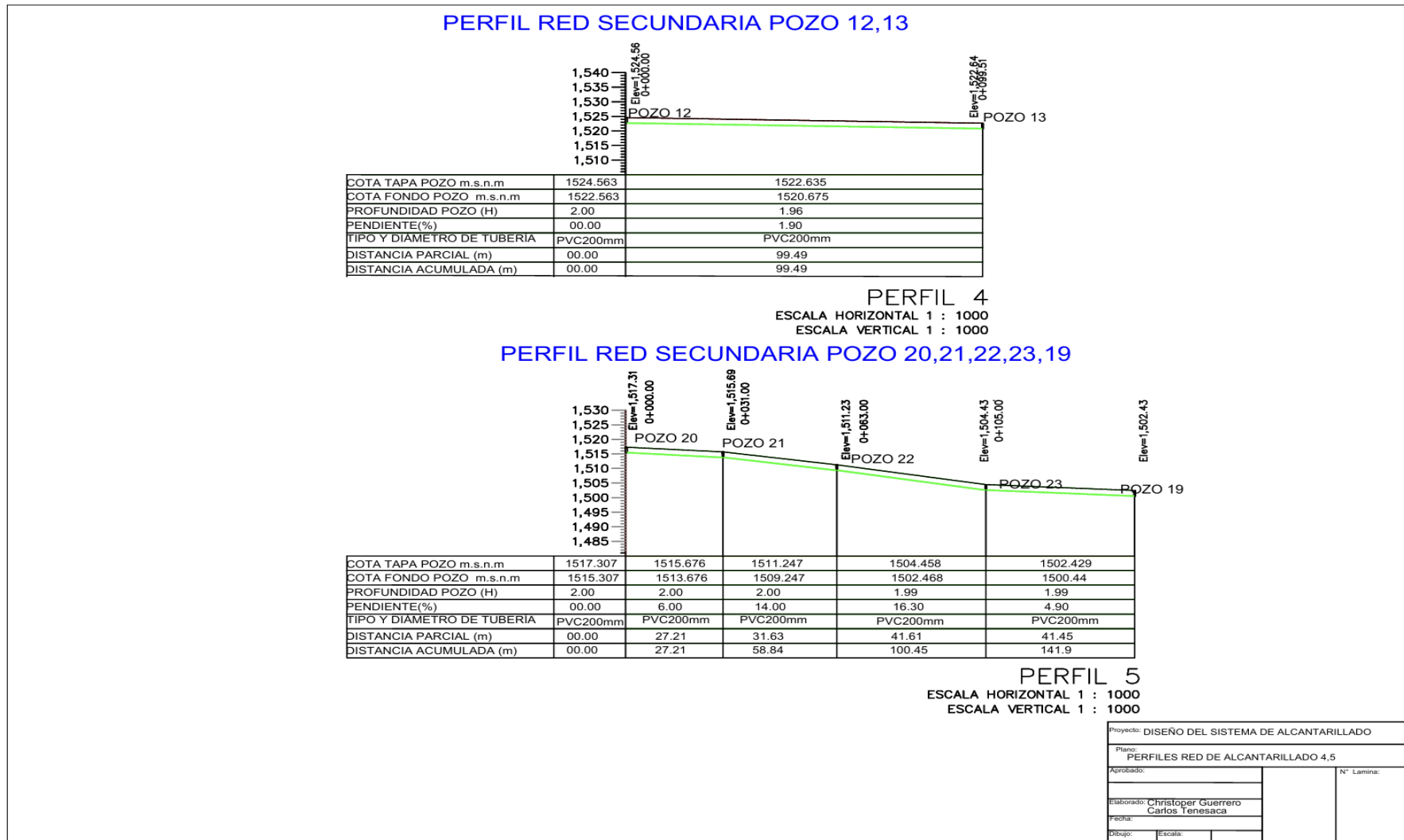
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000

ESCALA VERTICAL 1 : 1000

Proyecto: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	
Plano: PERFILES RED DE ALCANTARILLADO 3	
Aprobado:	N° Lamina:
Elaborado: Christopher Guerrero Carlos Tenesaca	
Fecha:	
Dibujo:	Escala:

