



**Universidad del Azuay**

**Facultad de Ciencia y tecnología**

**Carrera de Ingeniería civil**

**Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario para la Comunidad  
de Pastopamba, Paute, Azuay**

**Trabajo previo a la obtención del grado académico de Ingeniero civil**

**Paolo Sebastian Sarmiento Vazquez**

**Josué Bernardo Larriva Vásquez, PhD**

**Cuenca – Ecuador**

**2023**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi familia, amigos y seres queridos por su apoyo incondicional a lo largo de mi camino académico, su presencia y aliento han sido fundamentales en mi vida, brindándome fuerza y motivación. Agradezco a mi familia por ser mi pilar inquebrantable y creer en mí cuando dudaba de mis propias capacidades. A mis amigos, tanto los de la universidad como los de la escuela, valoro su amistad invaluable y su constante inspiración. Su apoyo a distancia demuestra que la amistad no conoce barreras geográficas. Agradezco a todos por ser mi roca, mi motivación y mis mayores defensores.



### **Resumen:**

En el presente trabajo de titulación se realiza el diseño del alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de la comunidad de Pastopamba. Se realizó el levantamiento de la información demográfica, cuerpos de agua cercanos a la misma, y se realizó el levantamiento topográfico del terreno por medio de un dron y tecnología RTK. Para el diseño se usaron las recomendaciones de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, y mediante una hoja de cálculo se comprobó quecumpla con todos los parámetros hidráulicos necesarios. También se realizó el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de acuerdo al terreno del que dispone la comunidad. Finalmente se incluye la memoria técnica completa y los planos de detalle del proyecto de alcantarillado.

**Palabras clave:** Aguas Residuales, Alcantarillado Sanitario, Levantamiento Topográfico, RTK, Saneamiento Ambiental

### **Abstract:**

In the present degree work, the design of the sanitary sewer system and treatment plant of the community of Pastopamba is carried out. The survey of demographic information, course of water information, and the topographic survey of the land were carried out using a drone and RTK (Real-Time Kinematic) technology. For the design, the recommendations of the Ecuadorian Construction Standard were used, and through a spreadsheet, it was verified that it complies with all the necessary hydraulic parameters. The design of the wastewater treatment plant was also carried out according to the land available to the community. Finally, the complete technical report and the detailed plans of the sewerage project are included.

**Keywords:** Environmental Sanitation, RTK, Sanitary Sewerage, Topographic Survey, Wastewater



Este certificado se encuentra en el repositorio digital de la Universidad del Azuay, para verificar su autenticidad escanee el código QR

Este certificado consta de: 1 página.

**INDICE DE CONTENIDO**

AGRADECIMIENTO .....	ii
Resumen:.....	iii
Abstract: .....	iii
INDICE DE CONTENIDO.....	iv
ANEXOS .....	x
INTRODUCCION .....	xii
CAPITULO 1 .....	1
1.1 TITULO.....	1
1.2 PROBLEMÁTICA Y JUSTIFICACIÓN:.....	1
1.3 OBJETIVO GENERAL .....	2
1.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS: .....	2
1.5 INVESTIGACIONES PREVIAS AL PROYECTO .....	2
1.6 UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL PROYECTO .....	3
1.7 ÁREA DE TRABAJO .....	7
1.8 TENTATIVA DEL PROYECTO .....	8
1.9 CANTIDAD DE VIVIENDAS .....	9
1.10 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	9
CAPITULO 2 .....	17
PARAMETROS DISEÑO PARA UN SISTEMA ALCANTARILLADO SANITARIO: .....	17
2.1 PERIODOS DE DISEÑO .....	17
2.2 INDICE DE CRECIENTO POBLACIONAL .....	17
<b>2.2.1. Método Aritmético</b> .....	17
<b>2.2.2 Método Geométrico</b> .....	18
<b>2.2.3 Método Exponencial</b> .....	18
2.3 POBLACION DEL PROYECTO .....	19
<b>2.3.1 Crecimiento poblacional geométrico</b> .....	19
2.4 VOLUMEN ESTIMADO DE AGUAS RESIDUALES .....	19
<b>2.4.1 Agua potable aportada al público.</b> .....	19
<b>2.4.2 Cantidad de agua potable aportada al público a futuro.</b> .....	20
<b>2.4.3 Consumo de agua.</b> .....	20
2.5 CARACTERÍSTICAS HIDRAULICAS DE LOS CONDUCTOS. ....	21
<b>2.5.1 Profundidad Mínima.</b> .....	21
<b>2.5.2 Pendiente mínima.</b> .....	21

<b>2.5.3 Diámetro mínimo</b> .....	21
<b>2.5.4 Velocidad mínima</b> .....	21
<b>2.5.5 Velocidad máxima</b> .....	21
2.6 DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO .....	22
<b>2.6.1 Caudal medio anual</b> .....	22
<b>2.6.2 Caudal mínimo</b> .....	22
<b>2.6.3 Caudal máximo instantáneo</b> .....	22
<b>2.6.4 Caudal de aguas servidas (Qas)</b> .....	23
<b>2.6.5 Caudal de aguas de infiltración (Qinf)</b> .....	24
<b>2.6.6 Caudal de aguas ilícitas (Qil)</b> .....	24
<b>2.6.7 Caudal de diseño (Qdis)</b> .....	25
2.7 PROFUNDIDAD DE ZANJAS .....	25
2.8 FORMULAS PARA EL DISEÑO .....	26
<b>2.8.1 Formula de Manning</b> .....	26
<b>2.8.2 Determinación de la pendiente</b> .....	26
2.9 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	27
<b>2.9.1 Sistemas de tratamientos de aguas residuales</b> .....	27
CAPITULO 3 .....	29
3.1 DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO .....	29
<b>3.1.1 Periodo de diseño:</b> .....	29
<b>3.1.2 Crecimiento poblacional:</b> .....	29
<b>3.1.3 Volumen estimado de aguas residuales</b> .....	29
<b>3.1.4 Dotación futura</b> .....	29
<b>3.1.5 Características hidráulicas de los conductos</b> .....	30
<b>3.1.7 Caudal de aguas servidas</b> .....	31
<b>3.1.8 Caudal de infiltración</b> .....	31
<b>3.1.9 Caudal de aguas ilícitas</b> .....	31
<b>3.1.10 Caudal de diseño</b> .....	31
<b>3.1.11 Profundidad de zanjas</b> .....	31
<b>3.1.12 Relaciones Hidráulicas</b> .....	31
<b>3.1.13 Hoja de Cálculo de Excel</b> .....	31
3.2 TRAMO LONGITUDINAL DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA VIA PRINCIPAL DE PASTOPAMBA .....	33
3.3 PERFIL DEL SISTEMA DE ALCANATRILLADO SANITARIO DE LA COMUNIDAD DE PASTOPAMBA .....	35
CAPITULO 4 .....	38

4.1 ANTECEDENTES AL DISEÑO .....	38
4.2 DISEÑO DE FOSA SEPTICA.....	39
<b>4.2.1 Volumen de la fosa séptica.</b> .....	39
<b>4.2.2 Consideraciones de medida para la fosa séptica.</b> .....	39
4.3 DIMENSIONAMIENTO DE LA FOSA SEPTICA .....	40
4.4 PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA RESIDUAL .....	40
4.5 FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENCIONAL .....	42
<b>4.5.1 Datos de diseño</b> .....	42
4.6 UBICACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO .....	46
ANEXOS .....	52

**INDICE DE TABLAS**

CAPITULO 1 .....	1
CAPITULO 2 .....	17
<b>Tabla 2-1</b> Periodos de diseño de acuerdo al número de habitantes .....	17
<b>Tabla 2-2</b> Agua potable aportada al público en zona rural de acuerdo al clima....	19
<b>Tabla 2-3</b> Tipo de consumo de acuerdo al uso. ....	20
<b>Tabla 2-4</b> Velocidades máximas de acuerdo al material .....	21
<b>Tabla 2-5</b> Caudales de infiltración de acuerdo al diámetro de la tubería .....	24
<b>Tabla 2-6</b> Datos de la profundidad de las zanjas de acuerdo al diámetro nominal	25
CAPITULO 3 .....	29
CAPITULO 4 .....	38
<b>Tabla 4-1</b> Dimensionamiento a considerar .....	39
<b>Tabla 4-2</b> Criterios de diseño del filtro anaerobio de flujo ascensional. ....	42
<b>Tabla 4-3</b> Valores de remoción .....	43

## INDICE DE FIGURAS

CAPITULO 1 .....	1
<b>Figura 1-1</b> Vía principal de Pastopamba. ....	3
<b>Figura 1-2</b> Provincia donde se encuentra ubicado el proyecto.....	4
<b>Figura 1-3</b> Cantón donde se encuentra el proyecto .....	5
<b>Figura 1-4</b> Comunidad de Pastopamba .....	5
<b>Figura 1-5</b> Vista de la vía principal de la comunidad.....	6
<b>Figura 1-6</b> Vista de la comunidad de Pastopamba .....	7
<b>Figura 1-7</b> Área de trabajo del proyecto.....	7
<b>Figura 1-8</b> Tentativa del sistema de alcantarillado sanitario.....	8
<b>Figura 1-9</b> Tentativa de ubicación de la planta de tratamiento .....	8
<b>Figura 1-10</b> Ubicación de viviendas y zonas públicas como iglesia y escuela.....	9
<b>Figura 1-11</b> Equipo RTK para realizar el levantamiento topográfico.....	10
<b>Figura 1-12</b> Equipo de estabilización de los satélites .....	10
<b>Figura 1-13</b> Base 1 del RTK ubicado en la parte superior de la comunidad.....	11
<b>Figura 1-14</b> Base 2 del RTK ubicado en la parte media de la comunidad.....	11
<b>Figura 1-15</b> Señalización de puntos de control para el levantamiento topográfico .....	12
<b>Figura 1-16</b> Vista de la base 1 en relación a los puntos de control. ....	12
<b>Figura 1-17</b> Dron con el cual se realizará la toma de orto fotos de toda la comunidad para la recolección de datos. ....	13
<b>Figura 1-18</b> Orto foto de toda la comunidad de Pastopamba, donde se aprecia la cantidad de casas y terreno. ....	14
<b>Figura 1-19</b> Presentación del terreno en 3D de toda la vía principal de la comunidad además de una vista del trazado preliminar del sistema de alcantarillado sanitario. ....	15
<b>Figura 1-20</b> Orto foto donde se aprecia el terreno, vía y ubicación de viviendas en la comunidad. ....	15
<b>Figura 1-21</b> Vía principal de la comunidad de Pastopamba realizado con las elevaciones en conjunto con los puntos de nivel.....	16
CAPITULO 2 .....	17
CAPITULO 3 .....	29
<b>Figura 3-1</b> Calculo de la población futura.....	29
<b>Figura 3-2</b> Topografía y orto foto del terreno de estudio .....	32
<b>Figura 3-3</b> Tramos con bastante sinuosidad y diversos cambios de pendientes (Tramos del 15-31).....	33

<b>Figura 3-4</b> Zona donde la tubería debe pasar un poco separada de la vía debido a que está en construcción ( Vía nueva).....	34
<b>Figura 3-5</b> Tramos con mayor implementación de pozos debido a los cambios de pendiente (tramos 56-65).....	35
<b>Figura 3-6</b> Perfil de los tramos con varias curvas y cambios de dirección .....	36
<b>Figura 3-7</b> Zona donde existen varios pozos debido a la pendiente pronunciada.	37
<b>CAPITULO 4</b> .....	38
<b>Figura 4-1</b> Zona donde se ubicará la planta de tratamiento residual.....	38
<b>Figura 4-2</b> Calculo de dimensionamiento .....	40
<b>Figura 4-3</b> Ilustración de fosa séptica a construir(perfil) .....	41
<b>Figura 4-4</b> Ilustración de fosa séptica a construir (planta) .....	41
<b>Figura 4-5</b> Cálculos de dimensionamiento del filtro anaerobio de flujo ascensional.....	42
<b>Figura 4-6</b> Dimensionamiento del filtro anaerobio de flujo ascensional .....	43
<b>Figura 4-7</b> Filtro Anaerobio de Flujo Ascensional(Perfil) .....	43
<b>Figura 4-8</b> Filtro Anaerobio de Flujo Ascensional(Planta) .....	44
<b>Figura 4-9</b> Ilustración de subdrenes (Planta).....	44
<b>Figura 4-10</b> Filtro Anaerobio de Flujo Ascensional (Estructural) .....	45
<b>Figura 4-11</b> Cúpula del Filtro Anaerobio de Flujo Ascensional .....	46
<b>Figura 4-12</b> Ubicación de la planta de tratamiento en el terreno de estudio .....	46

**ANEXOS**

<b>ANEXO-1</b> Hoja de Cálculo (1/2) .....	52
<b>ANEXO-2</b> Hoja de cálculo (2/2) .....	53
<b>ANEXOS DE PLANOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD DE PASTOPAMBA .....</b>	<b>61</b>

**FORMULAS**

CAPITULO 1 .....	xii
CAPITULO 2 .....	17
Formula 2.1 .....	18
Formula 2.2 .....	18
Formula 2.3 .....	18
Formula 2.4 .....	19
Formula 2.5 .....	20
Formula 2.6 .....	22
Formula 2.7 .....	22
Formula 2.8 .....	23
Formula 2.9 .....	23
Formula 2.10 .....	23
Formula 2.11 .....	24
Formula 2.12 .....	24
Formula 2.13 .....	25
Formula 2.14 .....	26
Formula 2.15 .....	26
Formula 2.16 .....	26
CAPITULO 3 .....	29
CAPITULO 4 .....	38

## **INTRODUCCION**

La comunidad de Pastopamba se enfrenta a un desafío crucial: la carencia de un sistema de alcantarillado sanitario. Esta situación ha generado problemas significativos en la gestión de las aguas residuales, ya que se han descartado sin tratamiento alguno durante años. Este desafío afecta tanto al medio ambiente como a la salud de los miembros de la comunidad y aquellos que la rodean.

La falta de un sistema de alcantarillado adecuado ha causado un impacto negativo en la calidad del agua y en los ecosistemas cercanos. Las aguas residuales no tratadas se vierten directamente en las fuentes de agua cercanas, contaminándolas y poniendo en peligro la salud de las personas y la vida acuática. Además, este problema repercute en la calidad de vida de los habitantes de Pastopamba, ya que están expuestos a enfermedades transmitidas por el agua y a un entorno insalubre.

Es fundamental abordar esta situación de forma urgente. La implementación de un sistema de alcantarillado sanitario se vuelve una necesidad imperante en la comunidad de Pastopamba para salvaguardar el entorno natural y la salud de sus habitantes. Esto permitirá un tratamiento adecuado de las aguas residuales, evitando su liberación directa al medio ambiente y promoviendo un entorno más saludable y sostenible.

## **CAPITULO 1**

### **1.1 TITULO**

Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad de Pastopamba, Paute, Azuay.

### **1.2 PROBLEMÁTICA Y JUSTIFICACIÓN:**

En la comunidad de Pastopamba no tiene la existencia de un sistema de alcantarillado durante varios años lo que ha provoca una gran serie de problemas sanitarios, estos inconvenientes no son únicamente en las viviendas sino en lugares de acceso público como pueden ser centros de salud o la misma escuela las cuales tienen un impacto más grande debido a la presencia de grandes masas de personas en estos lugares, cabe recalcar que estas condiciones afectan a gran escala a los más pequeños (niños, niñas, recién nacidos) hasta a las personas de avanzadas edades o con problemas médicos, los cuales pertenecen al grupo de atención prioritaria y con todo lo que pueda ocurrir por la falta de este sistema las cosas pueden agravarse de la peor manera. Así también debemos tener muy en cuenta que la sociedad avanza y va de la mano con el crecimiento poblacional y por lo tanto esto recae en un aumento de consumo del líquido vital del ser humano que es el agua y a la vez con un aumento en la cantidad de viviendas haciendo que la zona se vuelva impermeable y recaiga con problemas mayores. También se ha llegado a determinar que la falta de un sistema de alcantarillado ha logrado dar con un impacto negativo hacia el medio ambiente, al mismo desarrollo económico de la zona, como también viales, debido a la acumulación de aguas provocadas por las malas temporadas (lluvias), en ciertas zonas debido a la falta de rejillas que conduzcan o desvíen esas aguas lluvias para que estas no queden estancadas y afecten de manera negativa el transporte en esta zona.

El GAD parroquial de San Cristóbal ha realizado un llamado urgente a la construcción de una red de alcantarillado y un tratamiento de aguas residuales para salvaguardar la vida de muchas personas ya que es un tema muy sensible lo que se vive cuando no se tiene la presencia de un correcto control del desfogue de aguas negras y aguas pluviales. Por lo que se propone el diseño de un sistema de alcantarillado que está repartido a lo largo de toda la comunidad donde se realizara las respectivas mediciones

topográficas estas serán realizadas por medio de un dron y un sistema rtk el cual llevara los datos de la zona de estudio (niveles) los cuales serán de ayuda para el trazado de la red de alcantarillado la cual con ayuda de una hoja de cálculo se realizara la definición de tuberías, presiones, etc. Estos datos indicaran si esta realizado de manera correcta el diseño de toda la red de agua y que realizara un desfogue eficiente de las aguas recolectadas en las tuberías.

### **1.3 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar el sistema de alcantarillado para la comunidad de Pastopamba en la parroquia de San Cristóbal perteneciente al cantón Paute provincia del Azuay.

### **1.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Recolectar y medir datos topográficos y técnicos para el diseño de la planta de saneamiento y la red de alcantarillado.
- Revisar criterios y normativas para el diseño.
- Realizar el diseño de la red de alcantarillado y el sistema de saneamiento de Pastopamba.
- Elaborar la documentación técnica de los proyectos a realizar, así como los planos de detalle del sistema.

### **1.5 INVESTIGACIONES PREVIAS AL PROYECTO**

Pastopamba es una comunidad en pleno desarrollo la cual se encuentra en un crecimiento acelerado tanto en el tema económico como en el tema demográfico, la zona es característica por el cuidado y comercio de ganado (vacas, ovejas, gallinas, etc.) además, se sabe que integrantes de varias familias se dedican a trabajos ubicados en la zona central de las ciudades tanto en Cuenca como en Paute.

