



**UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

**SEDE QUITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
Y DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO UBICADO EN LA COMUNIDAD  
DE PULINGUÍ, BARRIO SANTA FE, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE  
CHIMBORAZO**

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

AUTORA: María Fernanda Guachamín Ambi

TUTORA: Verónica Valeria Yépez Martínez

Quito-Ecuador

2023

## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, María Fernanda Guachamín Ambi, con documento de identificación N°1725549602 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 16 de agosto del 2023

Atentamente,



---

María Fernanda Guachamín Ambi

1725549602

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

Yo, María Fernanda Guachamín Ambi, con documento de identificación N°1725549602, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Estudio y diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario y diseño de Planta de Tratamiento ubicado en la Comunidad de Pulinguí, Barrio Santa Fe, Cantón Guano, Provincia de Chimborazo”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Quito, 16 de agosto del 2023

Atentamente,



\_\_\_\_\_  
María Fernanda Guachamín Ambi

1725549602

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Verónica Valeria Yépez Martínez, con documento de identificación N° 1711285591, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO UBICADO EN LA COMUNIDAD DE PULINGUÍ, BARRIO SANTA FE, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO, realizado por María Fernanda Guachamín Ambi con documento de identificación N° 1725549602, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 16 de agosto del 2023

Atentamente,



Ing. Verónica Valeria Yépez Martínez, MSc.

1711285591

## **DEDICATORIA**

A Dios por no haberme dejado nunca en todo este largo camino, por su infinito amor y la gracia que ha derramado en mi vida, por darme la sabiduría necesaria para alcanzar este sueño tan anhelado. A mis queridos padres Jeaneth y Marcelo, por su esfuerzo, apoyo y amor incondicional, y ser mi ejemplo de superación y perseverancia, y por confiar en mí regalándome la oportunidad de prepararme para la vida. A mi amado esposo Alexander, quien ha sido mi amigo y compañero de vida durante toda esta travesía universitaria y a mi adorado hijo Isaac, quien es mi inspiración y el pilar fundamental para siempre seguir adelante. A mis hermanos Alejandra y Estevan que han estado conmigo en los momentos más difíciles de mi vida, brindándome su amor y cariño incondicional y hacer que nunca me rinda.

A todos y cada uno de mis tíos que han sido parte fundamental en mi vida, por su motivación, su apoyo, porque siempre me han demostrado su amor en cada etapa de mi vida y siempre han tenido una palabra oportuna que me ha servido para no rendirme. A mi querida abuelita María, quien me ha enseñado las cosas más importantes de esta vida, quien me deja una huella imborrable en el corazón. A mi prima Jaqueline por siempre creer en mí y formar un lazo de hermandad en mi corazón. A mis queridas amigas, Magali, Leonela y Vanesa quienes han estado conmigo incondicionalmente, regalándome una amistad sincera que quedará para siempre en mi corazón.

**María Fernanda Guachamín Ambi**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por darme la inteligencia y sabiduría necesaria, para afrontar cada reto de esta vida, ya que sin El nada hubiera sido posible.

A la Universidad Politécnica Salesiana, por abrirme las puertas de su digna institución para poder capacitarme como profesional y ver concluida una meta más en mi vida. A mis profesores quienes con su experiencia pudieron impartir en mí su conocimiento y así poder formarme como una profesional y de manera especial agradecerle a la Ing. Verónica Yépez, quién me dio la oportunidad de realizar este proyecto y fue apoyo primordial en el mismo.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>xv</b>
<b>ANTECEDENTES Y GENERALIDADES</b> .....	<b>10</b>
<b>1.1 Introducción</b> .....	<b>1</b>
1.2 Objetivos.....	Error! Bookmark not defined.
1.2.1 Objetivo general .....	Error! Bookmark not defined.
1.2.2 Objetivos Específicos .....	Error! Bookmark not defined.
<b>1.3 Alcance</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4 Aspectos físicos</b> .....	<b>2</b>
1.4.1 Ubicación del área de estudio .....	Error! Bookmark not defined.
1.4.2 Coordenadas geográficas .....	<b>3</b>
1.4.2.1 Coordenadas UTM .....	<b>3</b>
1.4.3 Tipo de Suelo.....	<b>3</b>
1.4.4 Topografía .....	<b>4</b>
1.4.5 Clima .....	<b>4</b>
1.4.5 Pluviosidad .....	<b>4</b>
1.4.6 Hidrología.....	<b>5</b>
<b>1.5 Línea base del proyecto</b> .....	<b>5</b>
1.5.1 Condiciones socioeconómicas .....	<b>5</b>
1.5.2 Servicios sanitarios .....	<b>5</b>
1.5.3 Disposición de excretas y basura.....	<b>6</b>
1.5.4 Salud .....	<b>6</b>
1.5.5 Situación ambiental .....	<b>6</b>
<b>1.6 Diagnóstico de los sistemas existentes</b> .....	Error! Bookmark not defined.
1.6.1 Sistema actual de alcantarillado sanitario.....	Error! Bookmark not defined.
1.6.2 Sistema de Agua Potable .....	<b>7</b>
1.6.3 Red de luz eléctrica.....	<b>7</b>
1.6.4 Red de telefonía .....	Error! Bookmark not defined.
<b>1.7 Planteamiento de alternativas para el sistema de alcantarillado sanitario</b> .....	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>14</b>
<b>MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA</b> .....	<b>23</b>
<b>2.1 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario</b> .....	<b>14</b>

2.1.1 Generalidades .....	14
<b>2.2 Disposiciones específicas .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 Bases de diseño.....</b>	<b>14</b>
2.3.1 Período de Diseño.....	14
2.3.2 Población .....	15
2.3.2.1 Método Geométrico.....	15
2.3.3 Densidad Poblacional .....	16
2.3.4 Áreas de Aportación Sanitaria.....	17
2.3.5 Dotación .....	18
2.3.6.1 Caudal de aguas servidas.....	20
2.3.6.2 Caudal Medio Diario .....	20
2.3.6.2 Caudal Máximo instantáneo o sanitario .....	21
2.3.6.3 Coeficiente de Mayoración (M) .....	22
2.3.6.4 Caudal de Infiltración ( $Q_{INF}$ ) .....	23
2.3.6.5 Caudal por conexiones Erradas ( $Q_E$ ).....	23
2.3.6.6 Caudal de Diseño ( $Q_d$ ).....	24
<b>2.4 Hidráulica de conductos.....</b>	<b>24</b>
2.4.1 Relaciones Hidráulicas para colectores parcialmente llenos .....	25
2.4.2 Recomendaciones para el Diseño de las Redes de Alcantarillado Sanitario .....	27
2.4.2.1 Capacidad admisible .....	27
2.4.2.2 Diámetro y pérdidas por transiciones en tubería.....	27
2.4.2.3 Velocidades de los conductos .....	27
2.4.2.4 Pendiente y Ubicación de Tuberías .....	28
2.4.2.5 Pozos de revisión.....	29
2.4.2.6 Pozos de Salto .....	31
2.4.2.7 Conexiones Domiciliarias .....	31
<b>2.5 Cálculos hidráulicos .....</b>	<b>31</b>
<b>2.6 Tratamiento de aguas residuales.....</b>	<b>31</b>
2.6.1 Aguas residuales .....	31
2.6.2 Proceso de Tratamiento de Aguas Residuales .....	32
2.6.3 Sistemas de depuración de aguas residuales.....	32
2.6.4 Componentes de las aguas residuales .....	33
2.6.5 Selección de Tratamiento .....	33
2.6.6 Tipos de tratamiento para aguas residuales .....	34



2.6.6.1 Tratamiento Preliminar .....	34
2.6.6.2 Tratamiento Primario .....	34
2.6.6.3 Tratamiento Secundario .....	35
<b>2.7 Criterios para la construcción del tanque séptico .....</b>	<b>35</b>
2.7.1 Funcionamiento del Tanque Séptico .....	35
2.7.2 Componentes del Sistema .....	35
2.7.3 Ubicación de la Planta de Tratamiento .....	36
<b>2.8 Filtro anaeróbico de flujo ascendente (fafa) .....</b>	<b>36</b>
2.8.1 Fundamentos de Diseño.....	37
<b>2.9 Diseño del tanque séptico .....</b>	<b>38</b>
2.9.2 Comprobación condiciones de forma .....	40
2.9.3 Dimensiones del tanque séptico .....	40
<b>2.10 Diseño de filtro anaerobio.....</b>	<b>41</b>
2.10.1 Condiciones de Forma.....	41
2.10.2 Comprobación condiciones de forma.....	42
2.10.3 Dimensiones del Filtro Anaerobio.....	43
<b>CAPITULO III .....</b>	<b>44</b>
<b>EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>3.1 Características físicas ambientales.....</b>	<b>44</b>
3.1.1 Medio Físico.....	44
3.1.2 Aspectos Bióticos .....	44
<b>3.2 Principales impactos ambientales .....</b>	<b>46</b>
3.2.1 Plan de Manejo Ambiental .....	48
3.2.1.1 Objetivo General .....	48
3.2.2 Plan de Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales .....	48
3.2.3 Plan de Manejo de Desechos .....	49
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DEL SISTEMA DE</b>	
<b>ALCANTARILLADO.....</b>	<b>51</b>
<b>4.1 Introducción.....</b>	<b>51</b>
<b>4.2 Indicadores de evaluación del proyecto.....</b>	<b>51</b>
4.2.1 Valor Actual Neto (VAN).....	51
4.2.2 Tasa Interna de Retorno (TIR) .....	Error! Bookmark not defined.