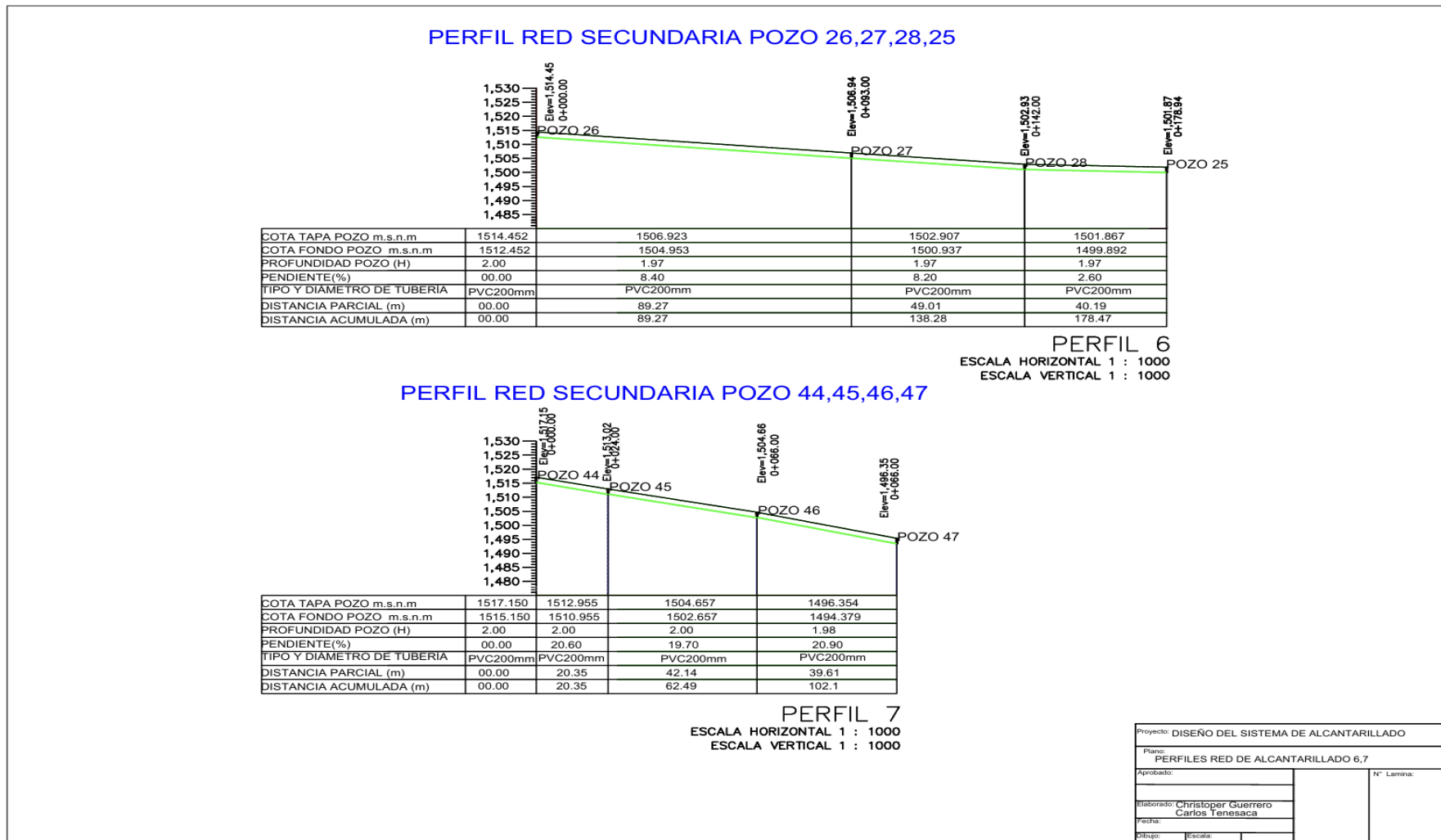
Fuente: Elaboración propia

Figure 19 Perfil red secundaria 4,5



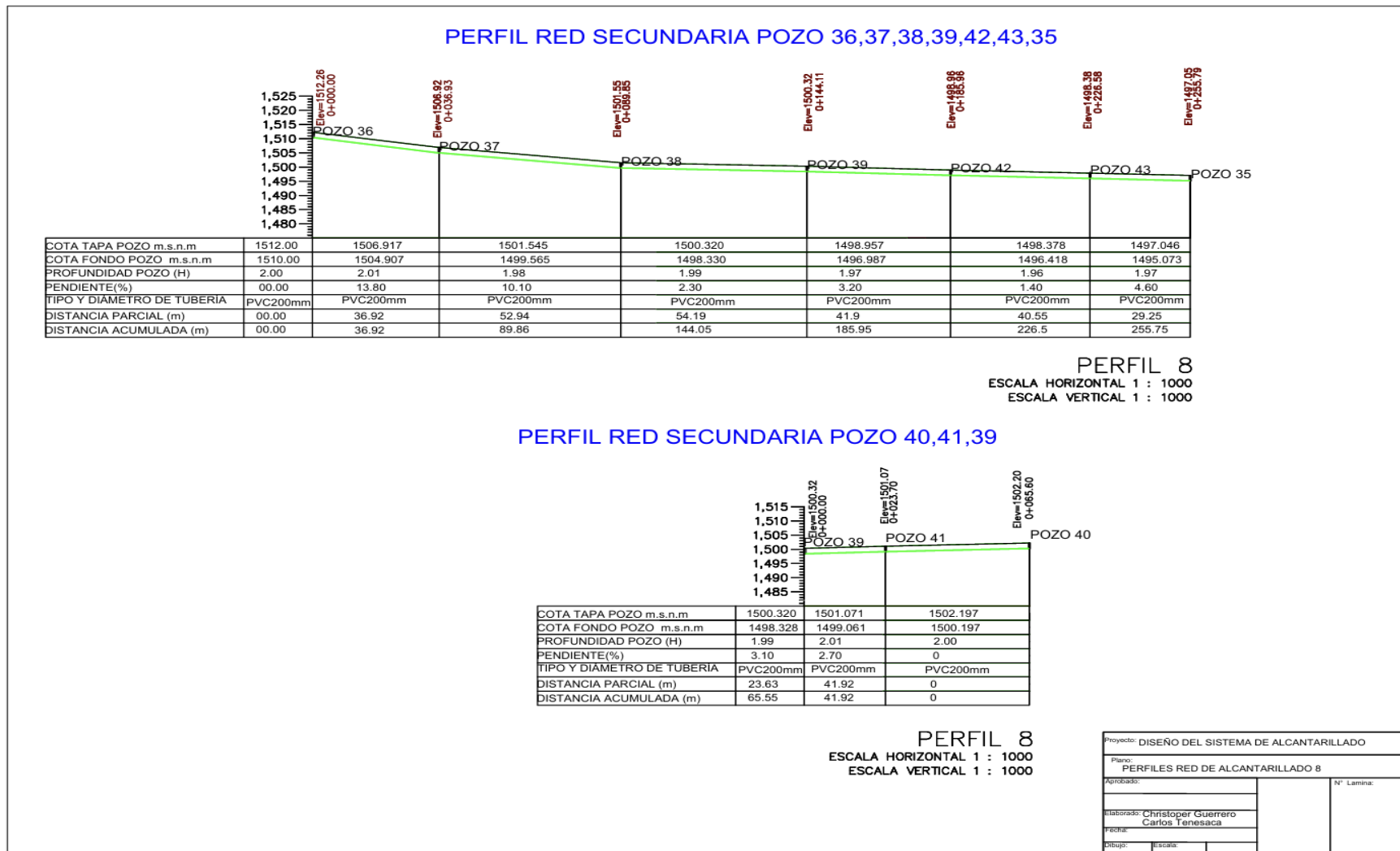
Fuente: Elaboración propia

Figure 20 Perfil red secundaria 6,7



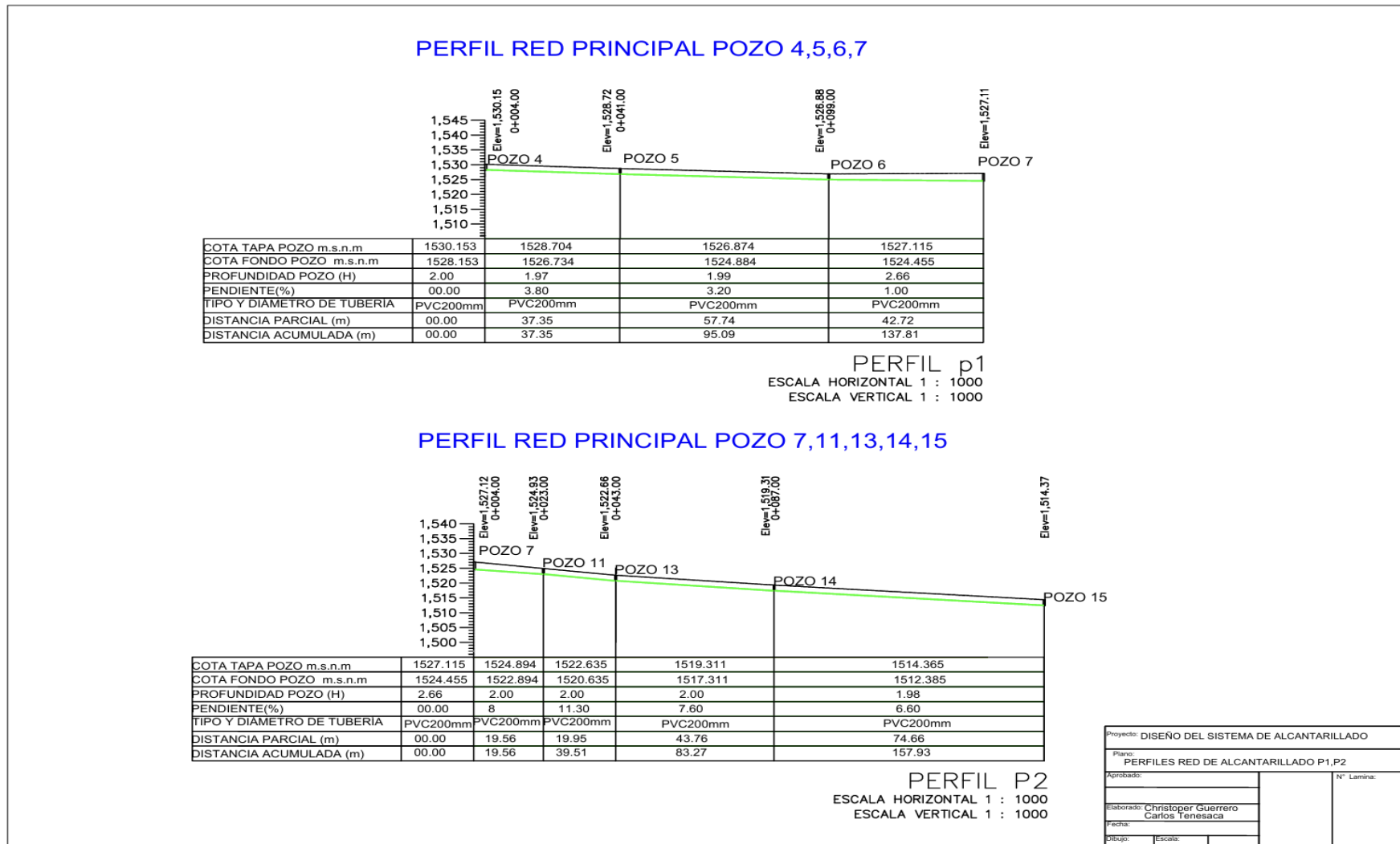
Fuente: Elaboración propia

Figure 21 Perfil red secundaria 8



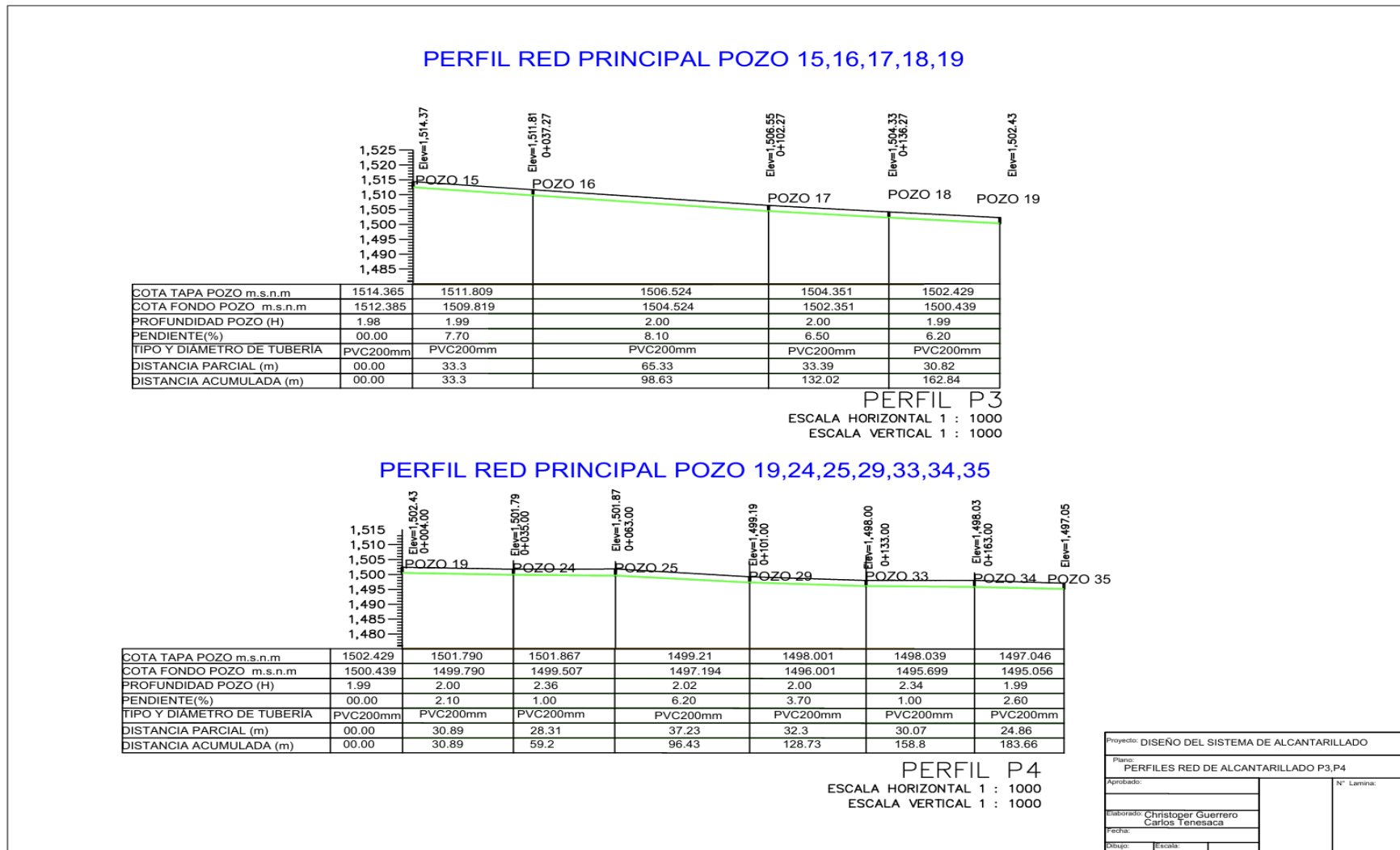
Fuente: Elaboración propia

Figure 22 Perfil red principal 1,2



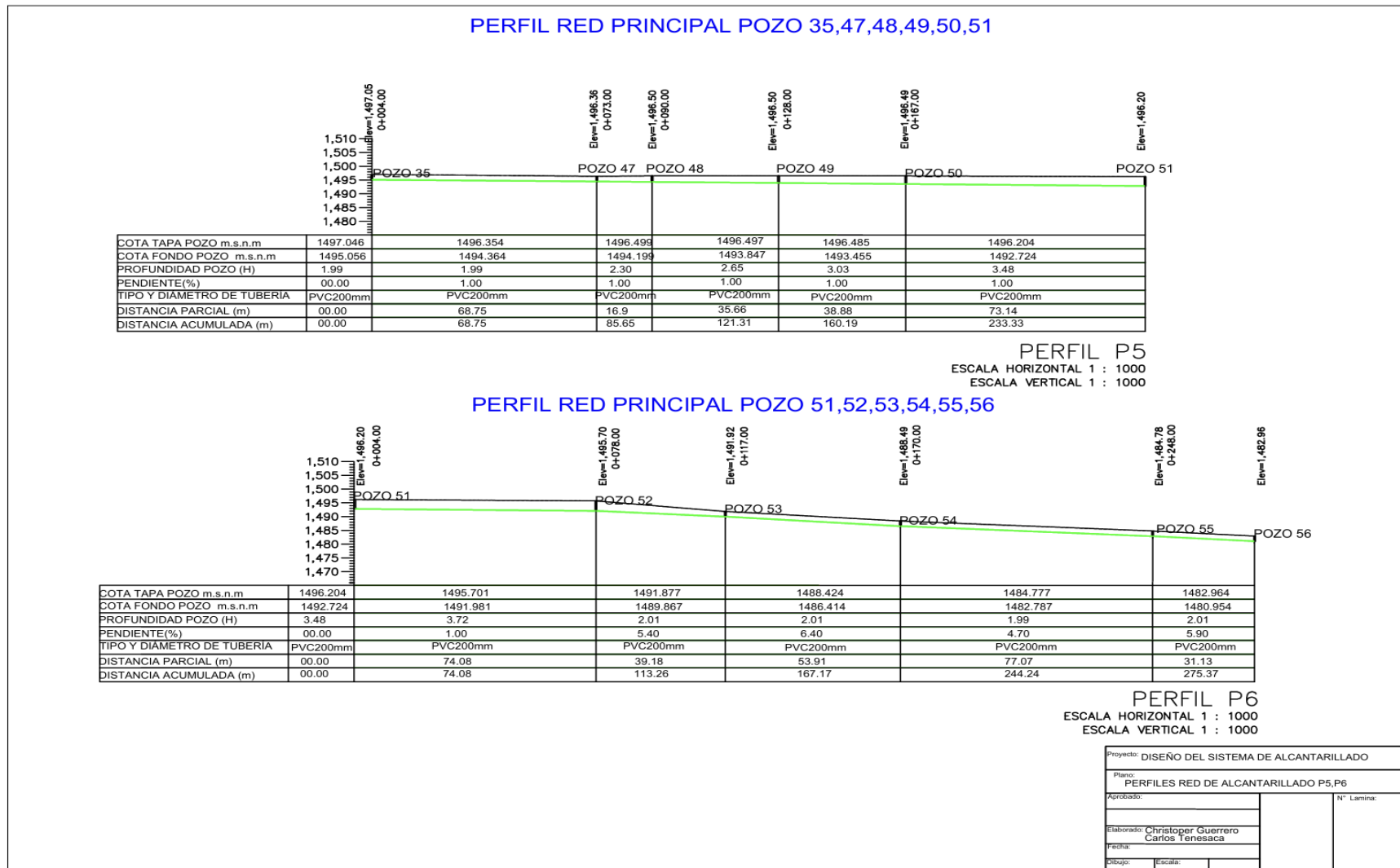
Fuente: Elaboración propia

Figure 23 Perfil red principal 3,4



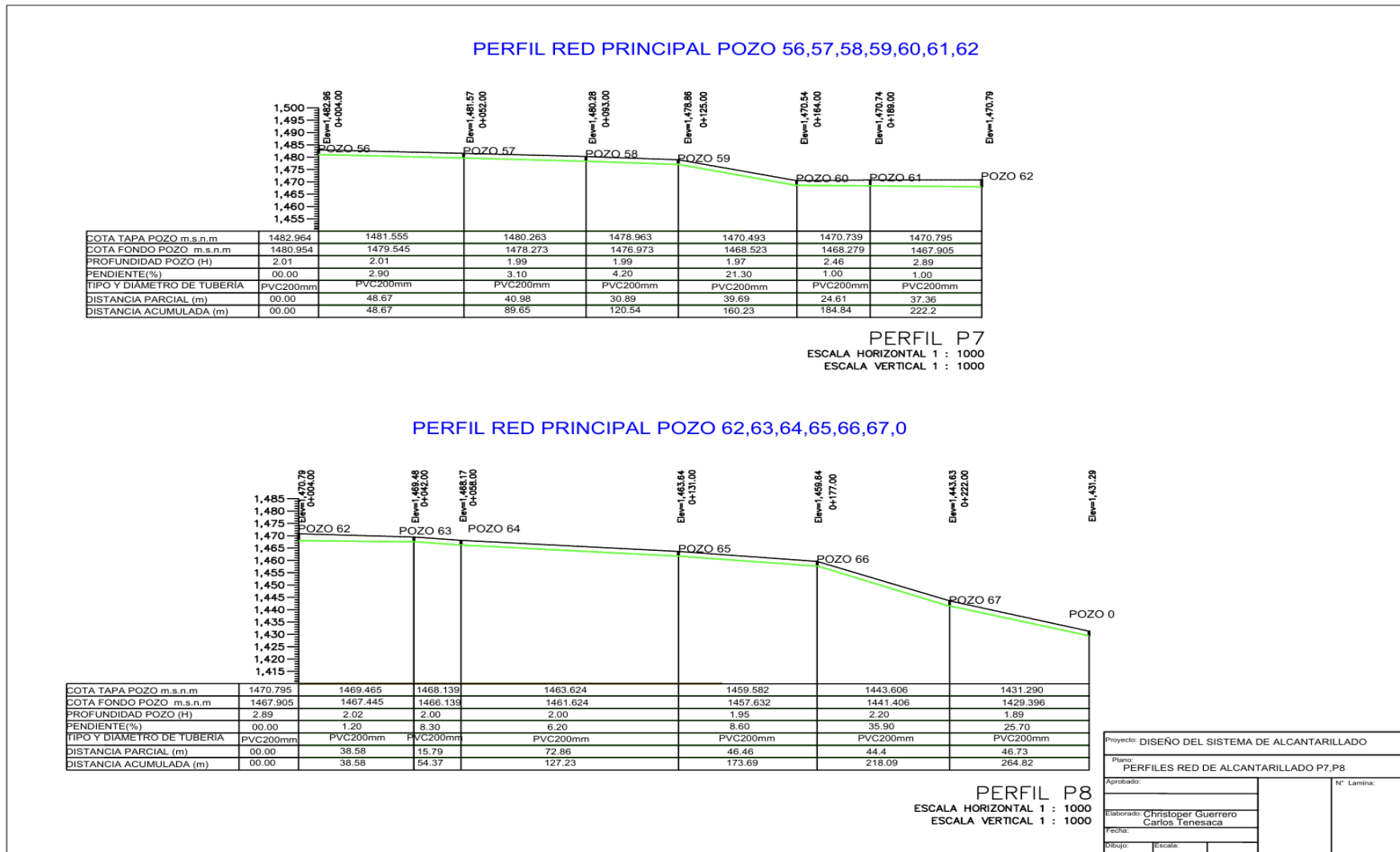