La comunidad tiene una similitud en lo que es el clima y la temperatura con respecto a Cuenca, esto es debido por la cercanía de la comunidad con respecto a Cuenca. En cuanto a la cantidad de habitantes y la cantidad de residuos líquidos producidos por vivienda será determinada de acuerdo a la cantidad de habitantes y viviendas dicho en

la normativa INEN 5 parte 9, esta exige un mínimo de residuos líquidos y de habitantes para el desarrollo de un sistema de alcantarillado sanitario.

El terreno al cual pertenece Pastopamba contiene unas pendientes con continuidad diversa, sin embargo, cuenta con la suficiente como para poder realizar un sistema de alcantarillado, de acuerdo con la normativa se necesita un mínimo de pendiente del 1% con respecto al terreno. Cabe recalcar que la vía tiene una sinuosidad y cambios de dirección muy marcados por lo tanto podría existir problemas en cuanto a las ubicaciones de los pozos de revisión.



**Figura 1-1** Vía principal de Pastopamba.

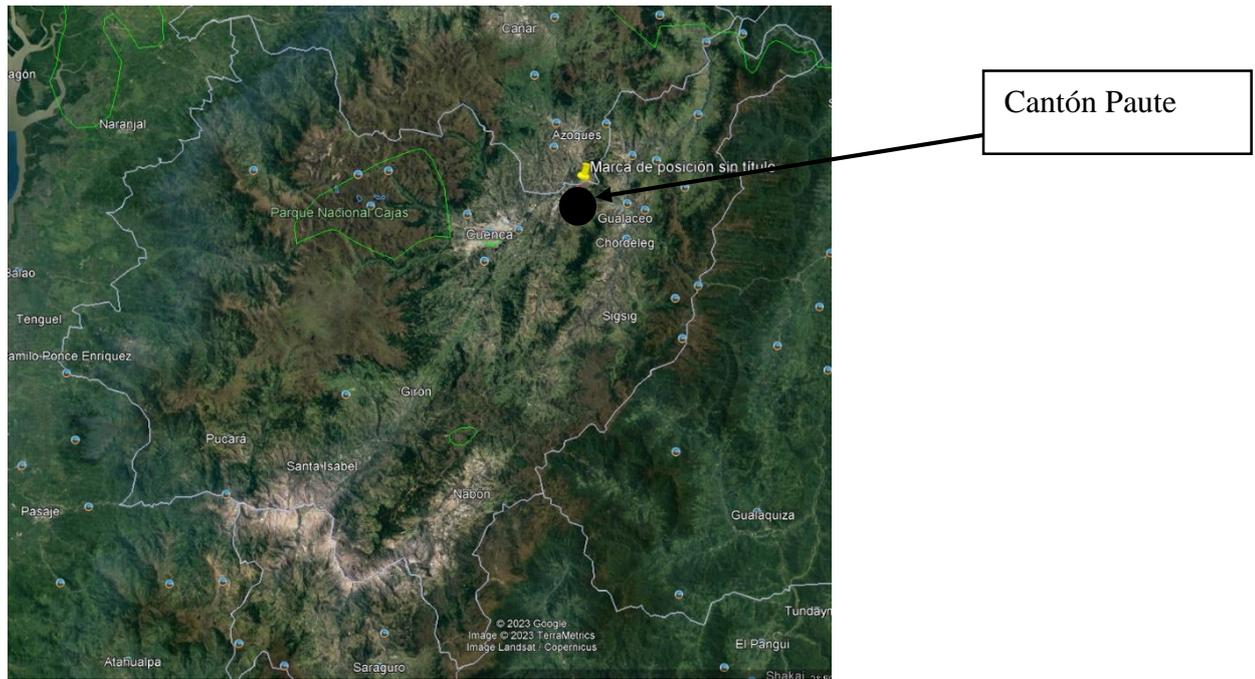
Fuente: Google Earth Pro.

## **1.6 UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL PROYECTO**

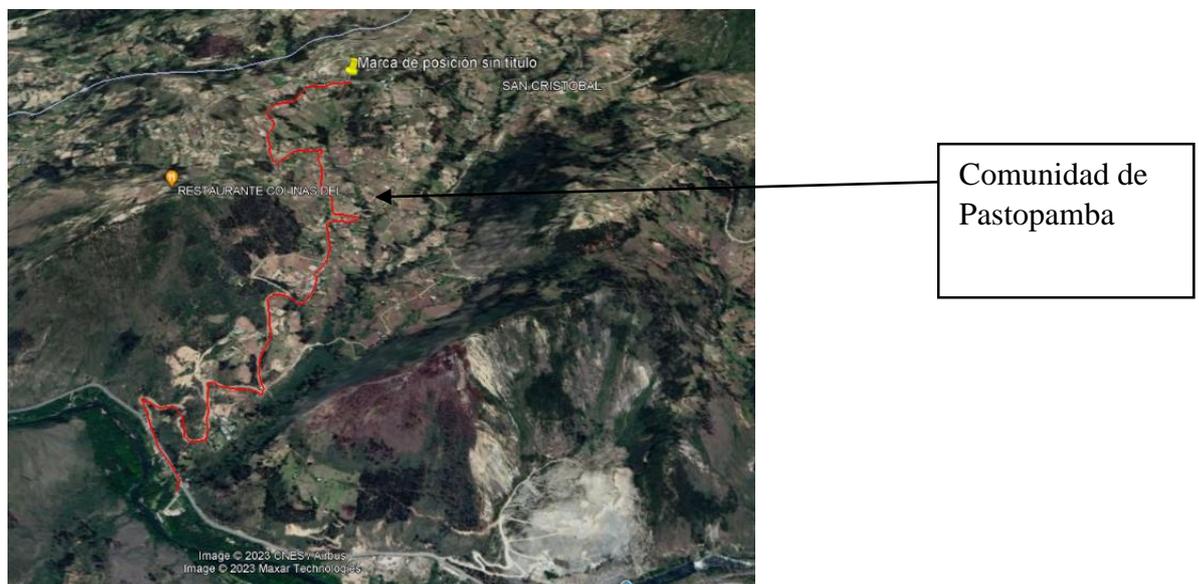
Ubicada en el sector rural de Paute, zona dedicada exclusivamente al sector agrícola y ganadero donde los terrenos abarcan extensos campos en los cuales en cada vivienda viven alrededor de 4 personas donde estas a más de dedicarse al sector agrícola también buscan otras oportunidades en ciudades como Cuenca y su ciudad natal Paute a demás cabe recalcar que esta zona tiene una similitud alta en cuanto a la calidad de suelo rural ubicada en la ciudad de Cuenca.



**Figura 1-2** Provincia donde se encuentra ubicado el proyecto  
**Fuente:** Google Earth Pro



**Figura 1-3** Cantón donde se encuentra el proyecto  
**Fuente:** Google Earth Pro



**Figura 1-4** Comunidad de Pastopamba  
**Fuente:** Google Earth Pro

Se realizó el conteo de las viviendas que se encontraban en la zona que esta próxima al sistema de alcantarillado a demás cabe recalcar que existe alrededor de unas 10 viviendas que no son contabilizadas debido a la distancia que tienen con respecto a la

vía principal puesto que en esa zona (vía principal) se ubicará el alcantarillado y será el receptor de las aguas residuales, dando como resultado un aproximado de 120 casas en lo que es la zona aledaña al sistema de alcantarillado.

Con un promedio de integrantes de familia impuesto de 4 personas debido a que con información obtenida de acuerdo al censo en el cantón Paute realizado en 2001 y con el hecho de haber pasado por una etapa de pandemia el censo indica que existe alrededor de 3 integrantes por familia en cada vivienda del sector rural, por lo tanto, se realizara con el mínimo de integrantes de acuerdo a la normativa.

Dando como resultado una cantidad de habitantes de la comunidad de 480 en lo que son viviendas después tenemos lo que es una iglesia y una escuela donde se estima un aproximado de 100 estudiantes a más de que en una iglesia la cual tiene una cantidad de feligreses igual a 50 aproximadamente da como resultado un caso inferior a 1000 habitantes por lo tanto se tomaran las medidas mínimas otorgadas por la norma para el diseño del alcantarillado.



**Figura 1-5** Vista de la vía principal de la comunidad  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 1-6** Vista de la comunidad de Pastopamba  
**Fuente:** Elaboración propia

### 1.7 ÁREA DE TRABAJO

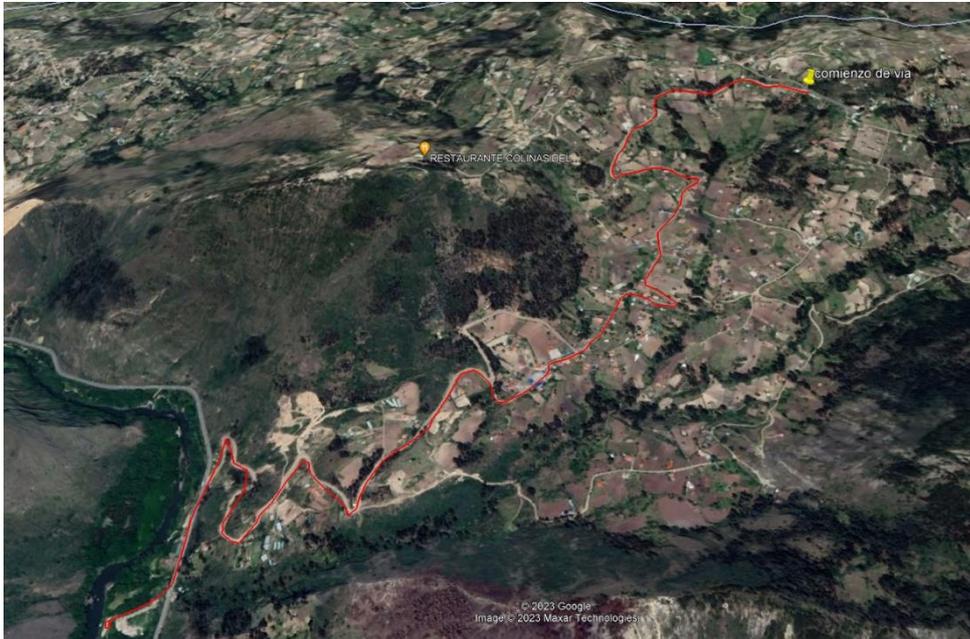
Área delimitada a través de una vista satelital tomada de Google Earth pro donde comprende toda la comunidad además de la tentativa de alcantarillado y la pequeña planta de tratamiento, esta se ubicará cercana al rio para que todas las aguas servidas sean tratadas y devueltas lo menos contaminada posible al cuerpo de agua.



**Figura 1-7** Área de trabajo del proyecto  
**Fuente:** Google Earth Pro

## 1.8 TENTATIVA DEL PROYECTO

Ruta del sistema de alcantarillado y ubicación de la pequeña planta de tratamiento de aguas residuales vista de manera satelital.



**Figura 1-8** Tentativa del sistema de alcantarillado sanitario

**Fuente:** Google Earth Pro.

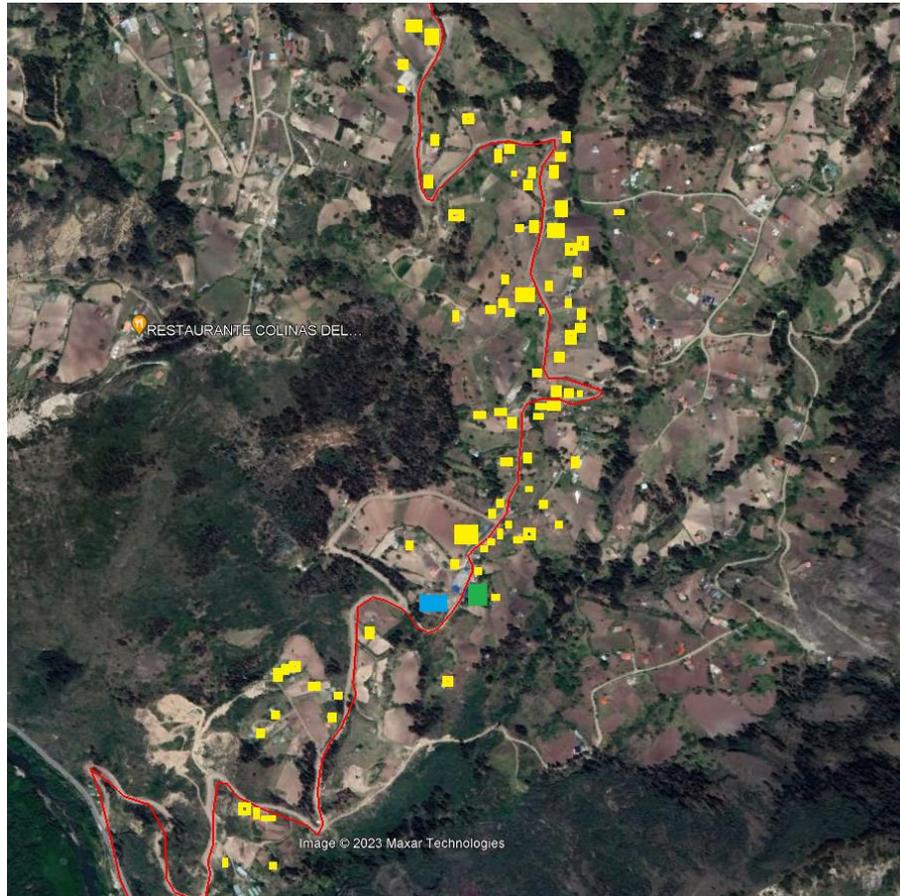


**Figura 1-9** Tentativa de ubicación de la planta de tratamiento

**Fuente:** Google Earth Pro.

## 1.9 CANTIDAD DE VIVIENDAS

A continuación, se ilustrará las viviendas cercanas al sistema de alcantarillado sanitario las cuales serán usadas para el diseño del proyecto.



**Figura 1-10** Ubicación de viviendas y zonas públicas como iglesia y escuela  
**Fuente:** Google Earth Pro

## 1.10 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento de esta información se lo realizo con Dron y con RTK el cual permite tener una exactitud mayor que una estación total además que era más conveniente estas herramientas debido a la gran extensión y sinuosidad del terreno. El proyecto al ser realizado en una zona rural este tendrá una cantidad extensa de vegetación sin embargo se pudo realizar el levantamiento con dos bases ubicadas en la parte más alta de la comunidad y en la parte media de la misma.



**Figura 1-11** Equipo RTK para realizar el levantamiento topográfico  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 1-12** Equipo de estabilización de los satélites  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 1-13** Base 1 del RTK ubicado en la parte superior de la comunidad  
**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 1-14** Base 2 del RTK ubicado en la parte media de la comunidad.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 1-15** Señalización de puntos de control para el levantamiento topográfico  
**Fuente:** Elaboración propia



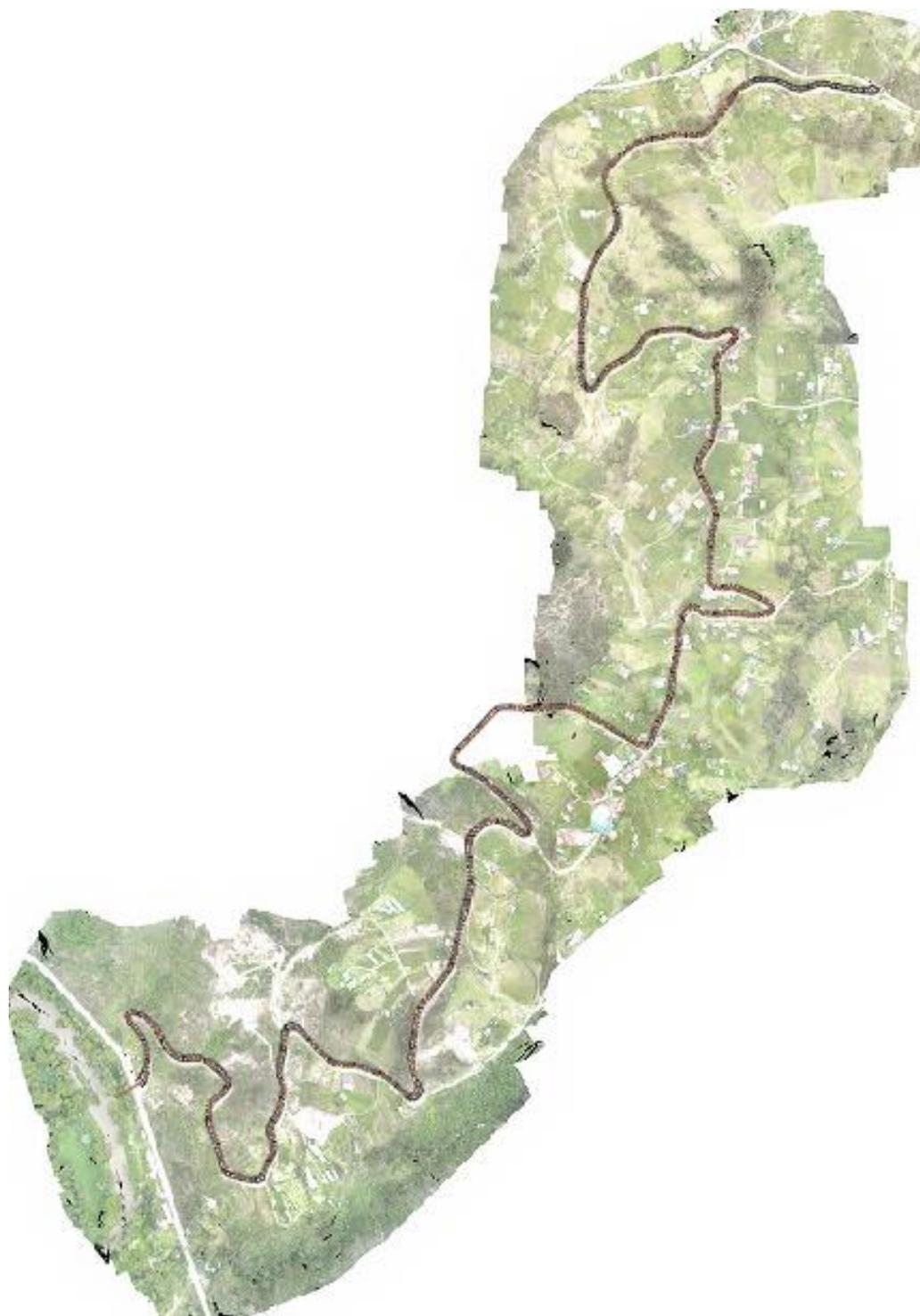
**Figura 1-16** Vista de la base 1 en relación a los puntos de control.  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 1-17** Dron con el cual se realizará la toma de orto fotos de toda la comunidad para la recolección de datos.