4.2.3 Beneficio/ Costo (B/C).....	52
<b>4.3 Demanda del proyecto.....</b>	<b>53</b>
<b>4.4 Inversiones del proyecto.....</b>	<b>55</b>
<b>4.5 Cálculo de presupuesto de operación y mantenimiento.....</b>	<b>55</b>
4.5.1 Identificación de costos.....	55
4.5.2 Mano de Obra.....	56
4.5.3 Materiales e insumos.....	56
4.5.4 Herramientas .....	57
<b>4.6 Beneficios valorados que generan el proyecto .....</b>	<b>59</b>
<b>4.7 Evaluación económica .....</b>	<b>60</b>
4.7.1 Inversión económica programada para ejecución del proyecto del sistema de alcantarillado. ....	60
4.7.2 Beneficios económicos de proyecto.....	61
<b>4.8 Evaluación financiera.....</b>	<b>63</b>
4.8.1 Cálculo del costo de servicio del sistema de alcantarillado .....	63
<b>4.9 Cálculo de la tarifa sin recuperación capital.....</b>	<b>65</b>
4.9.1 Precio por operación, mantenimiento y administración en el sistema de alcantarillado sanitario: .....	65
4.9.2 Valor actual neto financiero del proyecto .....	68
<b>4.10 Análisis de resultados y tarifas adoptadas .....</b>	<b>69</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>71</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>73</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Resumen de alternativa 1</i> .....	8
<b>Tabla 2</b> <i>Presupuesto referencial alternativa (1) alcantarillado sanitario</i> .....	10
<b>Tabla 3</b> <i>Resumen de Alternativa 2</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Tabla 4</b> <i>Presupuesto referencial alternativa (2) alcantarillado sanitario</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Tabla 5</b> <i>Población Barrio Santa Fe</i> .....	15
<b>Tabla 6</b> <i>Datos Generales</i> .....	17
<b>Tabla 7</b> <i>Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento</i> .....	19
<b>Tabla 8</b> <i>Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio</i> .....	20
<b>Tabla 9</b> <i>Velocidades Máximas a tubo lleno según coeficientes de Rugosidad de los materiales</i> .....	28
<b>Tabla 10</b> <i>Pendientes Mínimas para las alcantarillas de aguas residuales.</i> .....	28
<b>Tabla 11</b> <i>Distancia Máxima entre pozos.</i> .....	29
<b>Tabla 12</b> <i>Diámetros internos en pozos de revisión.</i> .....	30
<b>Tabla 13</b> <i>Eficiencias típicas de remoción</i> .....	34
<b>Tabla 14</b> <i>Tiempo de retención</i> .....	37
<b>Tabla 15</b> <i>La flora característica en la zona</i> .....	45
<b>Tabla 16</b> <i>Fauna característica de la zona</i> .....	46
<b>Tabla 17</b> <i>Principales Impactos ambientales</i> .....	47
<b>Tabla 18</b> <i>Plan de Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales</i> .....	49
<b>Tabla 19</b> <i>Plan de manejo de desechos sólidos</i> .....	50
<b>Tabla 20</b> <i>Indicadores de aceptación o rechazo de proyectos</i> .....	53
<b>Tabla 21</b> <i>Demanda del proyecto en habitantes y conexiones domiciliarias</i> .....	54
<b>Tabla 22</b> <i>Obras civiles a construirse</i> .....	55
<b>Tabla 23</b> <i>Mano de obra necesaria para el mantenimiento del sistema de alcantarillado</i> .....	56
<b>Tabla 24</b> <i>Materiales e insumos necesarios para el mantenimiento del sistema</i> .....	56
<b>Tabla 25</b> <i>Tuberías y accesorios disponibles para el mantenimiento del sistema de alcantarillado.</i> .....	57
<b>Tabla 26</b> <i>Herramientas necesarias para el mantenimiento del sistema de alcantarillado</i> .....	57
<b>Tabla 27</b> <i>Resumen de costos</i> .....	58
<b>Tabla 28</b> <i>Ahorros económicos por familias por año</i> .....	60

<b>Tabla 29</b> <i>Inversión económica del sistema de alcantarillado</i> .....	61
<b>Tabla 30</b> <i>Beneficios económicos del proyecto</i> .....	62
<b>Tabla 31</b> <i>Costos de operación para cada año de vida útil del proyecto</i> .....	64
<b>Tabla 32</b> <i>Tarifa básica del proyecto</i> .....	66
<b>Tabla 33</b> <i>Ingresos generados por la tarifa adoptada</i> .....	67
<b>Tabla 34</b> <i>Valor actual neto financiero del proyecto</i> .....	68
<b>Tabla 35</b> <i>Resultados de la evaluación económica-financiera</i> .....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Ubicación del barrio Santa Fe</i> .....	2
<b>Figura 2</b> <i>Mapa de ubicación geográfica del área de estudio</i> .....	3
<b>Figura 3</b> <i>Vías con alumbrado público</i> .....	7
<b>Figura 4</b> <i>Esquema Áreas aportantes</i> .....	18
<b>Figura 5</b> <i>Esquema de flujo a tubería parcialmente llena</i> .....	26
<b>Figura 6</b> <i>Pozo Tipo</i> .....	30
<b>Figura 7</b> <i>Ubicación de la Planta de Tratamiento</i> .....	36
<b>Figura 8</b> <i>Estructura del tanque séptico</i> .....	39
<b>Figura 9</b> <i>Dimensiones de diseño para el tanque séptico</i> .....	40
<b>Figura 10</b> <i>Dimensiones de diseño del filtro anaeróbico</i> .....	43

## RESUMEN

Este proyecto presenta un estudio de evaluación, diagnóstico y de diseño definitivo del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas servidas en el saneamiento del barrio Santa Fe, comunidad Pulinguí, cantón Guano, provincia de Chimborazo, dicho estudio fue diseñado según los criterios de las Normas de Diseño de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental (SENAGUA), RASS 2000, Normas del ex IEOS, INEN y NEC 2015, para sistemas de aguas residuales y planta de tratamiento con el fin de brindar ayuda a los residentes del barrio que no cuentan con un acceso sostenible a los servicios de saneamiento.

Para la ejecución del proyecto ha colaborado el GAD Municipal del Cantón Guano, representantes del barrio Santa Fe y futuros usuarios del sistema, ,mismos que muestran gran interés por la pronta materialización del proyecto lo que garantizará en gran medida el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, ya que la ausencia de una obra de saneamiento está directamente relacionada con la higiene y salud de la población, puesto que la utilización de letrinas no garantizan un correcto saneamiento y al estar en contacto con los usuarios de manera directa, hace que las enfermedades como la parasitosis y gastrointestinales se proliferen.

*Palabras claves:* alcantarillado sanitario, tratamiento de aguas residuales, alternativas de diseño

## **ABSTRACT**

This project presents an evaluation, diagnostic and definitive design study of the sanitary sewerage system and wastewater treatment plant for the sanitation of the Santa Fe neighborhood, Pulinguí community, Guano canton, Chimborazo province, this study was designed according to the criteria of the Design Standards of the Undersecretary of Environmental Sanitation (SENAGUA), RASS 2000, Standards of the former IEOS, INEN and NEC 2015, for sewage systems and treatment plant in order to provide assistance to the residents of the neighborhood who do not have sustainable access to sanitation services.

The GAD Municipal of Canton Guano, representatives of the Santa Fe neighborhood and future users of the system have collaborated in the implementation of the project, showing great interest in the prompt materialization of the project, which will greatly improve the quality of life of the inhabitants, since the absence of a sanitation work is directly related to the hygiene and health of the population, since the use of latrines does not guarantee proper sanitation and, being in direct contact with the users, causes diseases such as parasites and gastrointestinal diseases to proliferate.

*Keywords:* sanitary sewerage, sewage water treatment, design alternatives.

# CAPÍTULO I

## ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

### 1.1 INTRODUCCIÓN

El barrio Santa Fe, ubicada en la comunidad de Pulinguí, cantón Guano, provincia de Chimborazo, carece de un sistema adecuado de eliminación de desechos biológicos, por lo que algunas familias cuentan con saneamientos básicos que descargan los desechos en fosas sépticas y letrinas, pero su estado se ha deteriorado por la falta de mantenimiento, y en algunos casos resultan destruidos en su totalidad, estas fueron realizadas por las familias.

Este fenómeno es un foco de infección que provoca enfermedades del tracto gastrointestinal, especialmente parasitarias, que afecta principalmente a las personas mayores de un año, ocasionado por la contaminación del ambiente circulante a los hogares. Uno de los defectos más evidentes en la calidad de la vivienda es que demasiada gente vive en una habitación, evidencias en la calidad de la vivienda es el exceso de personas conviviendo en un mismo espacio, mismo que no está físicamente preparado para albergarlos, afectando su higiene y claramente la salud de las personas.

Por tal motivo el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, se convierte en un importante proyecto de desarrollo, que constituye un trabajo de ingeniería con el cual se obtendrá un sistema eficiente y económico que logre el abastecimiento del servicio a la población actual y la futura y así podrían mejorar su calidad de vida.

### 1.2 Objetivos

#### *1.2.1 Objetivo general*

Realizar el Estudio y Diseño del Sistema de Alcantarillado sanitario y Planta de tratamiento en el barrio Santa Fe, aplicando la Norma (CO, 10.7-602-REVISIÓN), con el fin de diseñar conforme los estándares de construcción.

#### *1.2.2 Objetivos Específicos*

- Levantar la información socioeconómica necesaria sobre el área de investigación para obtener los datos necesarios de la población, a través de la aplicación de encuestas.



- Determinar el estado del territorio realizando un levantamiento topográfico del sitio de estudio, mediante el uso de la estación total.
- Realizar el diseño correspondiente del sistema de alcantarillado sanitario, aplicando las normas técnicas correspondientes para plantear las alternativas de recolección y descarga.
- Elaborar la memoria técnica del diseño de la red de alcantarillado sanitario y la PTAR con sus respectivos planos, a través del análisis e investigación de los resultados obtenidos.

### **1.3 Alcance**

El objetivo principal de este estudio es dotar a los habitantes de esta comunidad de un sistema de tratamiento de aguas residuales, con un proceso eficiente de recolección y disposición de aguas residuales, que cumplan con las normas y especificaciones técnicas vigentes en Ecuador (principalmente en la provincia de Chimborazo).

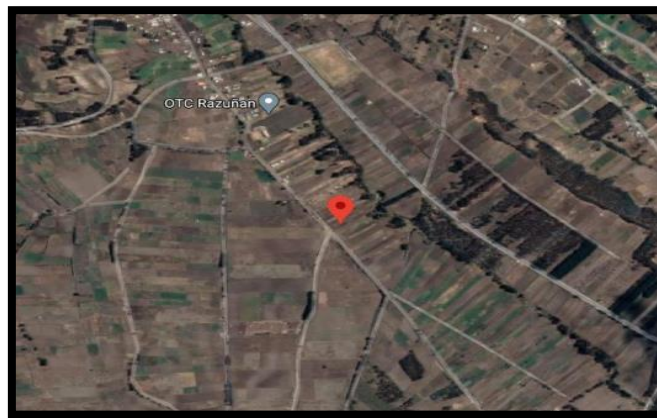
El horizonte de diseño del proyecto se ha ampliado hasta el 2047, y como período de diseño se estima 25 años.

### **1.4 Aspectos Físicos**

La comunidad Pulinguí, se sitúa en la Sierra centro del país, al noroeste de la provincia de Chimborazo central del país, parroquia San Andrés a 19 km del cantón Guano, como se indica en la figura 1.