Fuente: Elaboración propia

Figure 24 Perfil red principal 5,6



Fuente: Elaboración propia

Figure 25 Perfil red principal 7,8



Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad Cooperativa Lentag permitió evidenciar la necesidad urgente de una red de alcantarillado sanitario para la comunidad, debido a que actualmente las aguas residuales son manejadas mediante métodos inadecuados como pozos sépticos y descargas directas, provocando efectos negativos tanto en el medio ambiente como en la salud de la población.
- A partir del levantamiento topográfico pudimos entender las condiciones del terreno, en donde pudimos determinar que la topografía del sector nos va a permitir la implementación de un sistema por gravedad, lo cual optimiza el funcionamiento hidráulico y reduce costos de operación del sistema.
- El diseño del alcantarillado sanitario se desarrolló en base a las normas técnicas como el SENAGUA, ETAPA e INEN, garantizando a la población que la red propuesta cumpla con parámetros adecuados de velocidad, pendiente, diámetro y caudal, asegurando un funcionamiento eficiente y evitando problemas durante el periodo de diseño.
- La proyección poblacional realizada a 20 años permitió establecer que el sistema diseñado tiene la capacidad de abastecer la demanda futura de aproximadamente 293 habitantes, asegurando el funcionamiento correcto del proyecto.
- La selección de tuberías de PVC como material principal contribuye a una mayor durabilidad, menor mantenimiento y mejor comportamiento frente a la corrosión, lo cual resulta adecuado para las condiciones rurales del proyecto.
- La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales existente presenta las condiciones necesarias para recibir y tratar las aguas residuales generadas por la comunidad, permitiendo que el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se integre de manera adecuada a la infraestructura existente y contribuya a mejorar las condiciones sanitarias de la población.

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda a las autoridades locales gestionar la ejecución del proyecto diseñado, ya que su implementación contribuirá directamente al mejoramiento de las condiciones sanitarias de la comunidad Cooperativa Lentag.
- Es primordial realizar un control de mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario, especialmente en los pozos de revisión, con el propósito de evitar obstrucciones en la red asegurando su correcto funcionamiento a lo largo del tiempo de diseño.
- Se recomienda cuando ya se vaya a realizar la construcción de la red de alcantarillado, se realice una socialización del proyecto con todas las personas de la comunidad, explicándoles de manera clara y concreta los beneficios que traerá este proyecto para la comunidad, ya que contribuirá a mejorar la calidad de vida de los habitantes, brindará mejores condiciones sanitarias y favorecerá el desarrollo del sector.