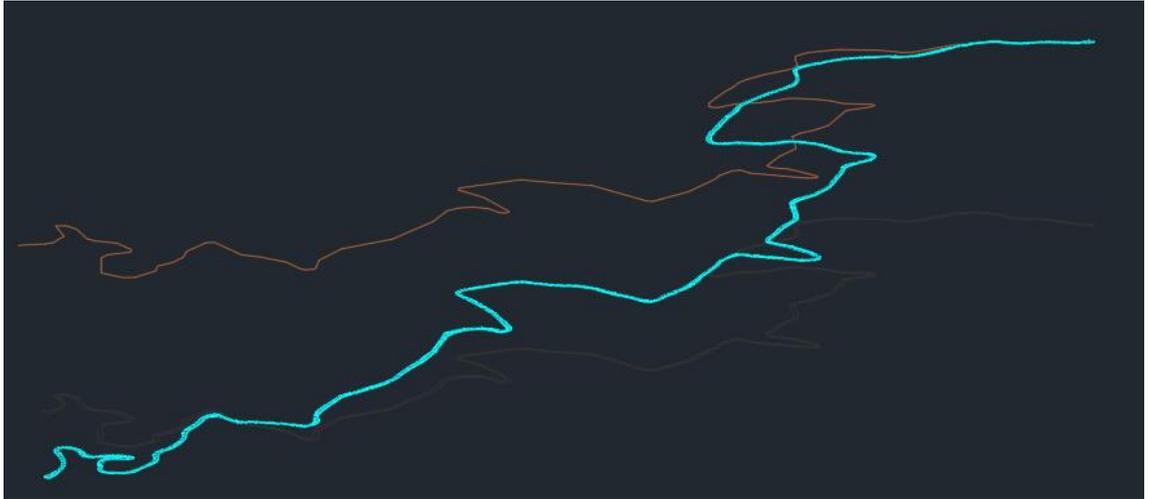
**Fuente:** Elaboración propia

El levantamiento del área de trabajo concluyo implementado una herramienta de seguimiento de puntos de control por los cuales el Dron se encarga de seguir por una ruta previamente trazada por donde tomará datos de acuerdo con la orto foto del mismo, con esta información obtenida será de ayuda para la identificación en tiempo real de todas las casa y de los puntos tomados con el RTK del terreno por lo que concluye como una ruta de toda la vía principal en donde se estará ubicando el sistema de alcantarillado.



**Figura 1-18** Orto foto de toda la comunidad de Pastopamba, donde se aprecia la cantidad de casas y terreno.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 1-19** Presentación del terreno en 3D de toda la vía principal de la comunidad además de una vista del trazado preliminar del sistema de alcantarillado sanitario.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 1-20** Orto foto donde se aprecia el terreno, vía y ubicación de viviendas en la comunidad.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 1-21** Vía principal de la comunidad de Pastopamba realizado con las elevaciones en conjunto con los puntos de nivel.

**Fuente:** Elaboración propia.

## CAPITULO 2

### **PARAMETROS DISEÑO PARA UN SISTEMA ALCANTARILLADO SANITARIO:**

Los elementos constructivos para la red de alcantarillado deben seguir el nivel de la topografía obtenida de la zona de estudio las cuales se calcularán tramo por tramo sin tener en cuenta la presión.

#### **2.1 PERIODOS DE DISEÑO**

El periodo de diseño comprende el tiempo de funcionamiento de una obra la cual este trabajando de manera correcta y esta no sufra ningún tipo de cambio a lo largo del mismo.

Para el periodo de diseño en el caso de comunidades se tomará en cuenta por el número de habitantes:

**Tabla 2-1** Periodos de diseño de acuerdo al número de habitantes

<b>NUMERO DE HABITANTES</b>	<b>PERIODO DE DISEÑO (años)</b>
1000 a 15000	15-20
15000	15-20
>50000	30

**Fuente:** INEN 5 parte 9.2

#### **2.2 INDICE DE CRECIENTO POBLACIONAL**

La determinación del crecimiento poblacional emplea 3 métodos conocidos en el área los cuales son los métodos:

- 2.2.1. Aritmético
- 2.2.2. Geométrico
- 2.2.3. Exponencial

##### **2.2.1. Método Aritmético**

Considera un crecimiento lineal y constante de un conjunto de datos en este caso la población, por lo tanto, el crecimiento que se tendrá con el paso del tiempo será la misma en cualquier punto.

ECUACIÓN:	DONDE:
$r = \frac{\frac{pf}{pi} - 1}{t} * 100\%$	Pf= Población final
	Pi= Población inicial
	T= Número de años entre censos
	R= tasa de crecimiento poblacional

**Formula 2.1****Elaborado por:** Paolo Sebastian Sarmiento Vazquez**2.2.2 Método Geométrico**

El método considera que cierto porcentaje de la población aumenta de manera constante y lineal sin ser afectado por ningún tipo de factor.

ECUACIÓN:	DONDE:
$r = \left( \left( \frac{pf}{pi} \right)^{\frac{1}{t}} * 100\% \right)$	Pf= Población final
	Pi= Población inicial
	T= Número de años entre censos
	R= tasa de crecimiento poblacional

**Formula 2.2****Elaborado por:** Paolo Sebastian Sarmiento Vazquez**2.2.3 Método Exponencial**

El crecimiento poblacional se realiza de forma constante sin tener en cuenta ningún tipo de intervalo de tiempo.

ECUACIÓN:	DONDE:
$r = \frac{\ln * \frac{pf}{pi} -}{t} * 100\%$	Pf= Población final
	Pi= Población inicial
	T= Número de años entre censos
	R= tasa de crecimiento poblacional

**Formula 2.3****Elaborado por:** Paolo Sebastian Sarmiento Vazquez

### 2.3 POBLACION DEL PROYECTO

El proyecto tendrá como parte fundamental la población, por lo que los datos se tomarán o calcularán ya sea con métodos convencionales o por medio de la INEC (Instituto ecuatoriano de estadísticas y censos) o así también podremos realizar la obtención de este cálculo acatando la norma rural, la cual emplea para la determinación de este tipo de datos el método de crecimiento geométrico.

#### 2.3.1 Crecimiento poblacional geométrico

Crecimiento poblacional con mayor similitud a la realidad.

ECUACIÓN:	DONDE:
$pf = pi(1 + r)^t$	Pf= Población final
	Pi= Población inicial
	T= Número de años entre censos
	R= tasa de crecimiento poblacional

#### Formula 2.4

Elaborado por: Paolo Sebastian Sarmiento Vazquez

### 2.4 VOLUMEN ESTIMADO DE AGUAS RESIDUALES

#### 2.4.1 Agua potable aportada al público.

Debido a la falta de registros de la comunidad los datos para la determinación de este valor, será el que está de acuerdo a la normativa es decir datos teóricos.

**Tabla 2-2** Agua potable aportada al público en zona rural de acuerdo al clima

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRIO(l/hab*día)	CLIMACALIDO (l/hab*día)
Grifos públicos		
Letrinas sin arrastre de aguas	25	30
Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño		
Letrinas sin arrastre de aguas	50	65

Conexiones domiciliarias con un grifo por casa		
Letrinas con o sin arrastre de agua	60	85
Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa.		
Sistema de alcantarillado sanitario	75	100

**Fuente:** INEN 5 parte 9.2

#### 2.4.2 Cantidad de agua potable aportada al público a futuro.

Este cálculo se lo realiza considerando un incremento equivalente a 1lt/hab/día, con base al periodo de diseño.

<b>ECUACIÓN:</b>	<b>DONDE:</b>
$Df = Da + 1 \frac{lt}{hab*dia} * n$	Df= Dotación futura
	Da= Dotación actual
	N=Periodo de diseño

#### Formula 2.5

**Elaborado por:** Paolo Sebastian Sarmiento Vazquez

#### 2.4.3 Consumo de agua.

Para el proyecto se tomará en cuenta el consumo que existe tanto en viviendas, escuelas, jardines, etc. Por lo tanto, se dividen en los siguientes campos:

**Tabla 2-3** Tipo de consumo de acuerdo al uso.

TIPO DE CONSUMO	CANTIDAD DE LT/HAB/DIA
Domestico	Calculo para viviendas
Publico	Calculo para iglesia y colegio
Desperdicios y fugas	Falta de cuidado**

**Fuente:** INEN 5 parte 9

## 2.5 CARACTERÍSTICAS HIDRAULICAS DE LOS CONDUCTOS.

### 2.5.1 Profundidad Mínima.

La red de recolección de aguas residuales deberá estar situada a una profundidad mínima de 0.9 m donde esta puede estar colocada ya sea en vías peatonales como vehiculares(EMAAP, 2009).

Debido a que la comunidad deberá acatarse a profundidades mínimas por cuestiones de la cantidad de habitantes existentes son mínimos entonces deberá acatarse con lo anterior mencionado.

### 2.5.2 Pendiente mínima.

Es aquella pendiente que permite el transporte de las aguas residuales por medio de la gravedad sin ningún otro tipo de ayuda exterior además de que esta también relacionado con la limpieza de la tubería con el fin de evitar cualquier tipo de sedimentación para el caso de Ecuador la pendiente mínima es del 1%.(Conagua, 2017)

### 2.5.3 Diámetro mínimo.

Para evitar cualquier tipo de obstrucción o taponamiento se recomienda un diámetro de tubería de 200mm para el tema del alcantarillado sanitario y un diámetro mínimo de 300mm siempre y cuando se tome en cuenta el agua pluvial (aguas lluvias) es decir un alcantarillado combinado. (Conagua, 2017)

### 2.5.4 Velocidad mínima.

Para la velocidad en recolectores tanto principales como secundarios estos tendrán una velocidad mínima de 0.45m/s al caudal de diseño, cabe recalcar que será durante el primer año de funcionamiento. En cuanto a la velocidad máxima este será determinado de acuerdo al material:

### 2.5.5 Velocidad máxima

**Tabla 2-4** Velocidades máximas de acuerdo al material

<b>MATERIAL</b>	<b>Vmax</b>
PVC	5.0 m/s
Hierro	4.0 m/s

Cemento y Concreto	3.0 m/s
--------------------	---------

**Fuente:** (INEN, 1997).

## 2.6 DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO

Para el diseño del alcantarillado se usarán las ecuaciones de Manning las cuales a lo largo de toda la carrera y por la experiencia de varios ingenieros ha dado el resultado más satisfactorio a la hora de la presentación final del proyecto con los mejores resultados.

### 2.6.1 Caudal medio anual

Este caudal está en función de la población y aportación de cada tramo de la red en este caso de la red principal:

<b>ECUACIÓN:</b>	<b>DONDE:</b>
$Q_{med} = \frac{A * P}{86400}$	A= Aporte de agua por día
	P= número de habitantes
	Qmed=Gasto medio de aguas residuales

#### Formula 2.6

**Elaborado por:** Paolo Sebastian Sarmiento Vazquez

### 2.6.2 Caudal mínimo

El gasto mínimo será en correspondencia del gasto anual medio por lo tanto tenemos:

<b>ECUACIÓN:</b>
$Q_{min} = Q_{med} * 0.5$

#### Formula 2.7

**Elaborado por:** Paolo Sebastian Sarmiento Vazquez

### 2.6.3 Caudal máximo instantáneo

Es el gasto máximo que se dará en un instante es decir uno de los casos más desfavorables para toda la red de alcantarillado

<b>ECUACIÓN:</b>
------------------

$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$
-----------------------------------

**Formula 2.8****Elaborado por:** Paolo Sebastian Sarmiento Vazquez

En tramos con una población menor a 1000 habitantes M es constante e igual a 3.8 y para poblaciones mayores a 100000 M se considera un valor constante de 2.

Así que la expresión para el caudal máximo instantáneo es:

<b>ECUACIÓN:</b>
------------------

$Q_{maxinst} = M * Q_{med}$
-----------------------------

**Formula 2.9****Elaborado por:** Paolo Sebastian Sarmiento Vazquez**2.6.4 Caudal de aguas servidas (Qas)**

<b>ECUACIÓN:</b>	<b>DONDE:</b>
$Q_{as} = \frac{M * Pac * R * Dotacion}{86400}$	Qas: Caudal de agua servida
	Pac: Población Acumulada
	R: Coeficiente de retorno
	Dotación: Dotación de agua potable(l/hab/día)
	M: Coeficiente de mayor ración

**Formula 2.10****Elaborado por:** Paolo Sebastian Sarmiento Vazquez

### 2.6.5 Caudal de aguas de infiltración ( $Q_{inf}$ )

**Tabla 2-5** Caudales de infiltración de acuerdo al diámetro de la tubería

DIAMETRO:	CAUDAL DE INFILTRACION ADAPTADO:
200	0.80
250	1.00
300	1.20
400	1.40

**Fuente:** Comisión Nacional de Agua (CONAGUA)

ECUACIÓN:	DONDE:
$Q_{inf} = 0.8 * \frac{Lac}{1000}$	$Q_{inf}$ = Caudal de infiltración
	“0,8”= Caudal adaptado de acuerdo al diámetro de tubería
	Lac=Longitud del tramo acumulado

**Formula 2.11**

**Elaborado por:** Paolo Sebastian Sarmiento Vazquez

### 2.6.6 Caudal de aguas ilícitas ( $Q_{il}$ )

ECUACIÓN:	DONDE:
$Q_{il} = \frac{80 * Pac}{86400}$	$Q_{il}$ = Caudal ilícito
	Caudal ilícito adaptado= (80l/hab/d)
	Pac=Población acumulada

**Formula 2.12**

**Elaborado por:** Paolo Sebastian Sarmiento Vazquez

El caudal ilícito adaptado a 80 l/hab/d es un valor obtenido de acuerdo al instituto ecuatoriano de normalización (INEN, 2006)

### 2.6.7 Caudal de diseño ( $Q_{dis}$ )

**ECUACION:**

$$Q_{dis} = Q_{as} + Q_{inf} + Q_{ili}$$

#### Formula 2.13

**Elaborado por:** Paolo Sebastian Sarmiento Vazquez

### 2.7 PROFUNDIDAD DE ZANJAS.

La profundidad mínima que deberá tener la zanja estará delimitada de acuerdo a la economía de excavaciones, velocidades máximas y mínimas y por existencia de otros conductos. Para el caso de una comunidad la cual no tiene presencia de ninguno de estos casos se tomará la mínima la cual esta normada con una profundidad de 60cm.

También deberemos considerar que la zanja se deberá construir en relacion a los diámetros de la tubería para esto se muestra las siguientes medidas de zanjas para ciertos diámetros de tubería:

**Tabla 2-6** Datos dela profundidad de las zanjas de acuerdo al diámetro nominal

Diámetro nominal	Ancho(cm)	Espesor de la plantilla(cm)	Colchón mínimo(cm)
150	60	10	90
200	60	10	90
250	70	10	90
300	75	10	90
350	85	10	90
400	90	10	90

**Fuente:** (Conagua, 2017)

En cuanto a la profundidad máxima está en un rango entre 3-5 metros debido a que profundidades superiores a estas sería más económico otro tipo de excavación o método de construcción de zanjas.

## 2.8 FORMULAS PARA EL DISEÑO

### 2.8.1 Formula de Manning

- Velocidad:

ECUACIÓN:	DONDE:
$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$	V= Velocidad de flujo a tubo lleno (m/s)
	R= Radio Hidráulico
	S=Pendiente del tramo de red
	n=Coefficiente de rugosidad

#### Formula 2.14

Elaborado por: Paolo Sebastian Sarmiento Vazquez

- Radio hidráulico:

ECUACIÓN:	DONDE:
$R = \frac{Am}{pm}$	R= Radio hidráulico
	Am= Área mojada
	Pm= Perímetro Mojado

#### Formula 2.15

Elaborado por: Paolo Sebastian Sarmiento Vazquez

### 2.8.2 Determinación de la pendiente

ECUACIÓN:	DONDE:
$J = \frac{Cs - Ci}{L} * 100\%$	Cs=Cota superior del terreno
	Ci=Cota inferior del terreno
	L=Distancia horizontal entre la cota inicial y la cota final

#### Formula 2.16

Elaborado por: Paolo Sebastian Sarmiento Vazquez

## **2.9 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

### **2.9.1 Sistemas de tratamientos de aguas residuales**

El resultado de realizar estos sistemas de tratamientos residuales es devolver el agua que ha sido usada por la comunidad a la naturaleza con una composición lo suficientemente adecuada para poder ser usada nuevamente aguas debajo de esta manera no perjudicamos a las personas que se encuentran en cercanías al cuerpo de agua receptor. (Conagua, 2017)

Los procesos de tratamiento de las aguas residuales comprenden de las siguientes etapas:

#### **2.9.1.1 Tratamiento preliminar:**

La función de la primera etapa consta de la medición del caudal que ingresa a la planta donde se elimina aquellos sólidos de tamaño y aquellos que son flotantes.

La forma de eliminación o remoción de estos sólidos será por medio de:

- Rejas
- Desarenadores
- Cribas

#### **2.9.1.2 Tratamiento primario**

Se realiza la remoción de los sólidos flotantes de gran tamaño esto normalmente se realiza por medio de tanques de sedimentación, por ejemplo:

- Tanque séptico

#### **2.9.1.3 Tratamiento secundario:**

Se procede a la eliminación de manera gradual del contenido biológico existente en las aguas, este tipo de contenido se da lugar debido a la presencia de desechos orgánicos que provienen de los humanos, animales, alimentos, etc.