#### **Figura 1**

*Barrio Santa Fe*



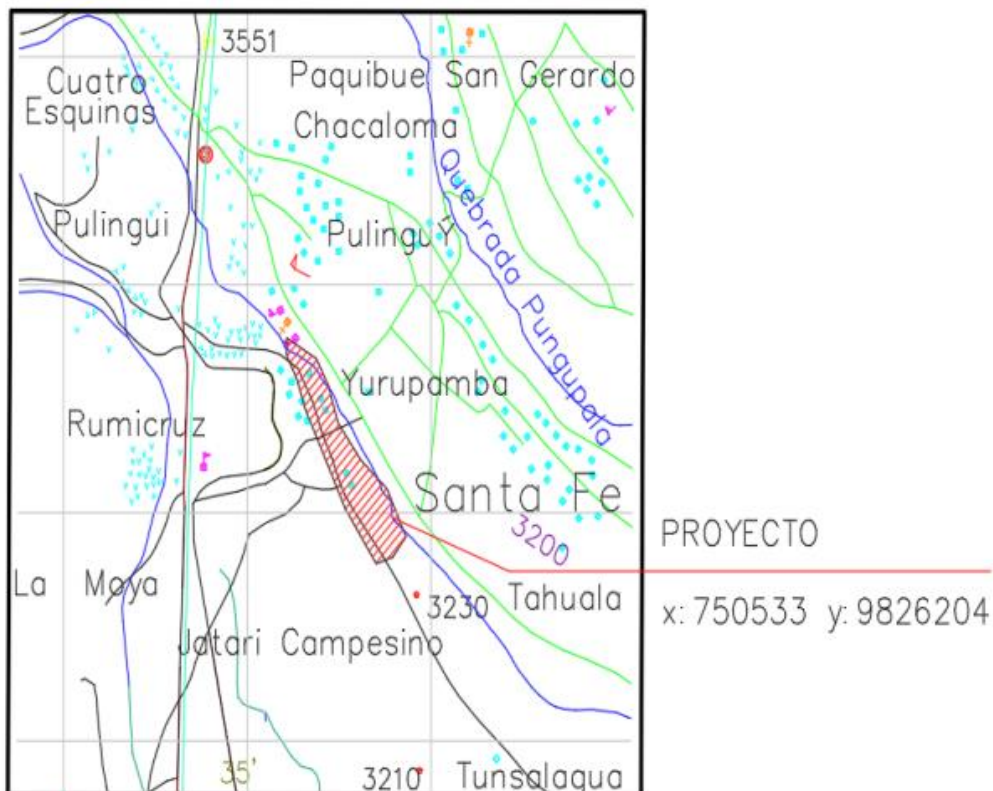
*Nota.* Se presenta la ubicación del sitio donde se realizará el proyecto. Elaborado por: La Autora.

### **1.4.1 Ubicación del área de estudio**

El área se encuentra ubicada a una altitud de 3244 msnm, nivel máximo del sector 3244.905 m y nivel mínimo 3211.375 m, con un área aproximada del proyecto de 10.026 Ha. La ruta para acceder a la zona se la realiza por la vía a Sigsipamba. A continuación, en la figura 2 se muestra la ubicación geográfica del barrio Santa Fe.

**Figura 2**

*Ubicación geográfica del área de estudio.*



*Nota.* Se presenta el mapa de la ubicación del área del proyecto. Elaborado por: La Autora

### **1.4.2 Coordenadas geográficas**

#### **1.4.2.1 Coordenadas UTM**

Las coordenadas son Zona 17 S, al norte 750533 m y al este 9826204 m.

### **1.4.3 Tipo de suelo**

En la visita de campo realizada, se concluye que el suelo que se encuentra en la superficie se compone de un suelo areno limoso color café, no plástico y arenas limosas

densas a muy densas, mezcladas con gravillas. No se detecta nivel freático hasta una profundidad investigada.

El cantón Guano se encuentra situado en la depresión Interandina, formando una gigantesca formación geológica entre dos cordilleras que es la Cordillera Real y la Occidental, dos ramales de estas cadenas montañosas que cruzan el Ecuador de norte a sur y estas forman parte de la denominada Cordillera de los Andes. (Eguëz, et al, 2003 en Villagómez D. 2003).

#### **1.4.4 Topografía**

El lugar del proyecto nos muestra una topografía regular, con elevaciones donde sus cotas varían desde 3244.905 m.s.n.m hasta 3211.375 m.s.n.m siendo la más alta y cota más baja respectivamente.

El cantón Guano consiste en suelos profundos de textura franca arenosa a arena franca sin salinidad detectable y niveles freáticos profundos, estos suelos se han identificado como suelos secos de tierras altas clasificados como pedocales, varían su color de gris muy claros a gris muy oscuros.

El suelo de la comunidad de Pulinguí, está asignado para actividades de: producción agrícola de secano, bosque plantado, zona poblada con una superficie de 304.97 ha.

#### **1.4.5 Clima**

La región tiene un clima frío con temperaturas que varía de 4°C hasta aproximadamente 18°C.

Las estaciones son más distintas que hace varios años, debido a la deforestación de los árboles y las constantes emisiones de ceniza por las erupciones del volcán Tungurahua; la temporada lluviosa en la región se presenta los meses de febrero a mayo; y el verano de agosto a noviembre. El resto de los meses son de un período de transición ya que el clima es generalmente frío y húmedo con lluvias moderadas.

#### **1.4.5 Pluviosidad**

No existe un periodo bien definido, suele ocurrir entre diciembre a mayo, con precipitaciones media anuales alrededor de 2000 mm, aproximadamente. El resto de los meses son un período de cambio ya que el clima es generalmente frío y húmedo con lluvias moderadas.

### **1.4.6 Hidrología**

Según información recopilada por el MAAE (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica) la parroquia de San Andrés, cuenta con 200 manantiales provenientes del deshielo del volcán Chimborazo, de ellas 87 son destinadas para riego, 82 para el consumo de los habitantes y 36 manantiales destinados a bebederos de los animales de la zona, estos manantiales conforman varios de los principales ríos de región, tenemos así al Río Guaico, cuyo origen proviene del Chimborazo, y en su recorrido entre San Andrés y San Isidro, al pasar por el cantón Guano, adopta su mismo nombre. El río Batzacón de igual manera se origina de la descongelación del Chimborazo y recorre por la parte del occidente de San Andrés, y es muy importante porque es la fuente de riego de muchas otras comunidades y parroquias, además hay muchas más lagunas de menor tamaño, y más aún en los páramos de la región. El producto de esta agua es usada para el riego, además para la utilización de la población de Guano, Riobamba, Quero y Mocha.

## **1.5 Línea base del proyecto**

### ***1.5.1 Condiciones socioeconómicas***

En el sector de estudio, la población económicamente activa, se destacan el 89.66% dedicados a la agricultura, juntamente con la comercialización de sus productos cultivados. El 33.64% de las madres de familia aportan al hogar en actividades como elaboración de artesanías, empleadas de hogar y en un porcentaje mínimo son el sustento de hogar.

La población en su 100% se identifican como raza indígena. Los miembros que habitan el hogar son en promedio 4 personas, con un 53.58% de varones padres de familia, 33.64% de madres de familia, 7.37% niños menores de 18 años, 5.41% de niños menores de 5 años.

La desocupación en esta época no tiene mayores referencias con respecto a sus ingresos.

Se puede observar la existencia de dos grupos, la primera combina la categoría de trabajadores autónomos, es decir los que se dedican a actividades con mano de obra manual y servicios, y la segunda el grupo de profesionales, comerciantes y empresarios.

### ***1.5.2 Servicios sanitarios***

La comunidad dispone del servicio de agua entubada que es usada para su consumo además de uso doméstico, también se evidencia la inconformidad de los habitantes por el

servicio recibido, ya que no es agua tratada. Sin embargo, se puede decir que la cantidad de agua suministrada a las familias es abundante. Los domicilios poseen medidores de agua y pagan por ella \$2 al mes, siendo los consumos en un promedio de 10m<sup>3</sup> al mes.

Las familias de la comunidad compran agua embotellada para su consumo, no acarrear agua en ninguna forma, ni la compran al tanquero.

### ***1.5.3 Disposición de excretas y basura***

El sector no dispone de una red sanitaria, por esta razón se usan fosas sépticas para la disposición final de las excretas.

Se cuenta con la recolección de basura por lo cual no es necesario enterrarla ni quemarla, para no perjudicar el suelo ni el aire.

### ***1.5.4 Salud***

La comunidad Pulinguí, dispone de un centro de salud perteneciente al Seguro Social Campesino, donde no se cuenta con un servicio completo de atención, siendo indispensable para atención médica de los barrios de la comunidad, la atención de estos centros es únicamente los días martes y jueves, siendo las enfermedades gastrointestinales y las respiratorias, las más frecuentes.

### ***1.5.5 Situación ambiental***

En su mayoría los habitantes de la población se dedican a la siembra y comercialización de productos agrícolas sea de forma principal de ingreso o secundaria, pero todos aquellos dedicados a la agricultura utilizan químicos para efectos de fumigación de sus productos cultivados.

## **1.6 Diagnósticos de los sistemas existentes**

### ***1.6.1 Sistema actual de alcantarillado sanitario***

En la actualidad la población del barrio Santa Fe perteneciente a la comunidad Pulinguí, no dispone de una red sanitaria para la disposición y evacuación de aguas residuales. El 95% de las familias cuentan con instalaciones de saneamiento básico con descargas a un pozo séptico letrinas y descargas directas a la quebrada, originando focos de infección lo que sería causantes de enfermedades.

### ***1.6.2 Sistema de Agua Potable***

El barrio Santa Fe no dispone del servicio de agua potable. Sin embargo, el cantón Guano posee proyectos en desarrollo de potabilización de agua que abastecerán a la comunidad a futuro. Se observa así que las redes utilizadas para este abastecimiento están en buen estado.

Las familias de la comunidad consumen agua embotellada o hervida, mas no directa del grifo.

### ***1.6.3 Red de luz eléctrica***

La comunidad cuenta con luz eléctrica y alumbrado público, como puede observarse en la fotografía, se encuentran en buen estado y junto a la vía que se dirige a la PTAR. En la actualidad según el diagnóstico realizado la generación eléctrica sirve para cubrir la demanda especialmente de tipo doméstico y en forma continua durante las 24 horas.

### **Figura 3**

*Vías con alumbrado público*



*Nota.* Se muestra el estado actual del barrio con el servicio de alumbrado público.