BIBLIOGRAFÍA

- Berrezueta, M., & Feijo, P. (2021). Diseño de redes de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales para la comunidad de Llintig, Gualaceo-Azuay. Gualaceo: Universidad del Azuay.
- Cañadas, M. Á. (1993). *Hidráulica aplicada a proyectos de riego*. https://books.google.com.ec/books?id=__kzM0ey4ckC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- CONAGUA. (2015). <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/sgapds-1-15-libro4.pdf>
- EMAAP-Q. (2009). *Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q*. <https://studylib.net/doc/27002490/normas-alcantarillado-emaap>
- ETAPA. (2025). *Etapa*. <https://www.etapa.net.ec/agua-potable-y-saneamiento/alcantarillado-y-saneamiento/>
- Girón, G. A. (2014). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Girón*. https://www.giron.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/PDOT_GAD-Municipal-Giron.pdf
- Girón, G. A. (s.f.). *Parroquia La Asunción*. <https://www.giron.gob.ec/parroquia-la-asuncion/>
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Girón. (15 de Julio de 2015). *Giron.god.ec*. https://www.giron.gob.ec/anterior/files/documentos_2016/NORMATIVAS/PLAN%20DE%20DESARROLLO%20Y%20ORDENAMIENTOTERRITORIAL%20DEL%20CANTON%20GIRON%202014-2019.pdf
- Hernández Zapata, D. Y., Jarramillo Albites, K., Huertas Mendosa, C., & Huarapita, B. (2018). <https://es.scribd.com/document/408314571/Informe-Final-de-Alcantarillado>
- INEN. (1992). *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN*. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN: <https://dn790000.ca.archive.org/0/items/ec.cpe.5.9.1.1992/ec.cpe.5.9.1.1992.pdf>
- Larriva, J. (2025). *Alcantarillado Sanitario*. Cuenca: Universidad del Azuay.

Mapcarta. (s.f.). Mapcarta: <https://mapcarta.com/es/N4387267697>

Municipio de Girón. (s.f.). *Municipio de Girón*. Municipio de Girón:
<https://www.giron.gob.ec/quienes-somos/clima-en-giron/>

Norma CO10.7-602-REVISIÓN, N. C. (2010). *NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL*. Secretaría del Agua.

Orellana A, J. D., & Barreto M, B. S. (2022).
dspace.<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/12183/1/17710.pdf>

Reyes, D. (2021). *Diseño de la red de alcantarillados sanitario para los sectores Nueva Esperanza, Pueblo Viejo y Santa Elena- La Asunción-Girón- Azuay*. Cuenca: Universidad del Azuay.

Ricardo López Cualla. (2003). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Bogotá: Escuela colombiana de ingeniería.

Secretaría del Agua. (2005). *wordpress*. <https://inmobiliariadja.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/norma-co-10-7-602-area-rural.pdf>

SENAGUA. (2010). *SENAGUA*. SENAGUA.

Zamora, E. (s.f.). *scribd*. <https://es.scribd.com/document/864876444/En-Ecuador-Se-Reconocen-Cuatro-Tipos-Principales-de-Alcantarillado>

ANEXOS

Ilustración 2 Interacción con habitantes de la zona para la recopilación de información



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3 Inspección de campo en la comunidad Cooperativa Lentag



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 4 Reconocimiento del área de estudio para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario



Fuente: *Elaboración propia*

Ilustración 5 Uso de equipo topográfico para la obtención de información del terreno



Fuente: *Elaboración propia*

Ilustración 6 Levantamiento topográfico del área de estudio



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 7 Toma de datos topográficos 1



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 8 Toma de datos topográficos 2



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 9 Toma de datos topográficos 3



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 10 Toma de datos topográficos 4



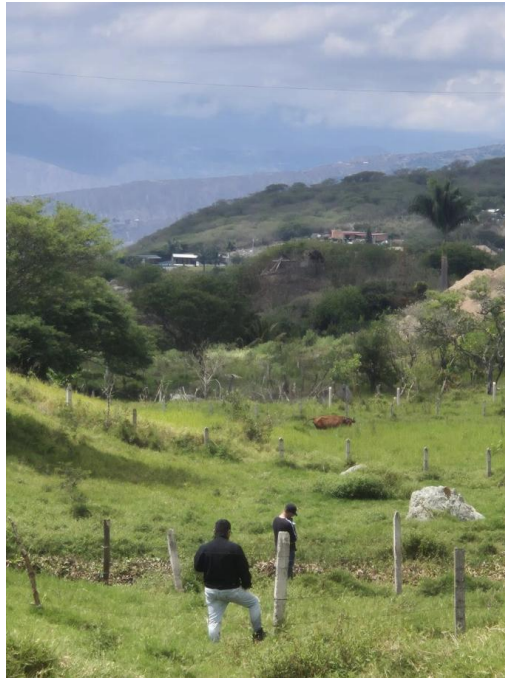
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 11 Toma de datos topográficos 5



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 12 Toma de datos topográficos 6



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 13 Ubicación de pozo sanitario existente en el área de estudio



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 14 Identificación de pozo existente para la descarga del sistema proyectado



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 15 Puntos de referencia del levantamiento



Fuente: Elaboración propia