- Tanque de aireación.

#### **2.9.1.4 Tratamiento terciario:**

Esta última etapa esta en consideración para mejorar la calidad del efluente con el fin de que no exista ningún tipo de problema aguas abajo, para llegar a una calidad superior se usan procesos tanto físico-químicos como físico-biológicos.

## CAPITULO 3

### 3.1 DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se tomó en cuenta ciertos parámetros, a continuación, se mencionará cada uno de ellos:

#### 3.1.1 Periodo de diseño:

Debido a la existencia de una población inferior a 1000 habitantes y que es una zona rural el periodo que se escogió fue de 20 años

#### 3.1.2 Crecimiento poblacional:

De acuerdo al instituto nacional de estadísticas y censos el índice de crecimiento cada 5 años en el sector paute donde está ubicado la comunidad de Pastopamba es de 2.55% lo que da como resultado un crecimiento total de 960 habitantes en el año 2043. También como dato teórico dar el valor de 4 integrantes por familia impuesto por lo aprendido en la carrera.

**Figura 3-1** Calculo de la población futura

	Años	Tasa de crecimiento	Poblacion actual (2023)	Poblacion futura
2023	0	2,55%	580	580
2033	5	2,55%	580	658
2043	10	2,55%	580	746
2038	15	2,55%	580	846
2043	20	2,55%	580	960

**Fuente:** Elaboración propia

Por lo tanto, al valor obtenido lo tomamos como población del proyecto del sistema de alcantarillado sanitario.

#### 3.1.3 Volumen estimado de aguas residuales

El instituto ecuatoriano de normalización INEN, los datos de dotación promedio para zonas rurales con climas frío van con un valor de 75 l/hab\*día. (INEN, 1997)

#### 3.1.4 Dotación futura

Una dotación a futuro utiliza la dotación actual impuesta de manera teórica mencionada anteriormente que fue de 75 l/hab\*día y en conjunto con el periodo de diseño esta dotación futura será de 95 l/hab\*día el cual será utilizado para el cálculo correspondiente para la comprobación de la red.

### 3.1.5 Características hidráulicas de los conductos

#### 3.1.5.1 Profundidad mínima

En cuanto a las tuberías en el diseño se realizó a una profundidad mínima de 1.10m a pesar que por normativa se permitía hasta 0.9m.

#### 3.1.5.2 Pendiente mínima

Las pendientes fueron impuestas al momento del cálculo del programa a usar en el caso del Civil Cad este comprende como 1% sin embargo para evitar cualquier tipo de estancamiento de sólidos se propuso una pendiente mínima del 2%.

#### 3.1.5.3 Diámetro mínimo

De acuerdo con el instituto ecuatoriano de normalización(INEN) el diámetro para un sistema de alcantarillado sanitario es de 200mm mínimo y con datos previamente obtenidos este diámetro tiene la capacidad para conducir los residuos sin ningún problema.

#### 3.1.5.4 Velocidad mínima y máxima

De acuerdo a los datos del diseño en la hoja de trabajo y el diseño realizado la velocidad mínima de 0.45 m/s y la velocidad máxima de 5m/s, se cumple en su totalidad en el sistema de alcantarillado

### 3.1.6 Diseño de la red de alcantarillado sanitario

**Nota: Para una mejor redacción en los cálculos se procederá a mostrar únicamente lo correspondiente al primer tramo y pozo.**

#### 3.1.6.2 Caudal medio anual

$$Q_{med} = \frac{95 \frac{l}{hab} * di * 24}{86400} = 0.026 m^3/s$$

#### 3.1.6.2 Caudal mínimo

$$Q_{min} = 0.026 m^3/s * 0.5 = 0.013 m^3/s$$

#### 3.1.6.3 Coeficiente de mayoración

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{24}} = 2.57$$

#### 3.1.6.4 Caudal máximo instantáneo

$$Q_{maxinst} = 0.026 * 2.57 = 0.06682 m^3/s$$

### 3.1.7 Caudal de aguas servidas

$$Q_{as} = \frac{2.57 * 24 * 0.8 * 95}{86400} = 0.05m^3/s$$

Para la comprobación se pasó a utilizar el mínimo de descarga de un baño que es de 2,2 m<sup>3</sup>/s donde se utilizó en aquellos valores que no sean mayores o igual a este.

### 3.1.8 Caudal de infiltración

$$Q_{inf} = 0,8 * \frac{28.995}{1000} = 0.02m^3/s$$

### 3.1.9 Caudal de aguas ilícitas

$$Q_{ili} = \frac{80 * 24}{86400} = 0.02m^3/2$$

### 3.1.10 Caudal de diseño

$$Q_d = Q_{as} + Q_{inf} + Q_{ili} = 2.25m^3/2$$

### 3.1.11 Profundidad de zanjas

Se recomienda un mínimo de 0.9m que es lo que recubre la tubería con respecto al terreno natural sin embargo se sugirió que por temas de normativa se tenga los pozos de revisión con una profundidad mínima de 1.8m

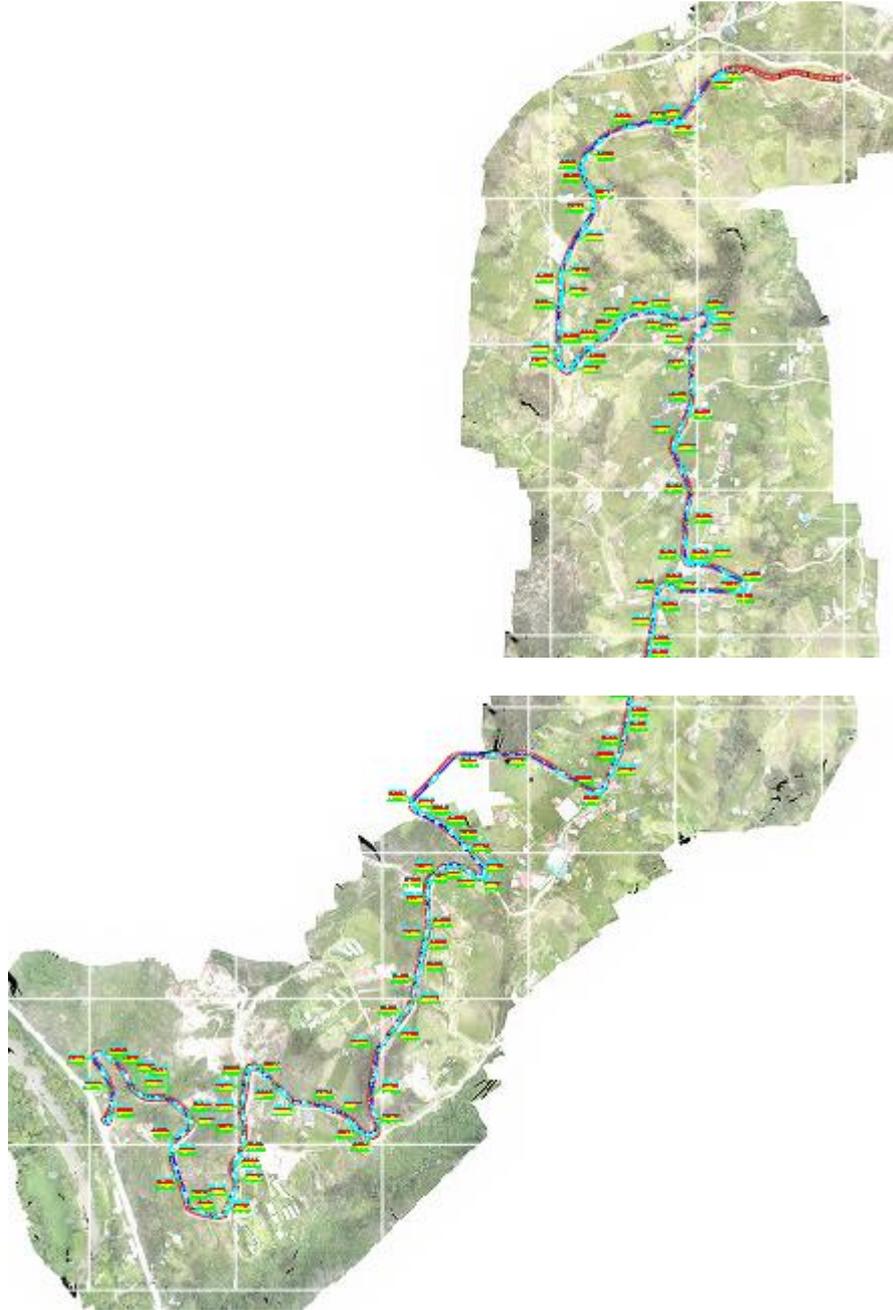
### 3.1.12 Relaciones Hidráulicas

Tabla de relaciones hidráulicas, relacion que existe entre el caudal real y el caudal de diseño, se procede a determinar valores más apegados a la realidad. Ver anexos de calculo.

### 3.1.13 Hoja de Cálculo de Excel

Comprobación de valores mínimos y máximos normados obtenidos a lo largo de toda la red de alcantarillado sanitario, a continuación, presentamos los datos obtenido, calculados y comprobados. Ver anexos de cálculo.

### 3.2 TERRENO DE ESTUDIO

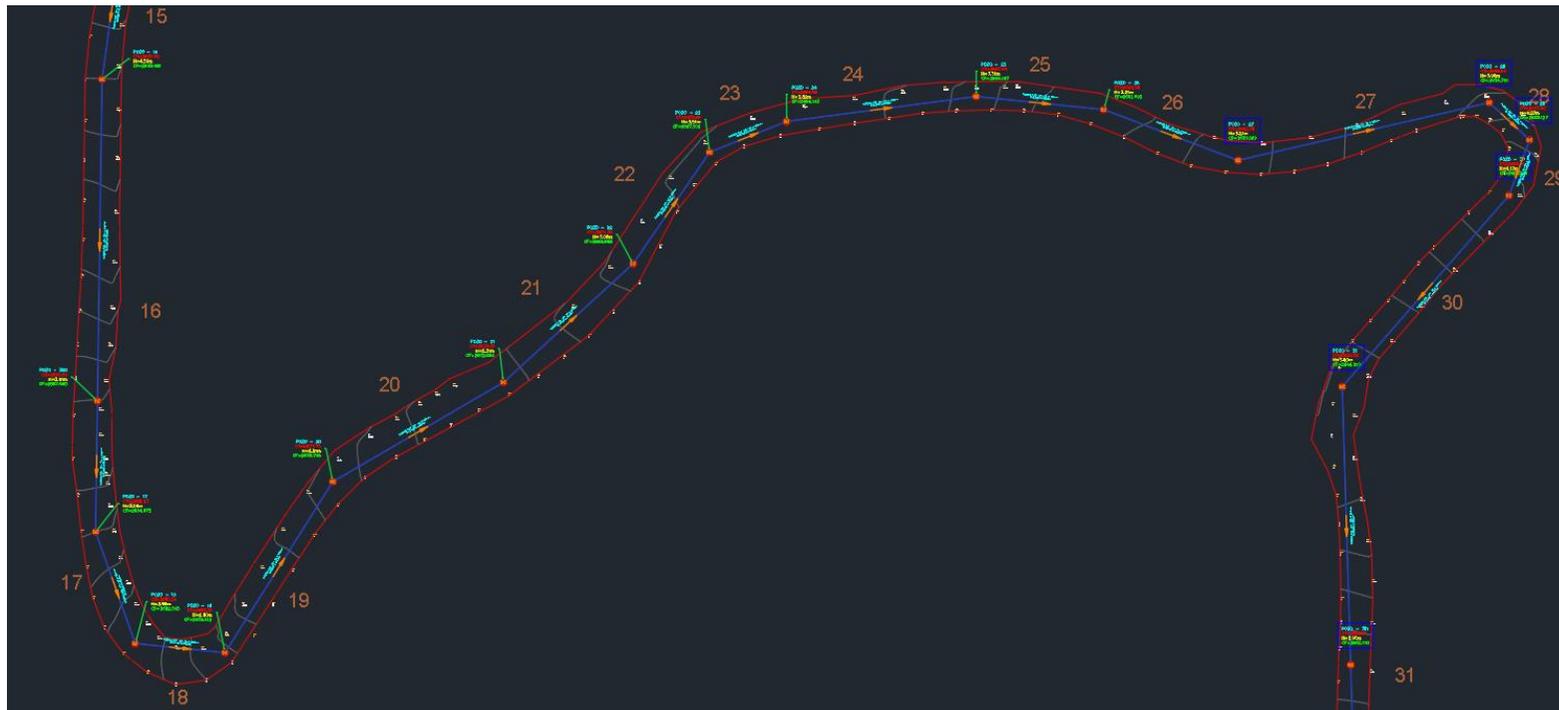


**Figura 3-2** Topografía y orto foto del terreno de estudio

**Fuente:** Elaboración propia

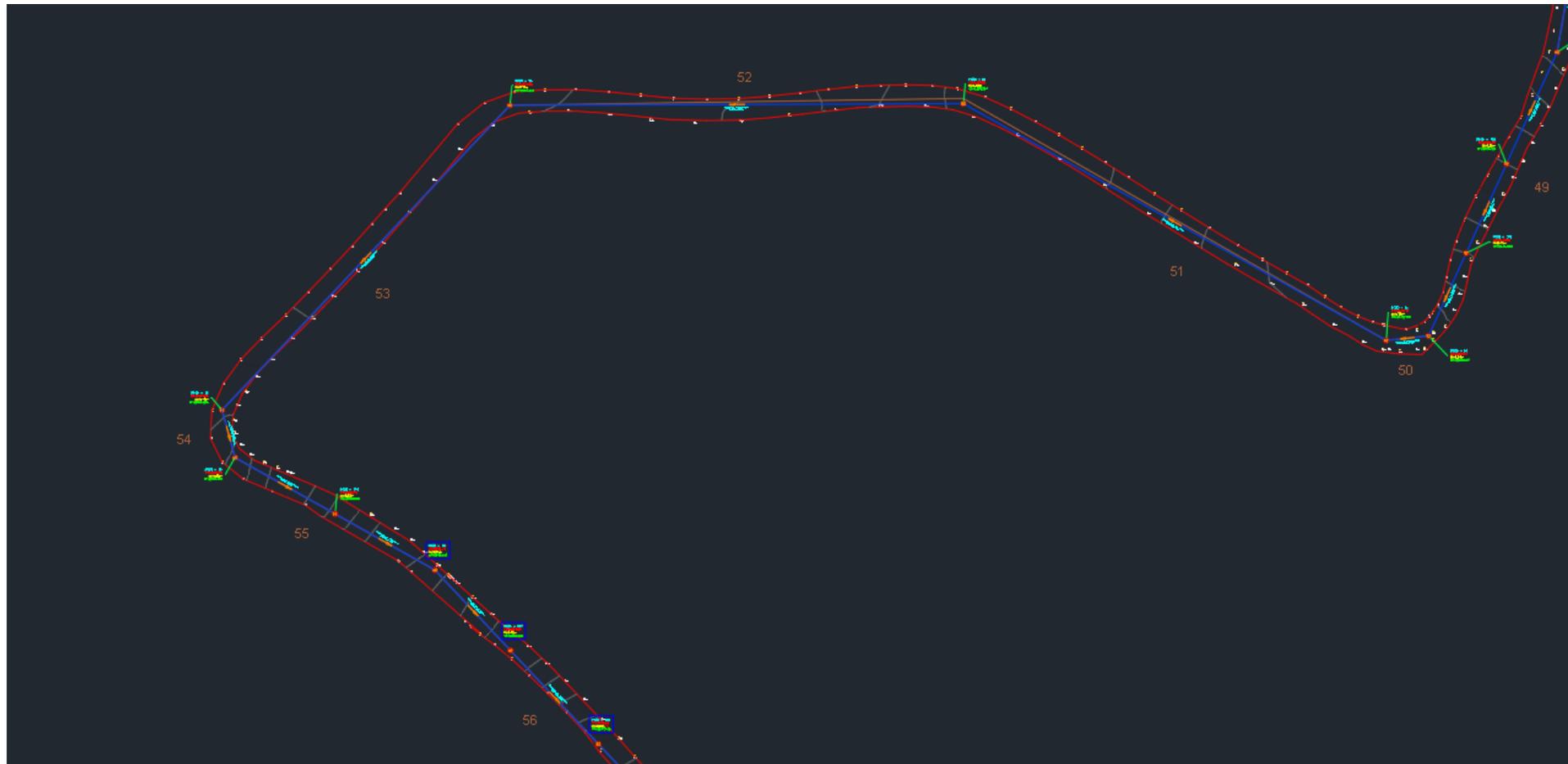
### 3.2 TRAMO LONGITUDINAL DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA VIA PRINCIPAL DE PASTOPAMBA

Representación grafica de la irregularidad de la via y de la implementación de pozos en los diferentes cambios de direccion, por temas de pendiente y construcción de via.