Elaborado por: La Autora

### **1.7 Planteamiento de alternativas para el sistema de alcantarillado sanitario**

Dentro del barrio Santa Fe no existe un sistema de alcantarillado, por lo que el planteamiento de alternativas se realizará en base a una construcción nueva

considerando la descarga a una planta de tratamiento con biodigestores tipo imhoff o a su vez una planta de tratamiento con cámaras de hormigón para sus distintos tratamientos.

### **Alternativa 1**

Como primera alternativa se propone el diseño y construcción de una nueva red de alcantarillado en base a la instalación de tubería PVC en el centro poblado de la comunidad, la edificación de pozos inspección, y la colocación de tanques biodigestores tipo imhoff para tratamiento de aguas residuales. (Ver tabla 1), la eliminación del agua tratada se realizará en la quebrada en la parte más baja de la comunidad, la cobertura con esta alternativa aumentará aproximadamente al 90 %.

**Tabla 1**

*Resumen de alternativa 1*

<b>ALTERNATIVA 1</b>	
<b>DATOS GENERALES</b>	
<b>COBERTURA</b>	90%
<b>VIDA UTIL</b>	25 años según norma
<b>AGUA RESIDUAL</b>	Tratamiento en descarga
<b>TRATAMIENTO</b>	Tanque Biodigestores tipo imhoff
<b>CONTAMINACION AMBIENTAL</b>	Minimizar en un 90%
Mejorar la calidad de la vida	
<b>RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>MATERIAL DE LA TUBERÍA</b>	PVC
<b># de Pozos</b>	18
<b>diámetro de tubería</b>	200 mm
<b>Longitud total de tubería por colocar</b>	1148m
<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>	<b>127 801.53 USD</b>

*Nota.* Resumen de los datos generales de la alternativa 1. Elaborado por: La Autora

### **Ventajas**

- Se cubre la totalidad de servicio para las familias de la comunidad Santa Fe
- Menor impacto ambiental hacia la quebrada en la cual se descargará el afluente

- Facilidad en la instalación y mantenimiento.

### **Desventajas**

- Disposición del espacio físico para la implementación del sistema de la planta de tratamiento.

A continuación, se muestra un presupuesto referencial de la alternativa 1 de la red d alcantarillado y la PTAR del barrio Santa Fe, ver tabla 2.



**Tabla 2***Presupuesto referencial alternativa 1***TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS**

No.	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio global
	ALCANTARILLADO SANITARIO				
1	REPLANTEO Y NIVELACION PARA ALCANTARILLADO	ML	1,150.09	0.13	149.51
2	EXCAVACION A MAQUINA EN TIERRA H=0-2 m	M3	1,364.60	1.63	2,224.30
3	RASANTEO DE ZANJA MANUAL	M2	805.06	0.44	354.23
4	COLCHON ARENA FINA	M3	40.25	15.59	627.50
5	TUBERIA PVC 200mm INEN 2059 UNION ELASTOMERICA	ML	1,150.09	18.64	21,437.68
6	RELLENO COMPACTADO A MAQUINA	M3	1,247.98	3.08	3,843.78
7	DESALOJO DE MATERIAL VOLQUETE	M3	166.87	4.39	888.68
8	BASE H.C. POZO REVISION d=1.80 m e=0.30 m 180 kg/cm2	U	18.00	67.37	1,212.66
9	POZOS REV. fc=210 kg/cm2 H=0-2m d=1.20 m	ML	18.00	171.17	3,081.08
10	TAPAS H.F. 60 cm PARA POZO REVISION	U	18.00	137.09	2,467.62
11	ACOMETIDA DOMICILIARIA SANITARIA PVC 160 mm	ML	120.00	13.36	1,603.20
12	SILLA YEE D=315x160 mm	U	120.00	40.88	4,903.20
13	CAJAS REVISION H.S. 0.60x0.60x0.60 CON TAPA HA PLANTA DE TRATAMIENTO	U	120.00	63.63	7,635.60
14	REPLANTEO MANUAL PARA ESTRUCTURAS	M2	514.64	1.84	946.94
15	EXCAVACION A MAQUINA EN TIERRA H=0-2 m	M3	411.71	1.63	671.09
16	EXCAVACION A MAQUINA EN TIERRA H=2-4 m	M3	54.00	2.47	133.38
17	TUBERIA PVC 110mm INEN 2059 UNION ELASTOMERICA	ML	80.35	6.73	540.76
18	RELLENO COMPACTADO A MAQUINA	M3	279.28	3.08	860.12
19	HORMIGONS. fc=140 kg/cm2 EN REPLANTILLOS	M3	5.88	119.08	700.19
20	ACERO DE REFUERZO fy= 4200 kg/cm2	KG	513.90	1.82	935.30
21	HORMIGONS. fc=210 KG/CM2 CON ENCOFRADO	M3	17.04	206.23	3,514.16
22	RELLENO CON MATERIAL GRAVA (MANUAL)	M3	43.20	18.32	791.42
23	GEOMEMBRANA DE PVC PARA PROTECCION DE TALUD	M2	40.95	5.66	231.78
24	CERRAMIENTO MALLA H=2.00 (INC. SUJECCION INFERIOR)	ML	132.20	25.98	3,434.56
25	PROTECCION CON ALAMBRE DE PUAS h=0.3m	ML	132.20	6.66	880.45
26	ESTRUCTURA METALICA PARA CUBERTA	M2	112.59	201.38	22,673.37
27	TECHADO (PLANCHA PLASTICO RIGIDO)	M2	135.11	120.07	16,222.66
28	PROVISIONE INSTALACION DE TANQUE BIODIGESTOR	U	6.00	3,449.89	20,699.34
29	DESALOJO DE MATERIAL CON MAQUINA	M3	223.74	2.01	449.72
	SEGURIDAD Y SEÑALIZACION				
30	CINTAS PLASTICAS DEMARCAACION AREAS DE TRABAJO	ML	707.47	1.73	1,223.92
31	LETRERO DE INFORMACION DE OBRA	U	1.00	107.32	107.32
32	EQUIPOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA TRABAJADORES	U	9.00	217.35	1,956.15
33	SEÑALES PREVENTIVAS - ROTULOS INFORMATIVOS 60*60cm	U	5.00	119.98	599.90
	<b>TOTAL:</b>				<b>127,801.53</b>

*Nota.* Presupuesto de la alternativa 1 para el sistema de alcantarillado sanitario y la PTAR. Elaborado por: La Autora

### **Alternativa 2**

Se propone como segunda alternativa la edificación de un nuevo sistema de alcantarillado sanitario en base a la colocación de tubos PVC, la edificación de pozos de revisión y una PTAR, convencional con cámaras de hormigón armada para el distinto tratamiento del afluente como lo es una fosa séptica que pasa el afluente a un filtro biológico. La descarga del agua tratada se realizará en la quebrada que se encuentra en la

parte sur del proyecto, la cobertura con esta alternativa aumentará aproximadamente al 90 % así como se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3**

*Resumen de alternativa 2*

<b>ALTERNATIVA 2</b>	
<b>DATOS GENERALES</b>	
<b>COBERTURA</b>	90%
<b>VIDA UTIL</b>	25 años según norma
<b>AGUA RESIDUAL</b>	tratamiento en descarga
<b>TRATAMIENTO</b>	Tanques de hormigón armado convencionales
<b>CONTAMINACION AMBIENTAL</b>	Minimizar Mejorar la calidad de la vida
<b>RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>MATERIAL DE TUBERÍA</b>	PVC
<b># de Pozos</b>	18
<b>DIÁMETRO DE TUBERÍA</b>	200 mm
<b>Longitud total de tubería por colocar</b>	1148
<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>	106.536,89 USD

*Nota.* Resumen de los datos generales de la alternativa 2. Elaborado por: La Autora

### **Ventajas**

- Se requiere menos espacio físico para implementar la planta de tratamiento.
- Proceso constructivo convencional
- Ahorro en materiales de rápida obtención.
- No es necesario incluir una cubierta para el sistema.

### **Desventajas:**

- Tiempo de Construcción.

A continuación, se realizó un presupuesto referencial con la segunda alternativa de la red de alcantarillado y la PTAR, la cual se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4**

*Presupuesto referencial alternativa (2) sistema de alcantarillado sanitario*

**TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS**

No.	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio global
<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>					
<b>RED DE ALCANTARILLADO</b>					
1	REPLANTEO Y NIVELACION PARA ALCANTARILLADO	ML	1,150.09	0.17	195.52
2	EXCAVACION A MAQUINA EN TIERRA H=0-2 m	M3	1,364.60	1.71	2,333.47
3	RASANTEO DE ZANJA MANUAL	M2	805.06	0.85	684.30
4	COLCHON ARENA FINA	M3	40.25	21.72	874.23
5	TUBERIA PVC 200mm INEN 2059 UNION ELASTOMERICA	ML	1,150.09	15.45	17,768.89
6	RELLENO COMPACTADO A MAQUINA	M3	1,247.98	3.74	4,667.45
7	DESALOJO DE MATERIAL /VOLQUETE	M3	156.87	4.28	671.40
				<b>SUMA PARCIAL:</b>	<b>27,195.26</b>
<b>POZOS DE REVISION Y CONEXIONES DOMICILIARIAS</b>					
8	BASE H.C. POZO REVISION d=1.80 m e=0.30 m 180 kg/cm2	U	18.00	73.13	1,316.34
9	POZOS REV. f'c=210 kg/cm2 H=0-2m d=1.20 m	ML	18.00	180.20	3,243.60
10	TAPAS H.F. 60 cm PARA POZO REVISION	U	18.00	150.32	2,705.76
11	ACOMETIDA DOMICILIARIA SANITARIA PVC 160 mm	ML	328.00	11.43	3,749.04
12	SILLA YEE D=315x160 mm	U	120.00	41.71	5,005.20
13	CAJAS REVISION H.S. 180kg/cm2 0.60x0.60x0.60 CON TAPA H.A	U	120.00	90.01	10,801.20
				<b>SUMA PARCIAL:</b>	<b>26,821.14</b>
<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>					
14	REPLANTEO MANUAL PARA ESTRUCTURAS	M2	275.00	2.53	695.75
15	EXCAVACION A MAQUINA EN TIERRA H=0-2 m	M3	15.41	1.71	26.35
16	EXCAVACION A MAQUINA EN TIERRA H=2-4 m	M3	644.00	3.38	2,176.72
17	EXCAVACION A MAQUINA EN TIERRA H=4-6 m	M3	10.17	3.26	33.15
18	RELLENO COMPACTADO A MAQUINA	M3	172.92	3.74	646.72
19	TUBERIA PVC 200mm	ML	29.60	15.45	457.32
20	TUBERIA PVC D=110 mm DESAGUE	ML	1.00	6.38	6.38
21	TUBERIA PVC D=200 mm CORRUGADA PERFORADA DRENAJE	ML	19.00	18.77	356.63
22	MALLA ANTIMOSQUITO	M2	0.20	3.31	0.66
23	VALVULA DE COMPUERTA HF D=200 mm(INC.ACESORIOS)	U	2.00	159.01	318.02
24	TEE PVC D=200 mm REFORZADO	U	2.00	193.93	387.86
25	CODO H.G. 4" ROSCABLE	U	4.00	15.44	61.76
26	ADAPTADOR HG A PVC	U	4.00	36.70	146.80
27	CODO PVC-S D=200 mm * 90º E/C DESAGUE	U	1.00	54.10	54.10
28	CODO PVC-S D=200 mm * 45º E/C DESAGUE	U	1.00	40.23	40.23
29	HORMIGON CICLOPEO SIN ENCOFRADO f'c 180 kg/cm2	M3	2.46	100.69	247.70
30	HORMIGON S. f'c=140 kg/cm2 EN REPLANTILLOS	M3	8.45	158.45	1,338.90
31	PIEDRA BOLA EN REPLANTILLOS	M3	16.89	15.88	268.21
32	ACERO DE REFUERZO f'y= 4200 kg/cm2	KG	4,281.61	2.18	9,333.91
33	MALLA ELECTROSOLDADA 15x15x4.5 mm	M2	2.01	4.65	9.35
34	REJILLA DE RETENCION DE SOLIDOS	U	1.00	33.08	33.08
35	HORMIGON S. f'c=210 KG/CM2 CON ENCOFRADO	M3	46.60	217.35	10,128.51
36	BLOQUE ALMANADO EN LOSA.	U	252.00	0.57	143.64
37	RELLENO PLASTICO BIOPACK(MATERIAL FILTRANTE PARA FILTRO BIOLOGICO)	M3	41.91	230.82	9,673.67
38	TAPA DE TOL 80X80 CM	U	5.00	33.82	169.10
39	PROTECCION CON MALLA Y TUBO H.G. 2"	M2	229.25	36.33	8,328.65
40	PROTECCION CON ALAMBRE DE PUAS	ML	225.30	13.08	2,946.92
41	PUERTA MALLA GALVAN. PEATONAL	M2	2.53	41.97	106.18
42	PUERTA MALLA GALVAN. VEHICULAR	M2	6.60	41.97	277.00
43	DESALOJO DE MATERIAL CON MÁQUINA	M3	272.15	2.67	726.64
				<b>SUMA PARCIAL:</b>	<b>49,139.91</b>
<b>SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN</b>					
44	CINTAS PLASTICAS DEMARCAION AREAS DE TRABAJO	ML	200.00	0.60	120.00
45	LETRERO DE INFORMACION DE OBRA	U	1.00	105.21	105.21
46	EQUIPOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA TRABAJADORES	U	9.00	211.64	1,904.76
47	SEÑALES PREVENTIVAS - ROTULOS INFORMATIVOS 60*60cm	U	5.00	117.05	585.25
				<b>SUMA PARCIAL:</b>	<b>2,715.22</b>
<b>TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGIA</b>					
48	CAPACITACION DE OPERACION Y MANTENIMIENTO	GLB	1.00	665.36	665.36
				<b>TOTAL:</b>	<b>106,536.89</b>

*Nota.* Presupuesto de la alternativa 2 para el sistema de alcantarillado y la PTAR.

Elaborado por: La Autora

### **Alternativa Recomendada**

De las dos alternativas propuestas se recomienda que es conveniente la construcción de la ALTERNATIVA (2) por las siguientes razones principales:

- La fosa séptica junto con el filtro biológico presenta mayor vida útil y las condiciones de funcionamiento y descarga de efluentes son óptimas.
- Mejor mantenimiento de la PTAR, ya que en los tanques Imhoff su mantenimiento presenta un alto riesgo de producción de espuma en el vertido.

## CAPÍTULO II

### DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

#### *2.1.1 Generalidades*

El diseño de la red sanitaria se forma de varias tuberías para recolección y descarga de aguas servidas de los hogares, instituciones, empresas e industrias, que conducen hacia la PTAR y finalmente son descargadas a una instalación receptora, que cumpla los requisitos técnicos que no causen daños al medio ambiente.

#### **2.2 Disposiciones Específicas**

Para las bases de diseño se tomarán en cuenta las normas INEN y las normas del Instituto Ecuatoriano de Obras y Saneamiento (Ex-IEOS), perteneciente en la actualidad al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

#### **2.3 Bases de Diseño**

##### *2.3.1 Período de Diseño*

Considerando que el período de diseño es el tiempo para el cual el sistema debe operar eficazmente sin la necesidad de modificaciones o ampliaciones, para ello se han tenido en cuenta diversos factores que estarán determinados en función de:

- Vida útil de los equipos y la estructura del sistema
- Tendencia de crecimiento poblacional.
- Factores económicos
- Topografía del sitio de la construcción,
- Facilidad de realizar expansiones adiciones de nuevas fases de construcción en el proyecto.
- Características económicas: nacional o extranjero, público o privado.
- Tarifas de mantenimiento.

Para la determinación del período de diseño se tomará en cuenta los factores descritos con anterioridad, para lo cual se selecciona un período de 25 años para el proyecto de alcantarillado.

### 2.3.2 Población

Un parámetro básico y fundamental en el diseño del sistema de la red sanitaria, es la determinación del número de habitantes del sector en el territorio donde se planea implementar el proyecto.

Se ha realizado encuestas en el barrio Santa Fe, para determinar la cantidad de personas que habitarán cada lote de terreno, dando un promedio de 3.88 personas por lote por lo cual, se utiliza el valor de 4 como se muestra en la tabla 5.

**Tabla 3**

*Población Barrio Santa Fe*

<b>Población Barrio Santa Fe</b>	
Número de lotes	120.00
Habitantes por lotes	4,00
Total	
De habitantes	480,00

*Nota.* Número de habitantes del barrio Santa Fe. Elaborado por: La Autora

Partiendo de este análisis, seleccionamos como dato para el proyecto el resultado obtenido mediante las encuestas realizadas en el sitio de estudio, con lo cual determinaremos la población futura.

#### 2.3.2.1 Método Geométrico

El presente método de estimación de poblaciones futuras analiza un incremento de la población de tipo exponencial, para la cual se considerará la ecuación que se presenta:

$$Pf = Pa * (1 + i)^n \quad (\text{Ec. 1})$$

$$Pf = 843.35 \text{ hab}$$

$$Pf = 844 \text{ hab}$$

Donde:

Pf: Población futura

Pa: Población actual (480 hab)

I= Índice de crecimiento poblacional (2.28%)

n= Período de diseño (25 años)

### **2.3.3 Densidad Poblacional**

Es el número de personas que habitan en una extensión de una hectárea. La densidad poblacional se puede medir en habitantes por hectárea, varía mucho en las poblaciones de acuerdo con la magnitud y con el tiempo.

Se determina de la siguiente manera:

$$Dp = \frac{Pa}{AT} \quad (\text{Ec. 2})$$

$$Dp (\text{actual}) = \frac{480}{10.026}$$

$$Dp (\text{actual}) = 47.87 \text{ habitantes/ ha}$$

Dónde:

$Dp$  = Densidad poblacional

$Pa$  = Población actual

$AT$  = Total áreas aportante

$$Dp (\text{futura}) = \frac{Pf}{AT} \quad (\text{Ec. 3})$$

$$Dp (\text{futura}) = \frac{844}{10.026}$$

$$Dp (\text{futura}) = 84.18 \text{ habitantes/ ha}$$

A continuación, se presenta en la tabla 6 los datos generales del proyecto, obtenidos mediante los cálculos realizados.

**Tabla 4**

*Datos generales del proyecto*

<b>DATOS GENERALES</b>		
<b>Densidad poblacional actual</b>	47.87	hab/ha
<b>Densidad poblacional futura</b>	84.18	hab/ha
<b>Area proyecto</b>	10.026	Ha
<b>Tendencia geometrica (n)</b>	25	Años
<b>Tasa de crecimiento (r)</b>	2.28%	
<b>Población futura</b>	844.00	Hab
<b>Dotación</b>	75	l/hab/dia

*Nota.* Se presenta un resumen de los datos generales del proyecto sanitario.

Elaborado por: La Autora

### ***2.3.4 Áreas de Aportación Sanitaria***

Son el conjunto de superficies del área real del lugar al ser estudiado. Dichas áreas determinan la distribución del caudal sanitario para cada tramo de la red de alcantarillado como se indica en la figura 3.

Estas áreas deben ser calculadas una vez se cuente con la topografía del sector en donde se elaborará el estudio. A partir de la topografía y la densidad de la población de la zona se determinará el caudal sanitario de la red para cada tramo.



## Figura 4

### Esquema- Áreas aportantes



*Nota.* Esquema de las áreas de aportación realizadas mediante el levantamiento topográfico. Elaborado por: La Autora

### **2.3.5 Dotación**

Es la cantidad de agua consumida por cada habitante en promedio, misma que debe proporcionar un sistema público, mismas que deberán cumplir con las demandas de consumo de servicios locales, comerciales, industriales y públicos.

Para la determinación de la dotación actual, media futura, sé tomará en consideración las realizadas por la *CPE INEN 5*, puesto que está relacionada con las condiciones económicas, condiciones climáticas, y pérdidas de agua del sector, como indica la tabla 7.

**Tabla 5***Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento*

NIVELES DE SERVICIO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS		
NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario
	EE	
Ia	AP	Grifos públicos
	EE	Letrinas sin arrastre de agua
Ib	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño
	EE	Letrinas sin arrastre de agua
IIa	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa
	EE	Letrinas con o sin arrastre de agua
IIb	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa
	ERL	Sistema de alcantarillado sanitario
Simbología utilizada: AP: Agua potable EE: Eliminación de excretas ERL: Eliminación de residuos líquidos		

*Nota.* Se muestra los niveles de servicio para residuos sólidos. Fuente: *CPE INEN 5 Parte 9-2 (2015)*

**Dotaciones básicas actual y futura**

La norma rural para estudios y diseño otorgada por CPE INEN 5 Parte 9-2 Primera revisión, recomiendan una dotación de 75 ls x hb / día para comunidades de clima frío mostradas a continuación en la tabla 8.