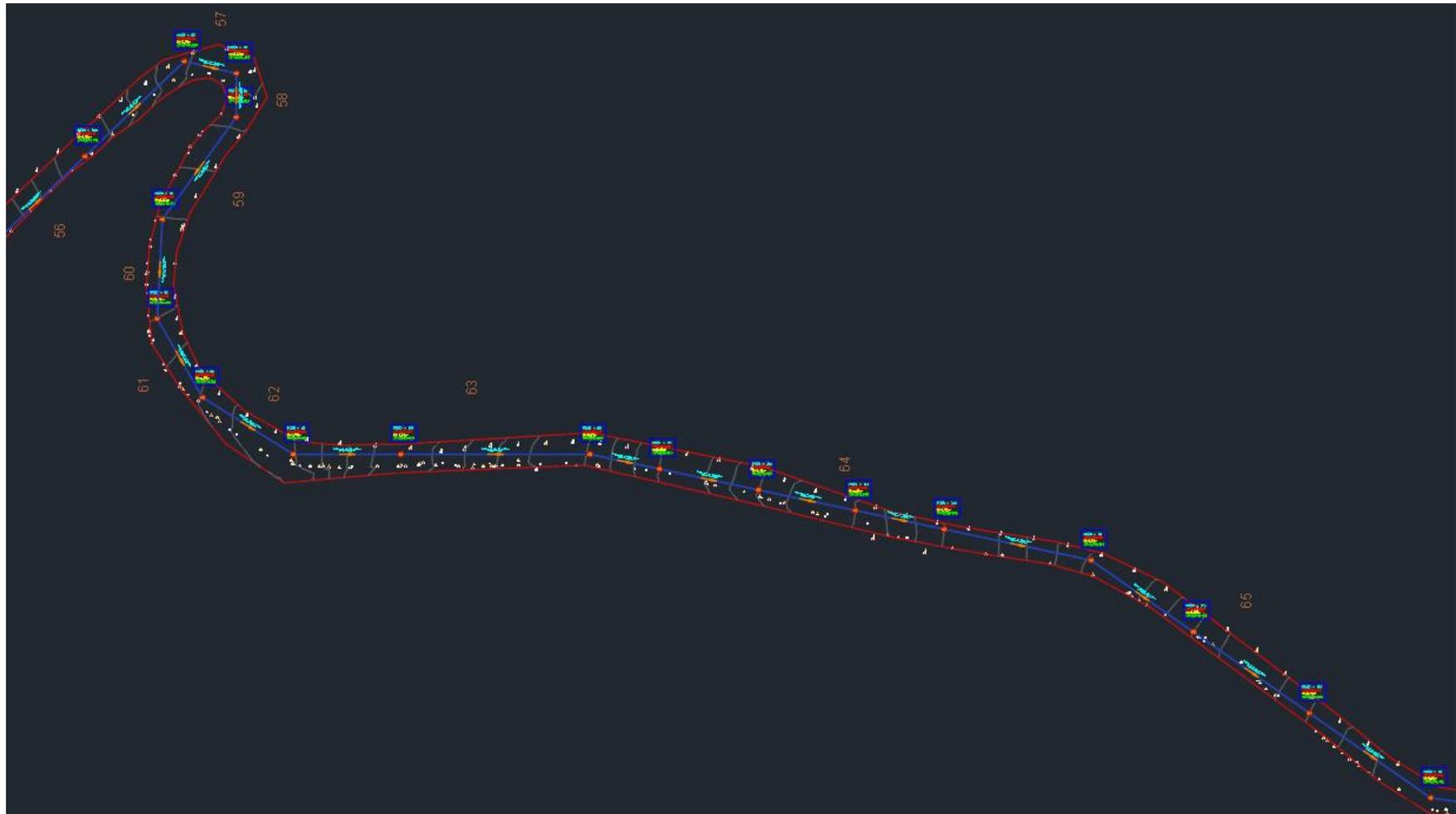
**Figura 3-3** Tramos con bastante sinuosidad y diversos cambios de pendientes (Tramos del 15-31)

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 3-4** Zona donde la tubería debe pasar un poco separada de la vía debido a que está en construcción ( Vía nueva).

**Fuente:** Elaboración propia

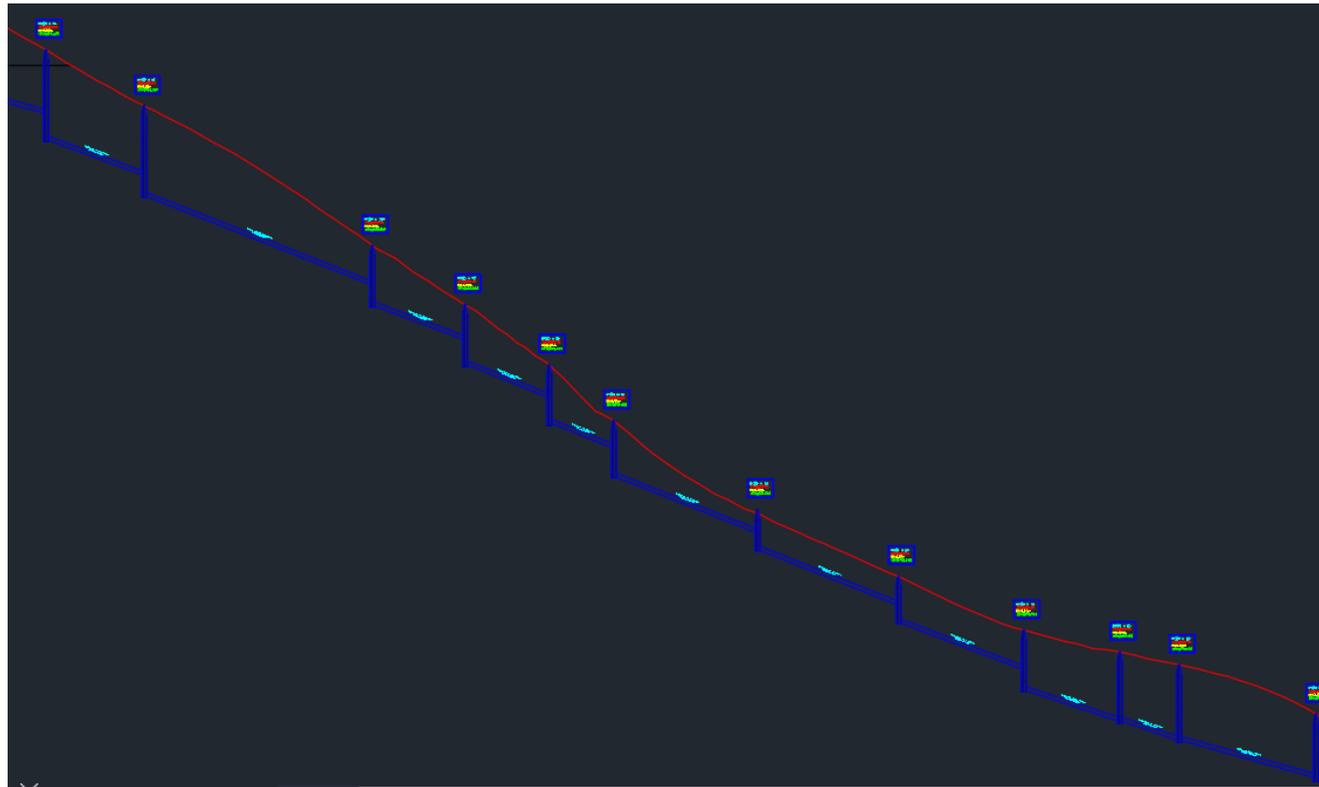


**Figura 3-5** Tramos con mayor implementación de pozos debido a los cambios de pendiente (tramos 56-65).

**Fuente:** Elaboración propia.

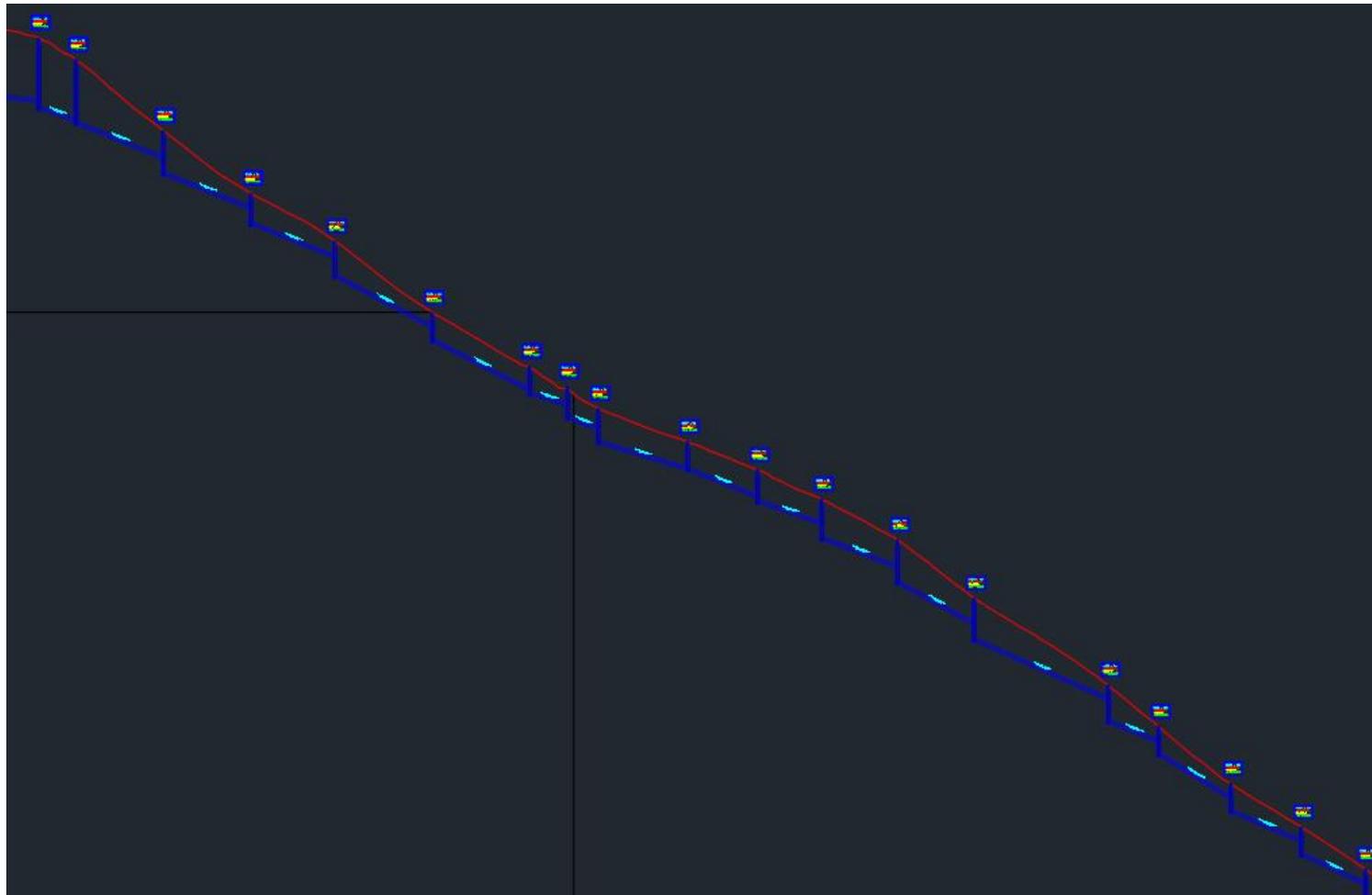
### **3.3 PERFIL DEL SISTEMA DE ALCANATRILLADO SANITARIO DE LA COMUNIDAD DE PASTOPAMBA.**

Perfil de cada pozo y tubería del sistema de alcantarillado, salto máximo de 1m entre el cambio de tramo y el recubrimiento mínimo para las tuberías fue de 0,9m.



**Figura 3-6** Perfil de los tramos con varias curvas y cambios de dirección

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 3-7** Zona donde existen varios pozos debido a la pendiente pronunciada.

**Fuente:** Elaboración propia

## CAPITULO 4

### 4.1 ANTECEDENTES AL DISEÑO

La existencia de un terreno particular cercano a un cuerpo de agua es beneficioso para la construcción de una planta de tratamiento encargada de controlar y desfogar de manera segura las aguas residuales. Para la comunidad se procederá a implementar una planta de tratamiento de aguas residuales lo más compacta y moldeable posible para que esta pueda cumplir con las necesidades de la comunidad.

En cuanto al tamaño: “La capacidad de la planta de potabilización será de 1,10 veces el caudal máximo diario”(INEN, 1997), por lo tanto la zona destinada a la construcción de la misma deberá ser dialogada con el dueño o dueña del terreno ya que el municipio o GAD parroquial no tiene potestad del mismo.



**Figura 4-1** Zona donde se ubicará la planta de tratamiento residual.

**Fuente:** Google Earth Pro

La construcción de una fosa séptica de doble cámara se presenta como opción de tratamiento en la comunidad de Pastopamba, donde en la primera cámara se realiza la sedimentación, digestión de fango y almacenamiento del mismo. La segunda estará destinada para uso de seguridad es decir por si algún material no fue retenido en la cámara anterior además de que puede servir como espacio de almacenamiento extra.

## 4.2 DISEÑO DE FOSA SEPTICA.

### 4.2.1 Volumen de la fosa séptica.

De acuerdo a la norma brasileña NB-41/81, el volumen estará determinado de acuerdo a la siguiente ecuación:

ECUACION:	DONDE:
$V = 1,30 * N(C * T + 100 * Lf)$	N: Número de habitantes
	C: P.Aguas residuales por persona
	T: Tiempo de retención adoptado
	Lf: Contribución de lodo fresco.

Por lo tanto:

$$V = 1,30 * 580(80 * 0.5 + 100 * 1)$$

$$V = 105.60 \text{ lts}$$

$$V = 105,560 \text{ m}^3$$

### 4.2.2 Consideraciones de medida para la fosa séptica.

**Tabla 4-1** Dimensionamiento a considerar

CONCEPTO:	DIMENSIONES
Ancho interno mínimo	b=0,80m
Profundidad útil mínima	h=1,20m
Relacion existente de largo y ancho	$2 \leq L/b \leq 4$
Ancho interno	$b \leq 2 * h$
Ancho de la cámara	$b \leq L$
Longitudes de cámara N°1	$L1 = 2/3 * L$
Longitudes de cámara N°2	$L2 = 2/3 * L$
Altura de comunicación entre cámaras	$2/3 * h$
Tamaño de borde del orificio	0.3m

**Fuente:** Norma Brasileña NB-41 / 81

### 4.3 DIMENSIONAMIENTO DE LA FOSA SEPTICA

DIMENSIONAMIENTO DE LA FOSA		
VOLUMEN	105,56	106
ANCHO	4	
LARGO	12	
PROFUNDIDAD	2,2	
VOL REAL	105,6	
LONGITUDES DE LA CAMARA		
L1	8	
L2	4	
PASO DE CAMARAS		
h	1,47	1,4
SECCION TRANSVERSAL DEL ORIFICIO		
At	0,88	m <sup>2</sup>
At	0,3	m
b	2,93	m

**Figura 4-2** Calculo de dimensionamiento

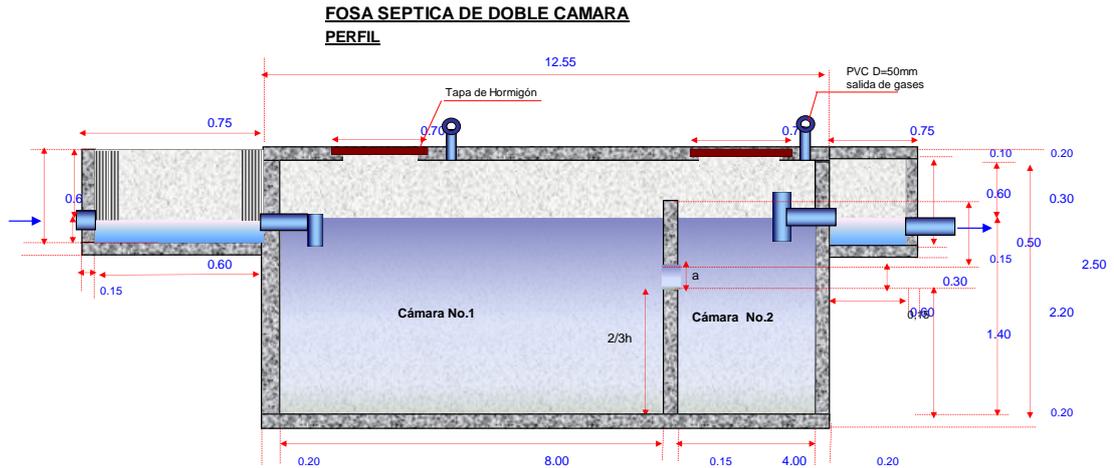
**Fuente:** Elaboración propia.

### 4.4 PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA RESIDUAL

El 25% de las demandas de las aguas residuales son eliminados, explicación siguiente de acuerdo al proyecto de la planta de tratamiento de Pastopamba.

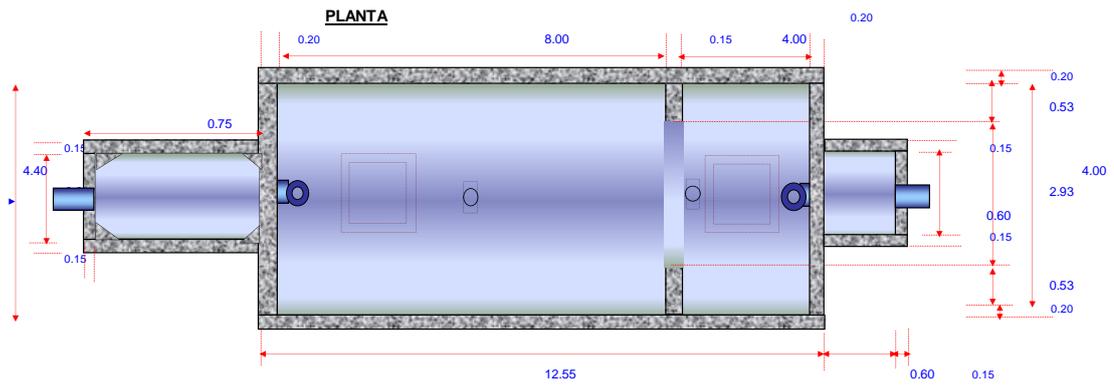
PARAMETROS	VALOR INGRESADO	VALOR DE RESULTADO
Carga orgánica por habitante(COh)	45	33.75
Demanda Bioquímica de Oxígeno(DBO)	120	112.2
Solidos Suspendidos Totales(SST)	200	200
Coliformes Fecales(CF)	1.00E+07	7.50E+06

\*Los sólidos se comenzarán a eliminar después de ubicar rejillas para su remoción\*



**Figura 4-3** Ilustración de fosa séptica a construir(perfil)

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 4-4** Ilustración de fosa séptica a construir (planta)

**Fuente:** Elaboración propia.

## 4.5 FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENCIONAL

### 4.5.1 Datos de diseño

**Tabla 4-2** Criterios de diseño del filtro anaerobio de flujo ascensional.

CRITERIOS	UNIDAD	VALOR
Numero de aportantes(N)	Hab	580
Carga orgánica por habitante(Co)	GrDBO/dia	33.75
Carga orgánica volumétrica(Lv)	KgDBO/m <sup>3</sup> *dia	0.1
Altura del medio filtrante(hm)	m	1.25

**Fuente:** Elaboración propia.

#### \*Consideraciones extras\*

Lv estará determinada entre valores de 0.1 a 0.5 kgDBO/m<sup>3</sup>\*dia y una altura de lecho entre 0.80 y 1.20 metros.