**Tabla 6**

*Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio*

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRIO (l/hab*día)	CLIMA CALIDO (l/hab*día)
Ia	25	30
Ib	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

*Nota.* Niveles de servicio según el tipo de suelo del lugar de estudio. Fuente: *CPE INEN (2015)*

### ***2.3.6 Caudales de Diseño para los componentes del sistema***

Son caudales necesarios para cubrir el requerimiento de la población al concluir el período de diseño. A partir de esta definición necesitamos identificar los caudales que aportarán al diseño a lo largo del tiempo.

Para el diseño del colector, el caudal a usarse será el resultante de los caudales de aguas servidas domésticas afectados por sus coeficientes tanto de mayoración como de retorno, más el caudal de conexiones ilícitas y el caudal de infiltración.

#### ***2.3.6.1 Caudal de aguas servidas***

Son de origen doméstico y se dan como resultado de las actividades humanas. Estas aguas poseen gran cantidad de gérmenes y agentes contaminantes, por lo cual resulta necesario la realización de una evacuación de manera segura, para los habitantes de la zona tanto como para el medio

#### ***2.3.6.2 Caudal Medio Diario***

Las aguas servidas que son evacuadas por una comunidad son menores que la cantidad de agua potable que recibe, esto debido a aquellas pérdidas producto de limpieza de los hogares, riego a los sembríos y otros usos.

La cantidad de agua perdida depende de las costumbres, hábitos y valores de la comunidad, así como fluctuaciones en su consumo y los cambios de clima del sector.

Este factor se lo puede estimar basándose en información local de la zona, pero si esto no es factible, se lo hace con los valores descritos en guías y manuales técnicos, para justificar adecuadamente los valores adoptados.

El presente proyecto tomará un coeficiente de retorno de 70%, tomando en cuenta que en la zona de estudio existen grandes zonas de cultivos.

Se tendrá entonces:

$$Q_{md} = C * \frac{Pf * Df}{86400} \quad (\text{Ec. 4})$$

$$Q_{md} = 0.70 * \frac{844 * 75}{86400}$$

$$Q_{md \text{ TOTAL}} = 0.51 \frac{Lt}{seg}$$

Donde:

$$Q_{md} = \text{Caudal medio diario} \left( \frac{lt}{s} \right)$$

Pf: Población futura.

Df = Dotación futura.

C: Coeficiente de retorno.

### **2.3.6.2 Caudal Máximo instantáneo o sanitario**

Para evitar el diseño a máxima producción de aguas servidas, se multiplica la dotación media por un factor de simultaneidad M, que es el mismo que se puede obtener de las diferentes ecuaciones experimentales, se ha adoptado un valor inicial de 4, el mismo que disminuye según se incrementa el número de habitantes que aportan.

Este factor relaciona los gastos máximos y medios de aguas servidas, variando con la estación, día y hora.

Este caudal es equivalente a Qmd que multiplica por un coeficiente en este caso el de mayoración, ya que la red considerada no es constante, y hay horas en que el consumo de agua aumenta y horas que el consumo se ve disminuido, lo que origina fluctuaciones en

los flujos de la red sanitaria. Para el cálculo de este caudal se lo realiza con la siguiente formula:

$$Q_{max.ins} = Q_{mds} * K \quad (\text{Ec. 5})$$

$$Q_{max.ins} = 0.51 * 4$$

$$Q_{max.ins} = 2.04 \text{ l/seg}$$

**Dónde:**

$Q_{as}$ : Caudal medio diario de aguas residuales domésticas (lt/s).

$K$ : Coeficiente de mayoración adimensional.

### 2.3.6.3 Coeficiente de Mayoración (M)

Es utilizado para contabilizar el excedente de aportación que recibe el sistema por distintas razones, como son aguas pluviales domésticas, aguas servidas como resultados del crecimiento poblacional. Este caudal es el medio sanitario. Este coeficiente se lo obtiene mediante las siguientes ecuaciones:

**Harmon:**

$$M = \frac{Q_{max}}{Q_{med}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}} \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde:

P= Número de hab. en miles.

Su alcance está recomendado en el rango  $2 \leq M \leq 3,8$

**ExIEOOS:**

$$M = \frac{2.228}{Q_{med_{san}}^{0.073325}} \Leftrightarrow Q_{med_{san}} > 4 \text{ Lts/s} \quad (\text{Ec. 7})$$

Tomamos un coeficiente mayorado de 4.

#### 2.3.6.4 Caudal de infiltración ( $Q_{INF}$ )

Se debe considerar dentro de la red sanitaria un caudal de infiltración, el mismo que por la infiltración de agua subterránea específicamente la freática la cual ingresa a través de las tuberías mediante fisuras en los colectores o en las mismas cámaras de inspección. Este caudal se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_i = \frac{P_f r T}{1000} \quad (\text{Ec. 8})$$

$$Q_i = \frac{844 \times 1.33 \times 0.1}{1000}$$

$$Q_i = 0.11 \text{ l/s}$$

Donde:

$Q_i$ : Caudal de infiltración (lt/seg).

$P_f$ : Población futura.

$r$ : relación (m.red/hab) (1.33 m.red/hab)

$T$ : Tasa de infiltración.

#### 2.3.6.5 Caudal por conexiones Erradas ( $Q_E$ )

Se tomará en cuenta los caudales resultantes de conexiones mal elaboradas o erradas, conexiones clandestinas las cuales proveen al sistema aguas pluviales.

Este caudal se lo considera el 5% al 10% del caudal sanitario. Para nuestro estudio se tomará un valor de 5 lt/hab/día el cual e un aporte que será estimado para nivel de complejidad 1.

Para el presente proyecto se tomará un caudal por conexiones erradas el cuál será calculado con la siguiente fórmula:

$$Q_e = \frac{P (\text{hab}) * 50 \text{ lts/hab/seg}}{86\ 400 \text{ lts/seg}} \quad (\text{Ec. 9})$$

$$Q_e = \frac{844 * 50 \text{ lts/hab/seg}}{86\ 400 \text{ lts/seg}}$$

$$Q_e = 0.488 \frac{\text{Lt}}{\text{seg}}$$

En donde:

P= Número de habitantes.

Q<sub>e</sub>=Caudal de conexiones erradas.

#### 2.3.6.6 Caudal de Diseño ( $Q_d$ )

Este caudal será calculado con la siguiente ecuación, y transportará los caudales para el inicio y al finalizar el proyecto.

$$Q_d = Q_{max.ins} + Q_{inf} + Q_e \quad (\text{Ec. 10})$$

$$Q_d = 2.04 + 0.11 + 0.488$$

$$Q_d = 2.65 \frac{\text{Lt}}{\text{seg}}$$

En donde:

Q<sub>max.ins</sub> = Caudal máximo instantáneo.

Q<sub>inf</sub> = Caudal de infiltración.

Q<sub>e</sub> = Caudal de conexiones erradas.

## 2.4 Hidráulica de Conductos

Los desechos biológicos provenientes de las viviendas deben ser conducidos hacia su disposición final, donde se reduzca su impacto en el medio ambiente y sobre las localidades. Lo comúnmente utilizado para lograr este fin es la conducción de estos desechos a través de las tuberías subterráneas.

Pueden existir varios flujos dentro de una alcantarilla. Para nuestro caso se lo diseñará como flujo en tuberías parcialmente llenas y con una superficie libre, debido que esto dará lugar a que exista un aumento de flujo de los caudales.

La red de alcantarillado utiliza la gravedad para el transporte de aguas servidas, hasta la planta de tratamiento donde son sometidas a un proceso de depuración antes de ser enviadas a su destino final, evitando así cualquier efecto negativo dentro de la localidad.

Para el diseño se determinará el diámetro de cada tubería que transportará el caudal de diseño, así como las pendientes más adecuadas que tomen en consideración los aspectos económicos del proyecto.

#### ***2.4.1 Relaciones hidráulicas para colectores parcialmente llenos.***

En el diseño de la rd de alcantarillado, las relaciones hidráulicas son fundamentales, ya que estas impedirán que los conductos funcionen a presión.

La ecuación fundamental es la siguiente:

$$Q = V \times A \quad (\text{Ec. 11})$$

Donde:

Q = Caudal a tubo lleno.

A = Área transversal.

V = Velocidad de flujo.

Se usará la fórmula de Manning para calcular la velocidad.

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ec. 12})$$

Donde:

V = Velocidad del flujo.

N = Coeficiente de rugosidad del material.

Rh = Radio Hidráulico.

J = Pendiente del gradiente hidráulico.

En nuestro caso utilizaremos una tubería de material PVC, de la cual depende la rugosidad la cual la consideraremos de 0.011.

El radio hidráulico a sección llena es:

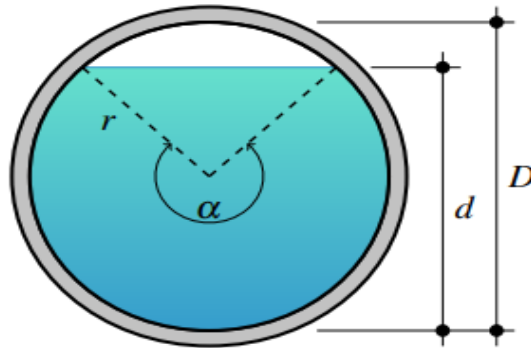
$$Rh = \frac{D}{4} \quad (\text{Ec. 13})$$

Por medio de la figura 5 se establecerán las debidas relaciones hidráulicas para flujos a tubería parcialmente llenas.



**Figura 5**

*Esquema de flujo a tubería parcialmente llena*



*Nota.* Sección de tubería a flujo parcialmente lleno. Fuente: Vásquez C. (2017)

Ángulo  $\theta$  en grados sexagesimales:

$$\theta = 2\cos^{-1}\left(1 - \frac{2*d}{D}\right) \quad (\text{Ec.14})$$

Radio Hidráulico:

$$rh = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{360*\text{sen}\theta}{2*\pi*\theta}\right) \quad (\text{Ec. 15})$$

Velocidad:

$$v = \frac{0.397*D^{\frac{2}{3}}}{n} \left(1 - \frac{360*\text{sen}\theta}{2*\pi*\theta}\right)^{2/3} * J^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ec.16})$$

Caudal:

$$q = \frac{D^{\frac{8}{3}}}{1257.15 * n(2 * \pi * \theta)^{\frac{2}{3}}} (2 * \pi * \theta - 360 * \text{sen}\theta)^{\frac{5}{3}} * J^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ec. 17})$$

Las relaciones fundamentales serán definidas de la siguiente manera:

$$\frac{v}{V} = \left(1 - \frac{360 * \text{sen}\theta}{2 * \pi * \theta}\right)^{2/3}$$

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

$$\frac{q}{Q} = \left(\frac{\theta}{360} - \frac{\text{sen}\theta}{2*\pi*\theta}\right) * \left(1 - \frac{360*\text{sen}\theta}{2*\pi*\theta}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (\text{Ec.18})$$

## ***2.4.2 Recomendaciones para el diseño de las Redes de alcantarillado sanitario.***

Para un eficaz diseño en tuberías parcialmente llenas, se realizan las siguientes recomendaciones:

### ***2.4.2.1 Capacidad admisible***

Los colectores de diámetros hasta 300 mm deberán trabajar de 70% y 85% de la capacidad total admisible, y el estante será diseñado para su respectiva ventilación. En ningún caso las tuberías deberán funcionar a presión. (Méndez Flores, 2011).