DIMENSIONAMIENTO DE FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENCIONAL		
CARGA ORGANICA DEL AFLUENTE		
L	N*Co	
L	19,575	kgDBO/dia
VOLUMEN DEL FILTRO ANAEROBIO		
V	L/Lv	
Lv	Carga organica volumetrica	0,1
V	195,8	
DIMENSIONES DEL FILTRO ANAEROBIO		
VOLUMEN	195,8	m <sup>3</sup>
PROFUNDIDAD	1,25	m
AREA	156,64	m <sup>2</sup>
AREA ESTANDAR	80	m <sup>2</sup>

**Figura 4-5** Cálculos de dimensionamiento del filtro anaerobio de flujo ascensional

**Fuente:** Elaboración propia.

**\*Consideraciones extras\***

El tanque tiene un área de ferrocemento y el material a emplearse es de tipo granular, además el diámetro del mismo deberá calcularse de acuerdo al área del lecho bacteriano.

TOMANDO EN CUENTA LAS CONSIDERACIONES			
VOLUMEN	200	m <sup>3</sup>	
TANQUE	DIAMETRO	9,4	m
	ALTURA	8,37	m
CUPULA	RADIO	1,44	m
	FLECHA	3	cm
PARED	ESPESOR	5,9	cm

**Figura 4-6** Dimensionamiento del filtro anaerobio de flujo ascensional

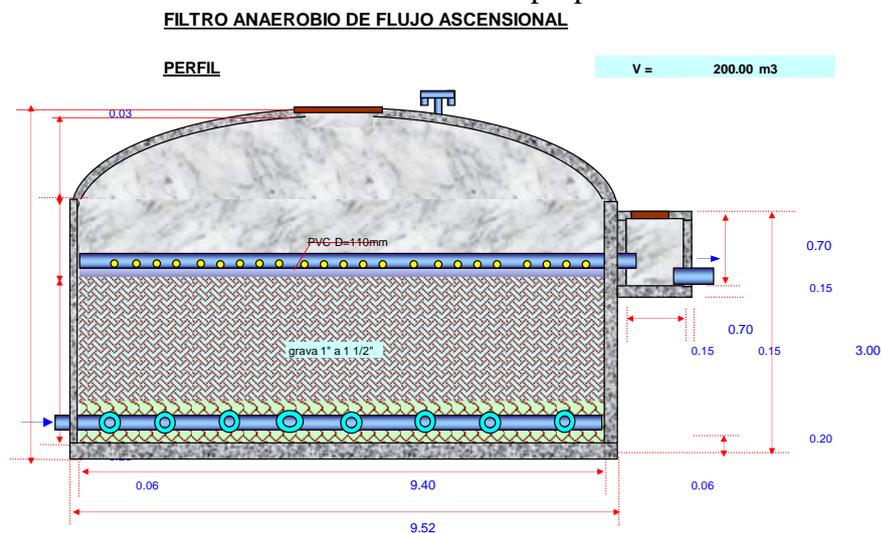
**Fuente:** Elaboración propia.

El tanque contiene una eficiencia de remoción del 70% donde se reducen los siguientes parámetros DBO, SST, CF.

**Tabla 4-3** Valores de remoción

PARAMETROS	UNIDAD	V.AFLUENTE	V.EFLUENTE
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Mg/lit	112.50	33.75
Sólidos Suspendidos Totales	Mg/lit	200	60
Coliformes fecales	Cf/100ml	7.50E+06	2.25E+06

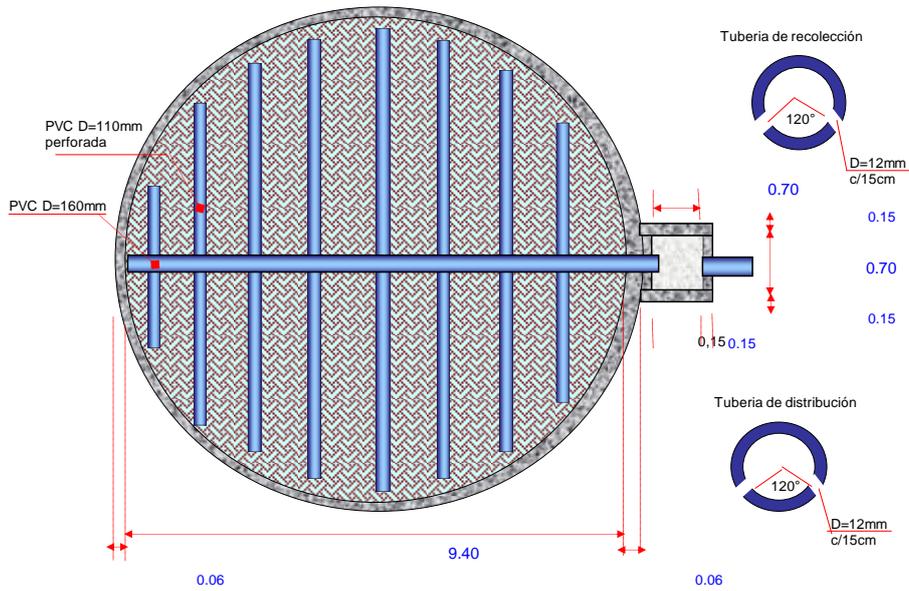
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 4-7** Filtro Anaerobio de Flujo Ascensional(Perfil)

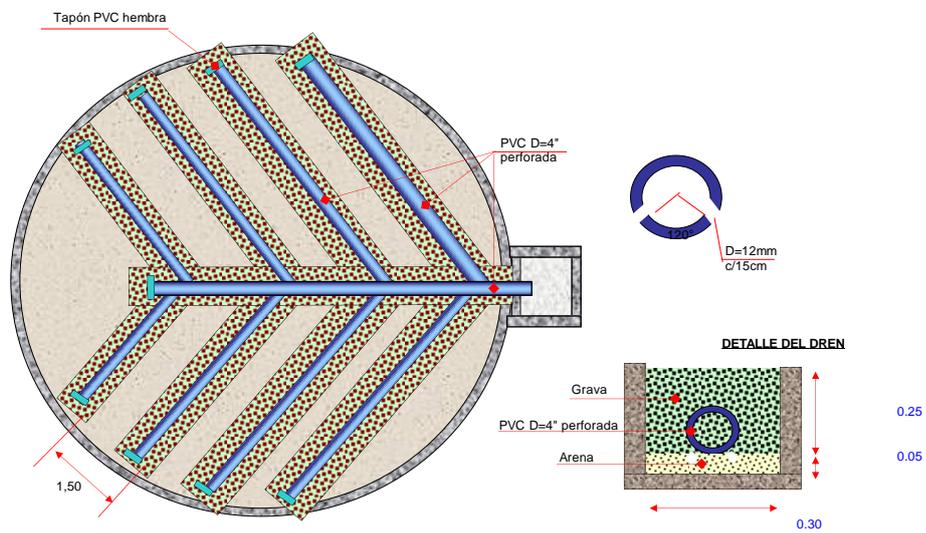
**Fuente:** Elaboración propia.

**PLANTA**  
**TUBERIAS DE DISTRIBUCION**

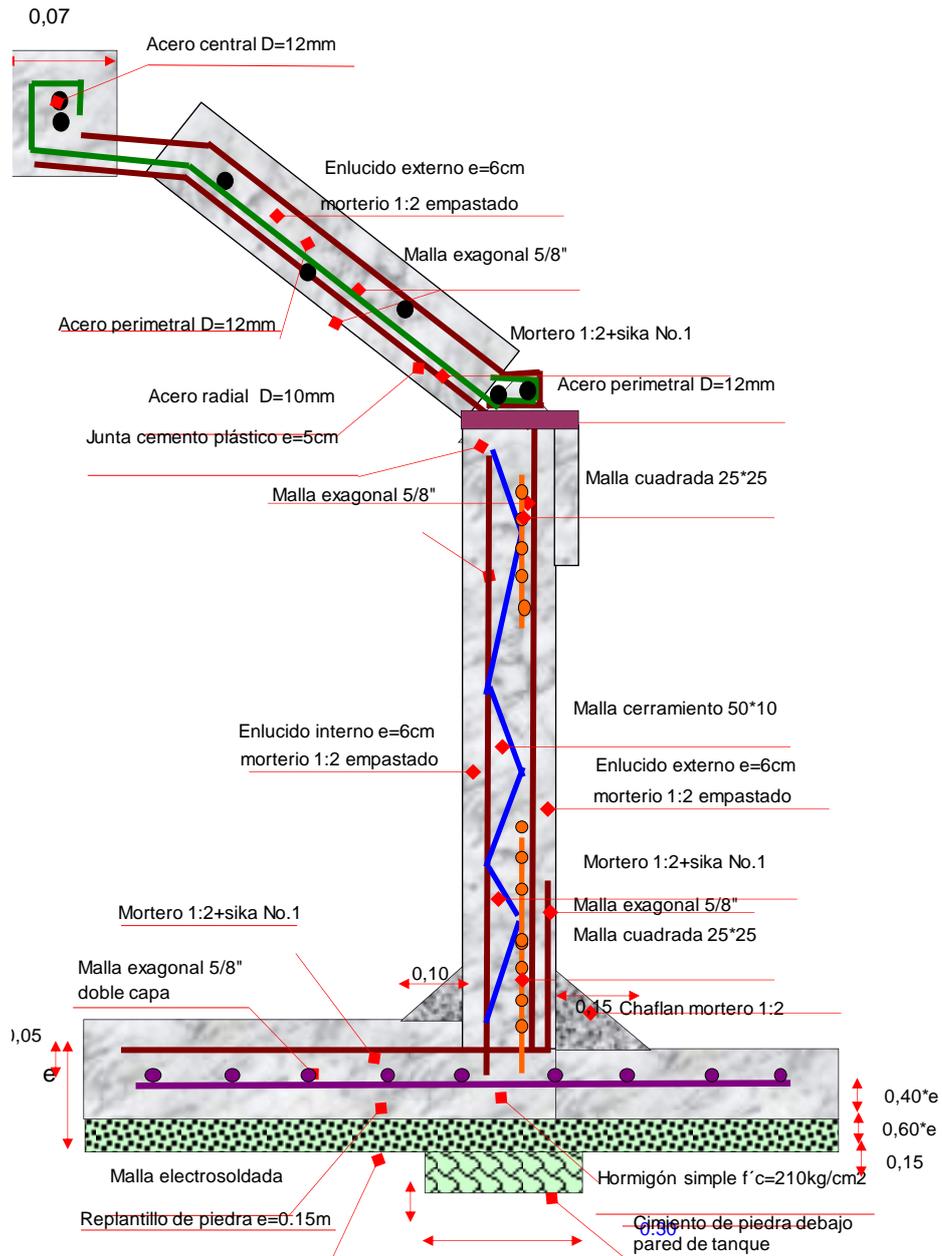


**Figura 4-8** Filtro Anaerobio de Flujo Ascensional(Planta)  
**Fuente:** Elaboración propia.

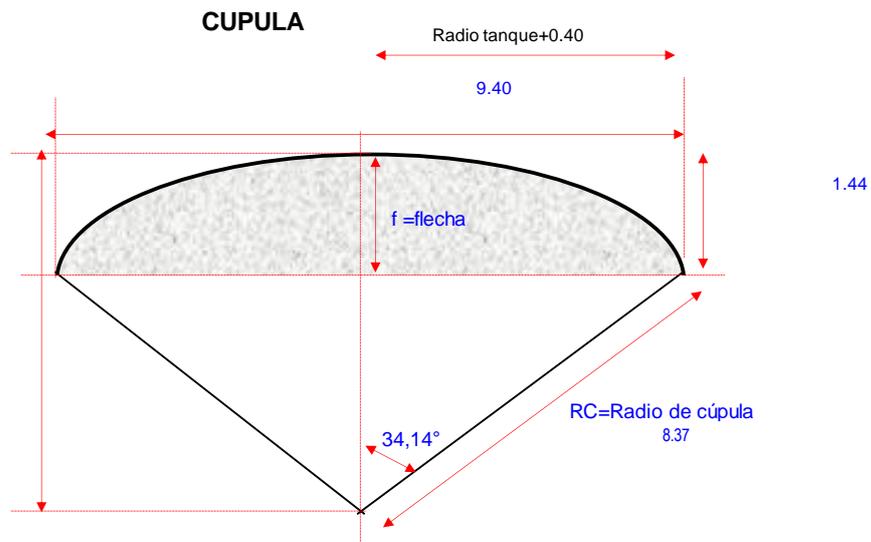
**SUBDRENES**



**Figura 4-9** Ilustración de subdrenes (Planta)  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 4-10** Filtro Anaerobio de Flujo Ascensional (Estructural)  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 4-11** Cúpula del Filtro Anaerobio de Flujo Ascensional  
**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.6 UBICACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO



**Figura 4-12** Ubicación de la planta de tratamiento en el terreno de estudio  
**Fuente:** Elaboración propia.

## CONCLUSIONES

-En el presente trabajo se realiza el diseño del sistema de alcantarillado y planta de aguas residuales de Pastopamba, el mismo que considera las necesidades y características topográficas con que cuenta la comunidad, además de cumplir con toda la normativa técnica nacional y local vigente para el dimensionamiento de los elementos que conforman este sistema de alcantarillado que tiene una longitud de 5.3 Km, incluyendo toda la documentación técnica de respaldo para el diseño propuesto.

-Se realizó el levantamiento de información del terreno del proyecto con ayuda de un dron y el sistema RTK, además se realizó la recolección de información demográfica con la ayuda de información previa adquirida de los portales de información (INEC).

-En el capítulo dos se describe las normas técnicas y ecuaciones de diseño que se utilizaron para realizar el diseño del presente proyecto.

-En el capítulo tres se realizó el diseño de la red de alcantarillado, del cual se adjuntan los planos tanto en planta como en perfil, donde se aprecia la ubicación y datos hidráulicos para los 114 pozos de revisión necesarios, y los 115 tramos de red de alcantarillado sanitario de 200 mm de diámetro.

- En el capítulo cuatro se muestra el diseño y los planos de detalle y ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesta, la cual se compone de una fosa séptica de dos cámaras con un volumen total de  $106 \text{ m}^3$  y un filtro anaerobio con  $195.8 \text{ m}^3$  para atender las necesidades de tratamiento de la comunidad.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda la implementación del diseño propuesto a fin de mejorar las condiciones sanitarias y ambientales de la comunidad de Pastopamba.
- Se recomienda completar la documentación generada en el presente trabajo, con el cálculo del presupuesto referencial y análisis de precios unitarios con el fin de valorarlo económicamente y buscar fuentes de financiamiento para su implementación. Además, debería completarse también los trámites ambientales y de viabilidad técnica correspondientes con el Ministerio del Agua, Ambiente y Transición Ecológica, previo a su implementación.
- Finalmente en caso de considerarse ramales adicionales para la construcción del proyecto, deben considerarse todos los criterios técnicos expuestos en este trabajo, a fin de que pueda comprobarse el funcionamiento del diseño bajo las mismas consideraciones con que han sido propuestos el alcantarillado y la planta de tratamiento.

## LISTA DE REFERENCIAS.

- Conagua. (2017). *Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Zonas Rurales, Periurbanas y Desarrollos Ecoturísticos*. In Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento.  
<https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro31.pdf>
- INEN. (1992). NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES. In *Instituto Ecuatoriano de Normalización*.
- INEN. (1997). *Código De Practica Para El Diseño De Sistemas De Abastecimiento De Agua Potable, Disposición De Excretas Y Residuos Líquidos En El Área Rural*. In Instituto ecuatoriano de Normalización (Vol. 2).  
[https://archive.org/details/ec.cpe.5.9.2.1997/page/n1/mode/2up%0Ahttps://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe\\_inen\\_5-parte9.2-1.pdf%0Ahttps://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe\\_inen\\_5-parte9.2-1.pdf](https://archive.org/details/ec.cpe.5.9.2.1997/page/n1/mode/2up%0Ahttps://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5-parte9.2-1.pdf%0Ahttps://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5-parte9.2-1.pdf)
- Los, U. M. D. E. C. D. E. (2009). *Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q*.
- Tchobanoglous, G., L. Burton, F., & Stensel, D. H. (2014). *Metcalf & Eddy: Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. In McGraw Hill Companies, Inc. (Issue 7).
- OPS/CEPIS/05.163. (2005). *Guía Para El Diseño De Tanques Sépticos, Tanques Imhoff Y Lagunas De Estabilización*. In Publicaciones Estadísticas y Geográficas. SINA (Vol. 130, Issue November).  
<http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/299/1/UNESUM-ECU->

CIVIL-2011-23.pdf

CENTA. (2008). *Manual de depuración de aguas residuales urbanas*. In Centa, Secretariado de Alianza por el agua, Ecología y Desarrollo.

<http://alianzaporelagua.org/documentos/MONOGRAFICO3.pdf>

García, J. (2018). *Propuesta Metodológica de Indicadores de Evaluación de Sustentabilidad de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas Orientados al Sector Rural*. In Escuela Politecnica Nacional.

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19075/1/CD-8476.pdf>

INEC. (2001). *Pirámide de población. Censo 2001*. In Cantón Mejía: Vol. 1.1 (Issue MAPA DE LA PROVINCIA DE SUCUMBÍOS La población del Cantón LAGO AGRIO). [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos\\_Censales/Fasc\\_Cantoniales/Pichincha/Fasciculo\\_Mejia.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos_Censales/Fasc_Cantoniales/Pichincha/Fasciculo_Mejia.pdf)

Subdirección General de Agua Potable Drenaje y Saneamiento. (2016). *Volumen 20 Alcantarillado Sanitario*. In Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. <http://mapasconagua.net/libros/SGAPDS-1-15-Libro25.pdf>

Dodane, P. H., & Bassan, M. (2011). *Tanques de Sedimentación y Espesamiento*. In Manejo de Lodos Fecales.

[https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/sandec/publikationen/EWM/FSM\\_Libro\\_low\\_res/manejo\\_fsm\\_cap6\\_120ppi.pdf](https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/sandec/publikationen/EWM/FSM_Libro_low_res/manejo_fsm_cap6_120ppi.pdf)

José, S., La, P. A., San, P., De Pasa, A., Ambato, D. C., Miguel, D., & Flores, M.

(2016). *Diseño Del Sistema De Alcantarillado Y La Planta De Tratamiento De Aguas Residuales De La Comunidad Mogato*.

Celi, B., & Pesantes, F. (2015). “ *Cálculo Y Diseño Del Sistema De Alcantarillado Y Agua Potable Para La Lotización Finca Municipal , En El Cantón El Previa a*

*La Obtención Título De : Ingeniero Civil Elaborado Por : In Escuela Politecnica del Ejercito.* <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5606/1/T-ESPE-033683.pdf>

**ANEXOS.**

Tramo	Lac	Pac	Qd	Sn	So	v	hi	hf	Altura de pozo	y/D	V
POZO - 1	28.995	24	2,25	13,79%	5,00%	0,94942631	4,00	2,90	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 2	110,628	40	2,33	3,55%	2,81%	0,79865329	2,90	2,90	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 3	126,951	56	2,35	17,76%	3,16%	0,84693224	2,90	3,90	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 4	165,424	64	2,39	10,13%	6,84%	1,11046356	3,90	4,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 5	231,012	112	2,49	6,10%	7,66%	1,17514281	4,00	4,10	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 6	283,941	120	2,54	7,74%	5,76%	1,01903125	4,10	4,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 7	310,913	120	2,56	14,83%	3,40%	0,8785057	4,00	4,17	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 8	334,056	120	2,58	18,04%	1,58%	0,69040889	4,17	5,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 9	365,587	136	2,62	15,85%	2,40%	0,80119358	5,00	5,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 10	388,444	144	2,64	21,87%	7,12%	1,13296439	5,00	5,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 11	448,734	152	2,70	8,29%	7,97%	1,19868597	5,00	3,01	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 12	500,698	152	2,74	5,79%	7,19%	1,13852011	3,01	3,21	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 13	511,325	184	2,78	30,18%	6,28%	1,06403542	3,21	4,20	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 14	542,468	184	2,80	13,48%	5,46%	1,11327241	4,20	4,50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 15	566,118	192	2,83	19,02%	7,31%	1,14798166	4,50	4,50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 16	586,205	200	2,85	22,39%	7,98%	1,19943773	4,50	3,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 300	601,334	208	2,87	19,82%	7,99%	1,20018902	3,00	2,99	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 17	636,493	208	2,90	8,52%	8,78%	1,19114224	2,99	2,90	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 18	670,953	208	2,93	8,41%	7,90%	1,19341037	2,90	2,80	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 19	701,422	208	2,95	9,19%	5,75%	1,16821883	2,80	2,01	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 20	724,533	208	2,97	8,68%	6,55%	1,08666808	2,01	2,31	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 21	738,318	216	2,99	16,78%	6,76%	1,10395052	2,31	3,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 22	771,705	216	3,02	8,98%	5,50%	1,11734289	3,00	3,45	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 23	793,7	216	3,03	15,70%	8,00%	1,20093985	3,45	3,77	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 24	818,48	224	3,06	15,22%	6,27%	1,19299574	3,77	3,31	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 25	863,89	240	3,11	7,28%	7,79%	1,18507269	3,31	3,21	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 26	872,586	240	3,12	36,88%	7,60%	1,17053137	3,21	3,21	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 27	882,049	248	3,14	33,89%	8,01%	1,2016902	3,21	3,90	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 28	926,534	248	3,17	8,77%	7,50%	1,16280501	3,90	4,27	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 29	958,82	264	3,21	13,22%	8,01%	1,2016902	4,27	4,17	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 30	993,162	296	3,27	12,13%	7,71%	1,32291613	4,17	3,60	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 31	1015,902	344	3,33	15,82%	6,71%	1,23414556	3,60	2,90	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 301	1090,351	344	3,39	3,90%	7,21%	1,27930105	2,90	2,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 32	1146,945	344	3,44	3,53%	7,70%	1,32205793	2,00	2,08	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 33	1207,885	392	3,53	3,42%	5,21%	1,08748678	2,08	1,99	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 34	1219,019	408	3,55	17,89%	6,14%	1,18056338	1,99	2,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 35	1250,543	408	3,58	6,33%	7,07%	1,26681976	2,00	2,38	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 36	1313,819	408	3,63	3,77%	7,50%	1,30477539	2,38	1,99	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 37	1322,523	424	3,65	22,89%	5,34%	1,19509511	1,99	2,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 38	1338,616	424	3,66	12,43%	6,86%	1,24786379	2,00	2,80	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 39	1432,877	424	3,74	2,97%	1,47%	0,7302916	2,80	2,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 40	1457,316	424	3,76	8,18%	3,63%	1,0464805	2,00	2,99	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 41	1471,409	496	3,84	21,19%	6,01%	1,26785351	2,99	2,30	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 42	1505,323	496	3,86	6,78%	6,93%	1,25421428	2,30	2,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 43	1528,022	496	3,88	8,81%	7,33%	1,28990317	2,00	3,02	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 44	1538,31	512	3,90	29,34%	5,33%	1,19397558	3,02	2,19	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 45	1667,397	528	4,02	1,69%	2,87%	0,97859867	2,19	2,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 46	1788,299	552	4,14	1,65%	1,12%	0,7040696	2,00	2,56	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 47	1899,528	640	4,31	2,30%	2,24%	0,90149153	2,56	3,30	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 48	1911,517	640	4,66	27,52%	6,89%	1,35750505	3,30	2,57	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 200	1923,696	640	4,66	21,13%	6,34%	1,30219634	2,57	2,10	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 303	1933,363	640	4,67	21,76%	7,83%	1,44714725	2,10	2,16	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 49	1963,638	640	4,70	7,14%	5,98%	1,26468519	2,16	2,28	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 304	1987,138	640	4,72	9,70%	7,95%	1,45819433	2,28	2,14	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 305	2008,555	640	4,73	9,98%	6,90%	1,35848982	2,14	2,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 50	2034,116	640	4,75	7,82%	7,64%	1,42948144	2,00	1,80	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 51	2113,13	640	4,82	2,28%	7,83%	1,44714725	1,80	2,03	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 52	2170,564	760	4,64	3,53%	8,17%	1,47823292	2,03	3,99	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 53	2185,739	760	5,46	26,30%	11,79%	1,7757783	3,99	4,99	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 54	2196,555	760	5,47	46,10%	10,89%	1,70898665	4,99	4,52	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 55	2240,698	760	5,50	10,25%	14,63%	1,8223311	4,52	3,07	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 306	2294,079	760	5,55	5,74%	9,54%	1,59737186	3,07	2,21	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 56	2324,719	784	4,79	7,20%	7,94%	1,45727694	2,21	2,51	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 307	2337,684	808	4,82	19,37%	9,36%	1,58223055	2,51	2,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 308	2374,464	856	4,89	5,44%	9,99%	1,50587134	2,00	2,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 57	2410,305	856	6,11	5,58%	10,70%	1,69170148	2,00	2,27	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 58	2441,789	864	5,07	7,20%	7,40%	1,4068497	2,27	2,46	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 59	2472,319	864	6,20	8,05%	12,89%	1,85677081	2,46	2,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 60	2491,134	872	5,14	10,62%	11,29%	1,60085536	2,00	2,30	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 61	2535,451	872	6,29	5,19%	7,67%	1,52116215	2,30	2,80	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 62	2556,713	872	6,30	13,16%	2,61%	1,07479797	2,80	3,06	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 63	2596,044	888	5,10	7,79%	10,60%	1,68377778	3,06	3,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 310	2610,024	896	5,32	21,45%	12,47%	1,68243522	3,00	2,65	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 64	2657,51	896	6,50	5,57%	14,01%	1,93575732	2,65	2,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 311	2696,112	896	6,53	5,18%	11,40%	1,74616093	2,00	2,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 312	2712,73	896	6,55	12,03%	11,50%	1,75380281	2,00	2,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 313	2774,101	944	5,29	3,26%	8,28%	1,48815103	2,00	2,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 314	2801,496	944	6,85	7,30%	7,78%	1,6112149	2,00	1,81	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 65	2816,345	944	6,86	12,17%	11,43%	1,85695314	1,81	2,05	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 315	2882,578	944	6,92	3,10%	14,04%	1,93782875	2,05	2,01	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 316	2925,483	960	5,55	4,68%	13,80%	1,76988344	2,01	1,91	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 66	2939,126	960	7,04	14,01%	8,00%	1,63383677	1,91	1,94	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 67	2971,307	960	7,07	6,04%	8,01%	1,6348576	1,94	2,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 68	3027,802	960	7,11	3,54%	7,80%	1,61328454	2,00	1,80	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 69	3050,095	960	7,13	8,07%	7,46%	1,57773146	1,80	2,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 70	3098,822	960	7,17	4,10%	7,90%	1,62359318	2,00	2,01	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 71	3146,187	960	7,21	4,23%	8,04%	1,63791627	2,01	2,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 72	3171,119	960	7,23	8,02%	7,78%	1,6112149	2,00	2,35	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 73	3201,105	960	7,25	7,83%	8,00%	1,63383677	2,35	2,01	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 317	3232,693	960	7,28	6,35%	8,00%	1,63383677	2,01	2,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 74	3257,726	960	7,30	7,99%	8,00%	1,63383677	2,00	2,00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 75	3280,878	960	7,31	8,63%	7,79%	1,61225006	2,00	2,01	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 318	3310,525	960	7,34	6,77%	8,00%	1,63383677	2,01	2,54	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 76	3340,172	960	7,36	8,58%	8,01%	1,6348576	2,54	2,13	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 77	3368,596	960	7,38	7,51%	7,96%	1,62974706	2,13	2,12	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 78	3401,836	960	7,41	6,39%	10,52%	1,78743287	2,12	2,15	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 79	3434,988	960	7,44	6,48%	10,28%	1,77278188	2,15	2,10	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

**ANEXO-1 Hoja de Cálculo (1/2).**

**Fuente:** Elaboración propia.

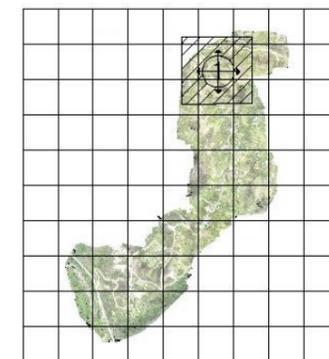
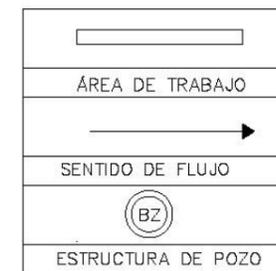
POZO - 80	3460,793	960	7,46	8,13%	10,79%	1,82221345	2,10	2,01		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 319	3506,959	960	7,49	4,35%	8,82%	1,73832675	2,01	2,10		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 81	3523,539	960	7,51	12,66%	8,00%	1,66095516	2,10	2,10		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 82	3547,795	960	7,53	8,66%	12,20%	1,95666238	2,10	2,00		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 83	3571,398	960	7,55	8,47%	8,48%	1,72116232	2,00	2,10		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 320	3592,925	960	7,56	9,76%	9,25%	1,7147636	2,10	2,00		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 84	3629,389	960	7,59	5,48%	11,19%	1,89206942	2,00	2,00		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 85	3659,379	960	7,62	6,67%	10,52%	1,84039862	2,00	2,00		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 86	3693,629	960	7,64	5,84%	8,00%	1,69320797	2,00	2,00		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 87	3729,379	960	7,67	5,59%	8,00%	1,61507762	2,00	2,00		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 88	3774,431	960	7,71	4,44%	9,81%	1,79409487	2,00	2,00		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 89	3816,456	960	7,74	4,76%	8,00%	1,62521944	2,00	2,00		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 90	3847,624	960	7,77	6,41%	10,56%	1,87304739	2,00	2,00		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 91	3878,787	960	7,79	6,41%	8,00%	1,63532971	2,00	2,00		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 92	3909,538	960	7,82	6,50%	10,81%	1,79541361	2,00	2,00		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 93	3927,868	960	7,83	10,91%	8,00%	1,64540882	2,00	2,00		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 94	3973,219	960	7,87	4,41%	8,57%	1,70822204	2,00	3,21		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
POZO - 95	4021,071	960	7,91	6,70%	8,81%	1,73724435	3,21	0,00		NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

## ANEXO-2 Hoja de cálculo (2/2)

**Fuente:** Elaboración propia.



SIMBOLOGIA



UNIVERSIDAD DEL AZUAY  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

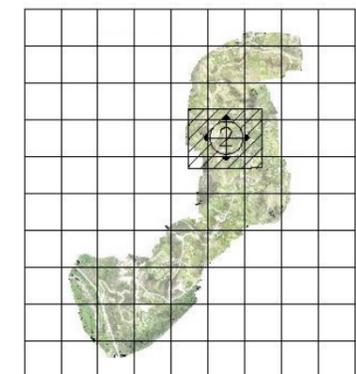


PROYECTO: Sistema de Abastecimiento Sanitario para la comunidad de Pastapampa, Píscos, Azuay	CONTENIDO: Implementación de la red de Abastecimiento Sanitario	ESCALA: 1:200	FECHA: 26/09/2023	OTRO: LÍNEA - BOGOTÁ - ZONA 17 EBR
ELABORADO: INGENIERO JOSÉ LUIS RAMÍREZ	DISEÑO: Eduardo POLO SERRANO S.	REVISADO: INGENIERO JOSÉ LUIS RAMÍREZ	APROBADO: INGENIERO JOSÉ LUIS RAMÍREZ	LÁMINA: 1