### ***2.4.2.2 Diámetro y pérdidas por transiciones en tuberías***

El diámetro mínimo diseñado de una red sanitaria deberá ser de 200 mm, de esta manera se asegura su circulación a gravedad. (INEN)

Las condiciones topográficas muy accidentadas provocan altas velocidades, para ello existen varias maneras para que las tuberías reduzcan su velocidad, una de estas es el diseño de saltos de transición.

### ***2.4.2.3 Velocidades de los conductos***

#### ***2.4.2.3.1 Velocidades Mínimas***

Se la realiza el propósito de impedir que se produzca acumulación de partículas o de desechos transportados por las tuberías, en el fondo de las mismas, ya que esto produce una disminución en el área de la tubería y a su vez reduce su vida útil.

Según la normativa de la EMMAP-Q dispone que estas velocidades cuando trabajen a tubería llena deben ser mayores a 0,60 m/s y en cuanto a tuberías parcialmente llenas su velocidad sea mayor de 0,30 m/s.

#### ***2.4.2.3.2 Velocidades Máximas***

Estas no deben superar a las velocidades máximas permisibles ya que podría ocasionar un desgaste en las tuberías, específicamente en las paredes, como también en las cajas domiciliarias por la acción erosiva, por esta razón es de vital importancia controlar las velocidades máximas.

Las normas actuales presentan algunos valores en cuanto a velocidades máximas a tubería llena, de acuerdo al material de las tuberías, como se observa en la tabla 9.

**Tabla 7***Velocidades Máximas.*

<b>MATERIAL</b>	<b>VELOCIDAD (m/s)</b>	<b>Coefficiente De Rugosidad (n)</b>
<b>Hormigón Simple</b>		
Con uniones de mortero	4	0.013
Con uniones de neopreno	3.4 - 4	0.013
<b>Asbesto cemento</b>	4.5 - 5	0.011
<b>Plástico</b>	5	0.011

*Nota.* Valores de velocidad máxima, según coeficientes de rugosidad de los materiales. Fuente: INEN (2019)

#### **2.4.2.4 Pendiente y Ubicación de tuberías.**

##### **2.4.2.4.1 Pendiente en las tuberías**

Estas deben seguir la pendiente natural del terreno, para lo cual es importante que las alcantarillas posean pendientes reducidas para que se eviten grandes excavaciones y así permitir el aumento progresivo de las velocidades. (Muñoz, 2009)

Se presenta a continuación en la tabla 10 las pendientes mínimas para las alcantarillas de aguas residuales:

**Tabla 8***Pendientes mínimas.*

<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Pendiente (m/m)</b>
200	0.004
250	0.003
300	0.0022
375	0.0015
450	0.0012
525	0.001
600	0.0009
675 y mayores	0.0008

*Nota:* Pendientes mínimas según el diámetro de las tuberías. Fuente: INEN. (2019)

#### **2.4.2.4.2 Ubicación de las Tuberías**

Las tuberías de la red sanitaria deben pasar por debajo de la red de agua potable por temas de contaminación, a una altura de 0.3 m entre ellas. (Burbano, Guillermo 2009).

Para la recolección de aguas servidas, los tubos de la red serán diseñados a una profundidad conveniente para poder recogerlas. Cuando la tubería tenga que soportar tránsito vehicular se considerará 1.2m de altura de relleno mínimo por la parte superior de la tubería.

#### **2.4.2.5 Pozos de revisión**

Estos están diseñados para permitir el ingreso al interior de las tuberías, de modo que facilite su mantenimiento y la limpieza, y así evitar que el sistema se tapone por acumulación de sedimentos. (Pérez, 2009)

Según la EMMAP-Q, los pozos de revisión deben ser colocados en las siguientes condiciones:

- En el comienzo de la tubería o colector.
- En cada cambio de dirección, pendiente o de diámetro.
- En futuras calles o en las intersecciones.
- Y teniendo en consideración que las distancias en partes rectas no deben sobrepasar a las señaladas, como se muestra en la tabla 11.

**Tabla 9**

*Distancia Máxima entre pozos.*

<b>Diámetro (MM)</b>	<b>Distancia (M)</b>
<b>&lt;350</b>	100
<b>400-800</b>	150
<b>&gt;800</b>	200

*Nota.* Distancias máximas entre pozos según el diámetro del pozo de revisión.

Fuente: SSA (1993)

El diámetro del pozo de revisión estará en función del diámetro de la máxima tubería que estén conectadas al mismo, como nos muestra la tabla a continuación:

**Tabla 10**

*Diámetros internos en pozos de revisión.*

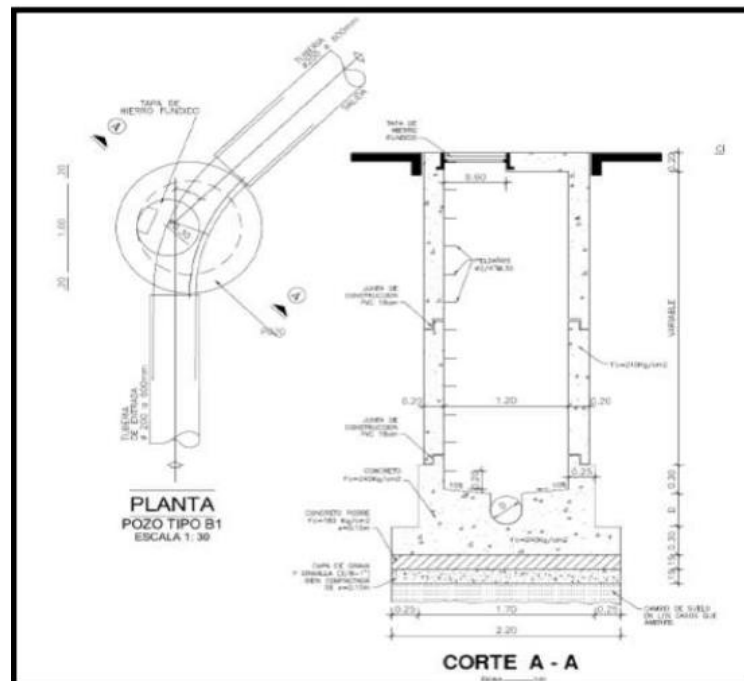
<b>Diámetro de la tubería (mm)</b>	<b>Diámetro del pozo (m)</b>
<b>Menor e igual a 550</b>	0.9
<b>600 a 800</b>	1.2
<b>Mayor a 550</b>	Diseño especial

*Nota.* Diámetro interno de los pozos de revisión en función del diámetro de la tubería conectada. Fuente: INEN (2015).

Se detalla la configuración de un pozo de revisión tipo, en la figura 6:

**Figura 6**

*Pozo Tipo*



*Nota.* Se detalla la configuración de un pozo de revisión. Fuente: EMAAP-Q (2009)

#### **2.4.2.6 Pozos de Salto**

Son utilizados para resistir los impactos causados por la erosión, por lo que produce un impacto negativo sobre los pozos de revisión, también se los utiliza para poder ingresar al interior de las mismas para dar mantenimiento.

Son estructuras construidas por el efecto que causa los diferentes niveles entre la tubería de llegada y la que se encuentra en el fondo del pozo. Estos pozos en ningún caso deberán sobrepasar los 40 cm. (EMAAP-Q, 2009)

#### **2.4.2.7 Conexiones Domiciliarias**

Estas conexiones empiezan en la caja de revisión, la cual estará conectada a una conexión intradomiciliaria. Estas conexiones llevarán las aguas negras de la vivienda hasta la red sanitaria, luego a la PTAR hasta un cuerpo receptor, por lo cual se emplea cajas de revisión de 0.60 x 0.60 x 0.80 m.

### **2.5 Cálculos Hidráulicos.**

Para el respectivo diseño de la red sanitaria, los cálculos se realizarán de forma manual, con base a información levantada en campo y a las normas establecidas.

Para los cálculos de la red se utilizó un programa realizado en Excel, con el cual se consideró condiciones más críticas del diseño.

Se presentan en los anexos, cuadros con los cálculos hidráulicos correspondientes al sistema de alcantarillado sanitario.

### **2.6 Tratamiento de Aguas Residuales**

Está diseñado para la eliminación de microorganismos infecciosos, fósforo, DBO, sustancias orgánicas e inorgánicas.

Se deberá optar por el sistema de tratamiento que más se ajuste a las necesidades en términos de eficiencia y presupuesto del sitio de estudio.

#### **2.6.1 Aguas residuales**

Estas aguas se consideran a las que han sido contaminadas por el uso cotidiano de las personas. Dichas aguas se forman a partir de desechos biológicos transportados desde las casas, oficinas y lugares de comercio, etc. Estas aguas añaden además un caudal de

precipitación. Las aguas residuales se las debe tratar antes de ser vertidas a un determinado medio, ya sea laguna, corrientes convencionales o quebradas.

### **2.6.2 Proceso de tratamiento de aguas residuales**

Este proceso se lo realiza, con el fin de producir agua más limpia antes de su disposición final, mediante procesos físicos, biológicos y químicos. Estas aguas serán transportadas desde un lugar inicial hasta una PTAR a través de tuberías.

Las aguas servidas en nuestro país son descargadas directamente a un afluente natural sin antes ser tratadas.

El proceso de tratamiento comienza separando el material sólido mediante trampas de arena o rejillas, seguido por un conjunto de procesos biológicos.