SIMBOLOGIA

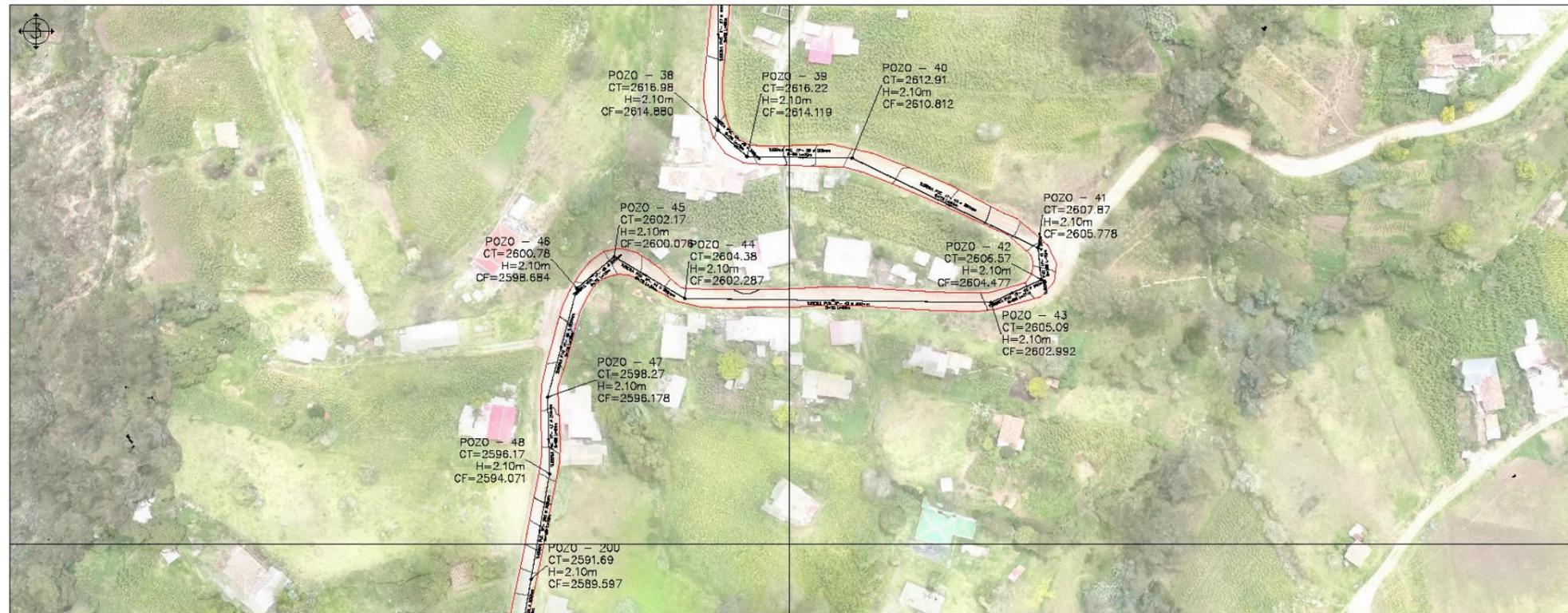
ÁREA DE TRABAJO
SENTIDO DE FLUJO
ESTRUCTURA DE POZO



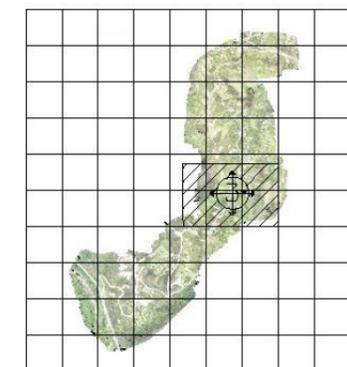
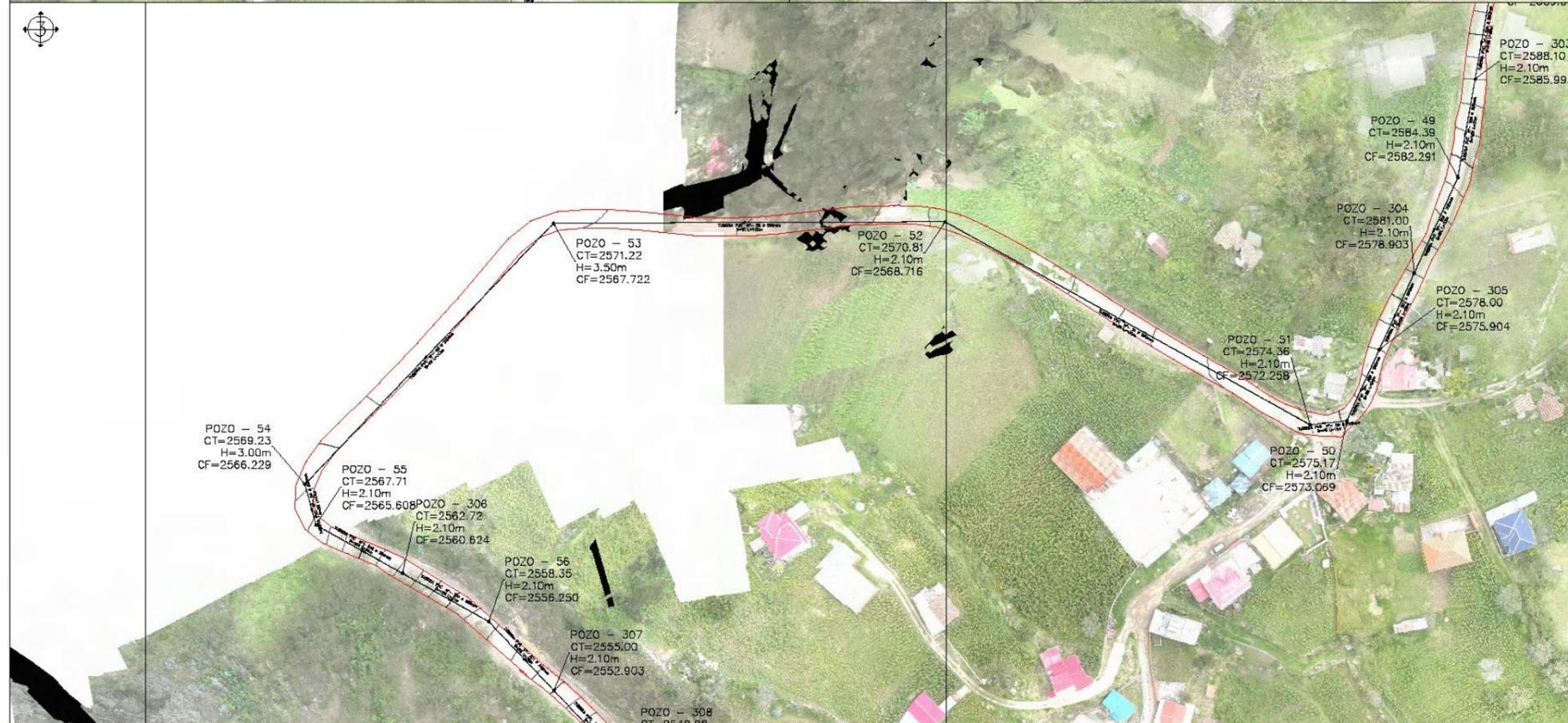
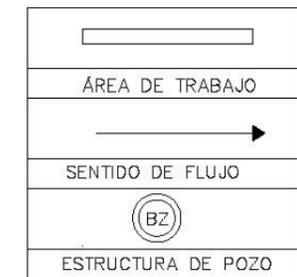
UNIVERSIDAD DEL AZUAY  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA



PROYECTO: Sistema de Abastecimiento Sanitario para la comunidad de Pastapamba, Pínta, Azuay	CONTENIDO: Implementación de la red de Abastecimiento Sanitario	ESCALA: 1:200	FECHA: 26/04/2023	DATUM: UTM-WGS84 ZONA 17 SUR
REVISÓ: INGENIERO JOSUE LAYRAN TUTOR DE PROYECTO	DISEÑÓ: Eduardo PHILIP BERNARDINI S.	OBSERVACIONES:		LÁMINA: 2



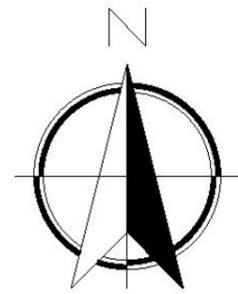
SIMBOLOGIA



UNIVERSIDAD DEL AZUAY  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

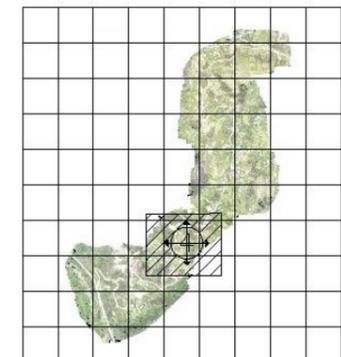


PROYECTO: Sistema de Abastecimiento Sanitario para la comunidad de Páscar, Píñata, Azuay	CONTENIDO: Implementación de la red de Abastecimiento Sanitario	ESCALA: 1:200	FECHA: 26/04/2023	DATOS: LITR-MEDIO: ZONA 17 SUR
REVISÓ: INGENIERO JOSUE LARRIN	DIBUJÓ: Egon PAOLO BERNARDINI S.	COORDINADOR: Egon PAOLO BERNARDINI S.	LITR-MEDIO: ZONA 17 SUR	3



SIMBOLOGIA

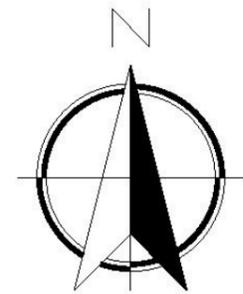
ÁREA DE TRABAJO
SENTIDO DE FLUJO
ESTRUCTURA DE POZO



UNIVERSIDAD DEL AZUAY  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

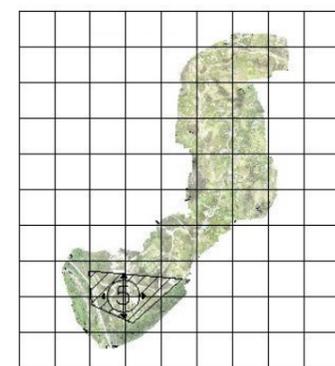


PROYECTO: Sistema de Abastecimiento Sanitario para la comunidad de Palagiano, Píscos, Azuay	CONTENIDO: Implementación de la red de Abastecimiento Sanitario	ESCALA: 1:200	FECHA: 20/04/2023	DATAS: LIMA - BOLIVIA ZONA 17 SUR
ELABORADO: INGENIERO JOSUE LAYRAN TUTOR DE PROYECTO	DIBUJADO: Eugen POLO SEBASTIAN S.	OBSERVACIONES:		LÁMINA: 4



SIMBOLOGIA

	ÁREA DE TRABAJO
	SENTIDO DE FLUJO
	ESTRUCTURA DE POZO

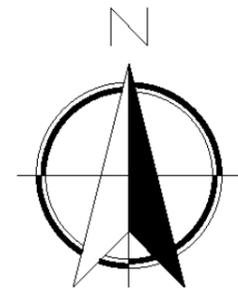
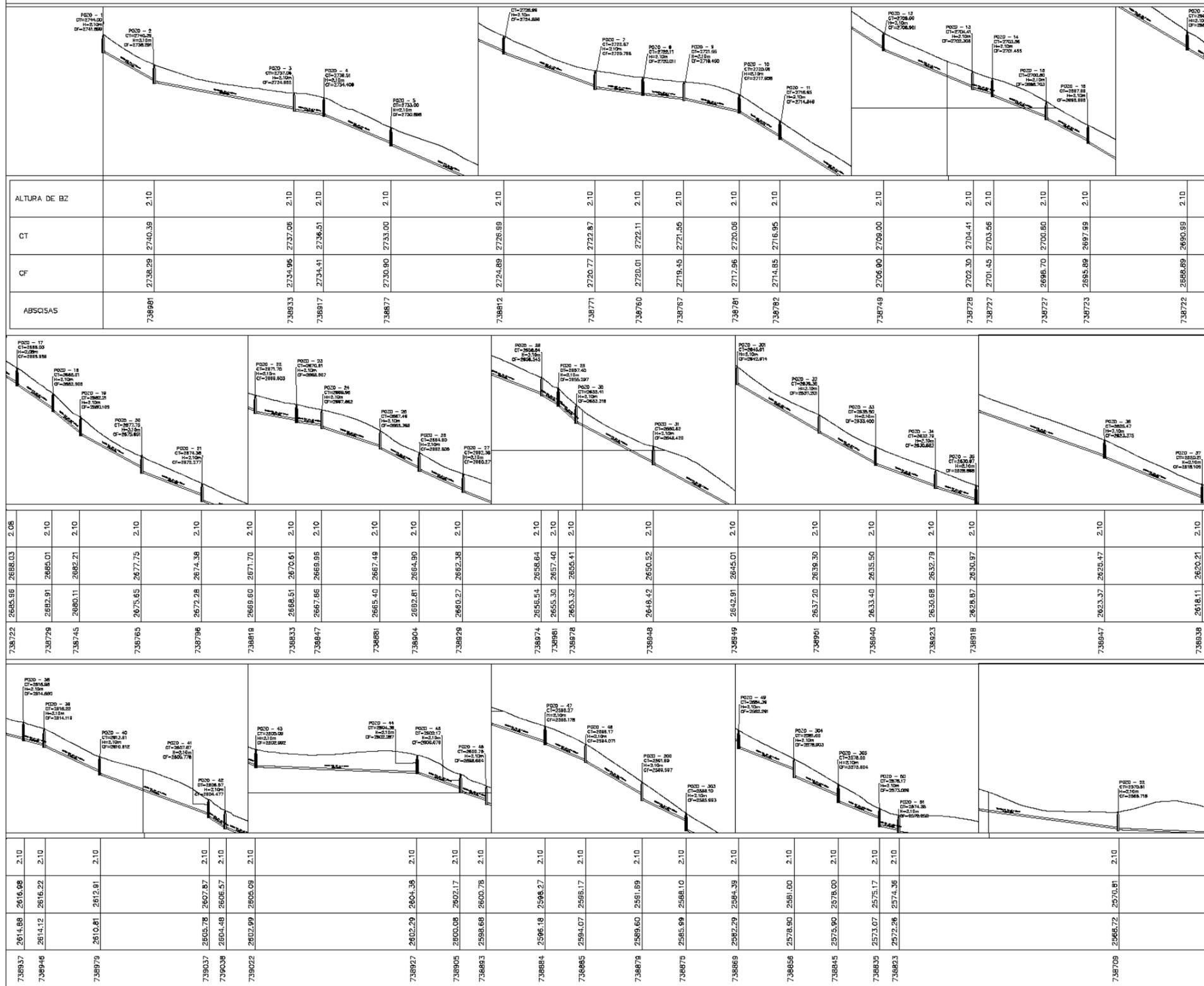


UNIVERSIDAD DEL AZUAY  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA



PROYECTO: Sistema de Abastecimiento de agua para la comunidad de Píscapamba, Píscapamba, Azuay	CONTENIDO: Implementación de la red de Abastecimiento de agua.	ESCALA: 1:200	FECHA: 20/04/2023	DISEÑO: LINA-IBARRO, ZORBA Y BARR
REVISOR: INGENIERO JUAN CARLOS LÓPEZ	DESBURDO: EQUIPO: PAOLO SEBASTIÁN S.	OBSERVACIONES:	LÁMINA: 5	

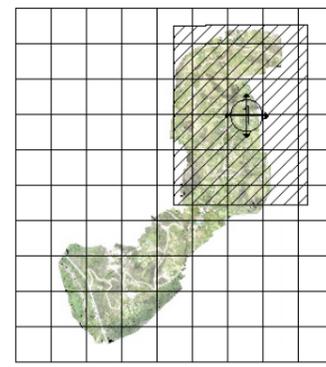
# PERFIL RED PRINCIPAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO



## SIMBOLOGIA



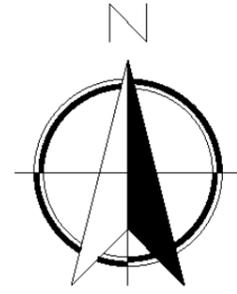
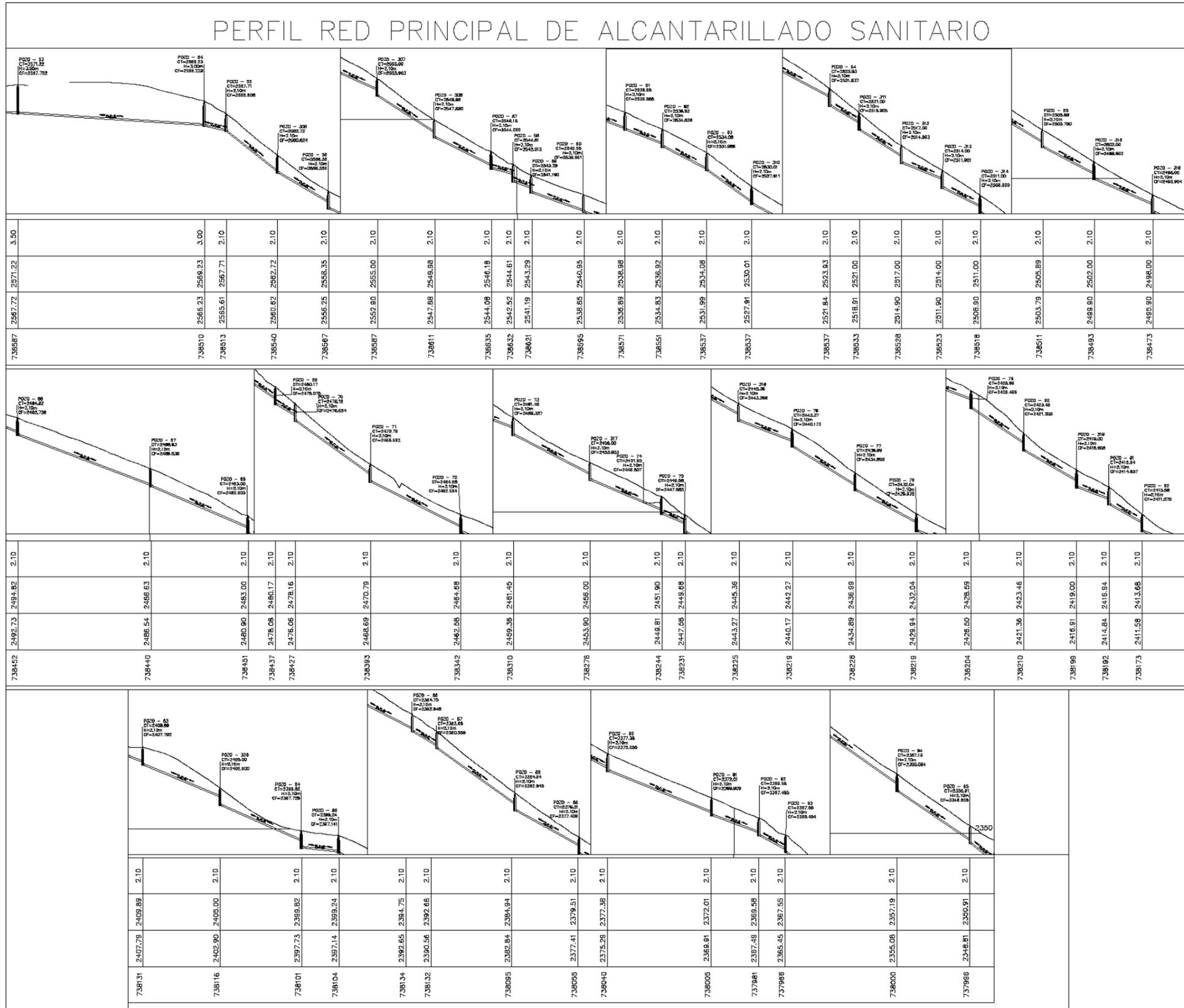
## ZONA PRESENTADA



UNIVERSIDAD DEL AZUAY  
 FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario para la comunidad de Pastapampa, Pícol, Azuay  
 CONTENIDO: Implementación de la red de Alcantarillado Sanitario  
 ESCALA: 1:10  
 FECHA: 26/01/2023  
 DATUM: UTM-8660- ZONA 17 SUR  
 REVISÓ: ING. JOSÉ LUIS TORRES  
 DIBUJÓ: Erika PAOLO SEBASTIÁN S.  
 OBSERVACIONES:  
 LÁMINA: 6

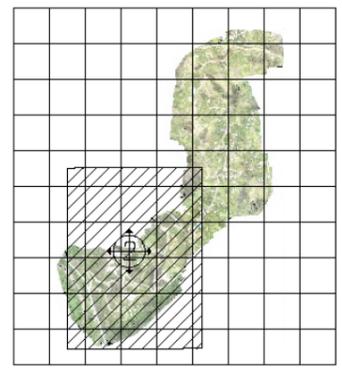
## PERFIL RED PRINCIPAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO



### SIMBOLOGIA



### ZONA PRESENTADA



UNIVERSIDAD DEL AZUAY  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

PROYECTO: Sistema de Alcantarillado Sanitario para la comunidad de Píscapamba, Píscapamba, Azuay

FECHA: 20/04/2023

REVISÓ: Ing. PAOLO SEBASTIÁN S.

CONTENIDO: Implementación de la red de Alcantarillado Sanitario

FECHA: 20/04/2023

DIBAJA: Egon PAOLO SEBASTIÁN S.

ESCALA: 1:10

FECHA: 20/04/2023

TÍTULO: LÍNEA-BARRA: LÍNEA 17 BAR

7

ANEXOS DE PLANOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO PRINCIPAL DE LA COMUNIDAD DE PASTOPAMBA