### ***2.6.3 Sistemas de depuración de aguas residuales***

Para elegir el método más eficiente para tratar el agua residual del Barrio Santa Fe, se debe tomará en consideración algunos factores, los cuales son:

#### Características del agua a tratar

La Comunidad de Pulinguí no cuenta con zonas industriales, por lo que el agua a tratarse es de uso principalmente doméstico y agrícola; por tal motivo al no existir industrias en la zona no se tomará en consideración el proceso de depuración avanzada. Por lo que el diseño más recomendado es la construcción del tanque séptico por su economía y eficiencia. (Metcalf & Eddy. Ingeniería de aguas residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización. Madrid Mc Graw- Hill, 1995. P 194)

#### Criterios de construcción, mantenimiento y operación

Se debe limitar en la medida de lo posible los tratamientos que se necesiten la contratación de personal extra, para así reducir los costos operativos y de construcción tomando en cuenta las condiciones económicas de la comunidad, considerando estos aspectos se esperaría que los mismos beneficiados sean los encargados de cumplir con los mantenimientos requeridos.

#### **2.6.4 Componentes de las aguas residuales**

Estas se generan por la descarga directa de contaminantes en las aguas domésticas, una forma de eliminar estos contaminantes es de ver si estos requieren oxígeno. (Glynn & Heinke, 1999).

Microorganismos: Las aguas residuales que son las causantes de enfermedades infecciosas, están compuestas por microorganismos derivados de los desechos fecales de las personas con enfermedades virales y bacterianas.

Sólidos: Están compuestos por la materia inorgánica y materia orgánica, los cuales se mantienen cuando la muestra es secada a 103° C.

Materia inorgánica: Entre las más comunes se tienen:

- Carbonatos y bicarbonatos.
- Sulfatos y cloruros (Residuos humanos).
- Residuos tóxicos (Sustancias industriales)
- Fosforo y Nitrógenos (Generados por detergentes y residuos humanos).

Materia orgánica: Están formadas por carbohidratos y proteínas que son fuente biodegradable presente en la orina y heces fecales de los pobladores, productos de limpieza y otras sustancias desechadas en el baño.

Se utilizan dos procesos para medir la concentración orgánica en el agua, los cuales son:

- *Demanda química de oxígeno (DQO):* Oxígeno necesario para que la materia orgánica presente en las aguas residuales, se pueda oxidar mediante procesos químicos.
- *Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):* Oxígeno necesario para permitir el consumo de los microorganismos durante el proceso de degradación de materia orgánica presente en las aguas servidas.

#### **2.6.5 Selección del tratamiento**

Es totalmente necesario conocer los tipos de organismos que poseen las aguas servidas en el lugar de estudio. (Ver tabla 13).



**Tabla 11***Eficiencias típicas de remoción*

<b>Unidades de tratamiento</b>	<b>DBO</b>	<b>DQO</b>	<b>SS</b>	<b>P</b>	<b>N Org</b>	<b>NH3-N</b>	<b>Patógenos</b>
Rejillas	desp1.	desp.	desp.	Desp.	desp.	desp.	Desp
Desarenadores	0-5	0-5	0-10	Desp.	desp.	desp.	Desp.
Sedimentación primaria	30-40	30-40	50-65	10-20	10-20	0	desp.
Lodos activados (convencional)	80-95	80-95	80-90	10-25	15-20	8-15	desp.
Filtros percoladores	65-80	60-80	60-85	8-12	15-50	8-15	desp.
Alta tasa roca	65-85	65-85	65-85	8-12	15-50	8-15	desp.
Super tasa, plástico							
Cloración	desp.	desp.	desp.	Desp.	desp.	desp.	100
Reactores UASB	65-80	60-80	60-70	30-40	---	---	desp.
Reactores RAP	65-80	60-80	60-70	30-40	---	---	desp.
Filtros anaerobios	65-80	60-80	60-70	30-40	---	---	desp.
Lagunas de oxidación							
Lagunas anaerobias	50-70	---	20-60	---	---	---	90-99,99
Lagunas aireadas	80-95	---	85-95	---	---	---	90-99,99
Lagunas facultativas	80-90	---	63-75	30	---	---	90-99,99
Lagunas de maduración	60-80	---	85-95	---	---	---	90-99,99
Ultravioleta	desp.	desp.	desp.	Desp.	desp.	desp.	100

*Nota.* Tipos de contaminantes con su tipo de tratamiento. Fuente: RAS (2000)

Tomando en cuenta el porcentaje de eliminación para los contaminantes y las características de los organismos que se encuentran presentes, se concluye con el diseño de un tratamiento primario en cual consta de la construcción de un tanque séptico y en igual forma un filtro anaerobio antes de la descarga final.

### **2.6.6 Tipos de tratamiento para aguas residuales**

Este proceso se divide en las siguientes etapas:

#### **2.6.6.1 Tratamiento Preliminar**

Se lo realiza para aumentar la eficacia en los procesos posteriores a este, su objetivo principal es la remoción de objetos grandes y abrasivos. Los elementos más usados para remover dicho material son:

-Rejas de desbaste: tiene por objetivo separar los sólidos flotantes grandes y de esta manera proteger aguas abajo a los equipos y las estructuras.

#### **2.6.6.2 Tratamiento Primario**

Es un proceso fisicoquímico en el cual se realiza la eliminación de los sólidos suspendidos a través de la sedimentación, este proceso se lo va a realizar con la ayuda de un tanque séptico.

Tanque Séptico: Es un sistema receptor de aguas residuales, mismo que está diseñado para la sedimentación y posterior digestión de sólidos y materia de menor densidad que el agua. Los

elementos sedimentados dentro del tanque se los puede remover periódicamente y ser posteriormente descargados en una instalación de tratamiento.

### **2.6.6.3 Tratamiento secundario**

Es un tratamiento biológico que puede ser aerobio o anaerobio, que se los realiza con el objetivo de eliminar los sólidos suspendidos y la materia orgánica disuelta. Para la realización de este tratamiento lo vamos lograr con l ayuda de un filtro anaerobio.

### **2.7 Criterios para la construcción del tanque séptico**

Se optó por la implementación de una planta de tratamiento tipo tanque séptico, tomando en consideración ciertos factores:

- Menor costo de construcción, operación y mantenimiento.
- Facilidad constructiva.
- Menor espacio físico.
- Proceso constructivo convencional
- Ahorro en materiales de rápida obtención.
- Apropiado para comunidades rurales.
- Limpieza periódica.

### **2.7.1 Funcionamiento del Tanque Séptico**

- Las aguas servidas que son llevadas por las tuberías de la red sanitaria ingresan al tanque séptico.
- Los sólidos suspendidos en el agua, se sedimentan en el fondo del tanque por acción de la gravedad, formando de esta manera una capa de lodo.
- Una capa compuesta por grasas, jabones y demás materiales ligeros forman una nata, misma que se acumula en la parte superior del tanque, la cual forma una capa de espuma, el agua pasa por medio de las dos capas formadas por los lodos y la capa de espuma.
- Los contaminantes disueltos en estas capas son sometidos a procesos de descomposición por bacterias anaeróbicas, las cuales son desarrolladas por ausencia de oxígeno.
- En el proceso de descomposición, una parte considerable se convertirá en gases que ascienden a la superficie, este gas escapara mediante la colocación de tubos de ventilación colocados en la fosa.

### **2.7.2 Componentes del Sistema**

Al tanque séptico se lo diseño en dos cámaras.

La cámara de digestión es el primer compartimiento, que posee  $\frac{2}{3}$  del volumen del tanque, y la segunda cámara denominada de pulimento, posee el  $\frac{1}{3}$  restante.

Su relación estará en un rango comprendido entre 2:1 a 5:1, ya que su depuración es más eficiente mientras más largo es el tanque.

Su profundidad neta no debe ser inferior a 0.75m y el ancho no deberá ser menor de 0.60m.

Y en la parte inferior de la losa de techo y la capa de espuma, la distancia estará entre los 0.25 y 0.30m. (Asociación de Ingenieros Sanitarios de Antioquia, AINSA. Medellín: AINSA, 1991, p.47).

### 2.7.3 Ubicación de la Planta de Tratamiento

La PTAR de nuestro proyecto estará ubicada de tal modo que cumpla con ciertas condiciones, las mismas que son:

- El lugar de ubicación de la PTAR debe cumplir que el sistema funcione a gravedad.
- Se debe garantizar que el lugar de construcción no afecte la flora ni la fauna del sector.
- La estructura se la debe realizar a 400 m como mínimo de distancia con respecto a la vivienda más cercana, esto con el fin de evitar malos olores.

El lugar donde se efectuará la descarga de agua servida en la PTAR nuestro proyecto, está ubicado al Suroeste de la comunidad con coordenadas UTM, norte 750760 y este 9825890, la cual descargará a la Quebrada Cordovéz, previo tratamiento y así buscar una mejor calidad de vida de los moradores de la comunidad. Como se observa en la figura 7.

#### Figura 7

*Ubicación de la Planta de Tratamiento*



*Nota.* Ubicación geográfica donde será instalada la PTAR. Elaborado por: La Autora.

## 2.8 Filtro anaeróbico de Flujo Ascendente (FAFA)

El filtro anaeróbico de flujo ascendente con biopelícula fija será usado en nuestro estudio como un sistema de tratamiento secundario para aguas servidas, que nos ayudará a radicar la turbiedad del agua antes de ser enviada al afluyente o quebrada.

### 2.8.1 Fundamentos de Diseño

Este filtro biológico compuesto por una cámara vacía o fondo falso y una cámara superior en la cual se encuentra el material filtrante sumergido. Las aguas servidas hacen su ingreso por la parte más baja del filtro para posteriormente ascender por medio de la grava en este caso, para ser degradadas mediante microorganismos, para posteriormente ser evacuados por la parte superior del filtro. (Metcalf & Eddy, 1995). A continuación, se observa en tabla 14, los tiempos de retención.

**Tabla 12**

*Tiempo de retención*

Contribución (Litros /días)		Período de detención (T)	
		horas	Días (T)
Menos	6000	24	1
6000	a 7000	21	0.875
7000	a 8000	19	0.79
8000	a 9000	18	0.75
9000	a 10000	17	0.71
10000	a 11000	16	0.67
11000	a 12000	15	0.625
12000	a 13000	14	0.585
13000	a 14000	13	0.54

*Nota.* Tiempos de retención celular según la contribución de líquido. Fuente: Norma Brasileña 7229/1982

## 2.9 Diseño del tanque séptico

Para este diseño se va a calcular un caudal de diseño, para lo cual se tomarán los cálculos obtenidos del caudal medio diario más el caudal de infiltración, que se encuentran calculados en el capítulo II.

El Caudal de Diseño de nuestro proyecto es: ( $Q_D$ )

$$Q_D = Q_{md} + Q_i \quad (\text{Ec. 19})$$

$$Q_D = 0.51 \text{ l/s} + 0.11 \text{ l/s}$$

$$Q_D = 0.62 \text{ l/s}$$

$$\text{Vol} = Q_D * T + 100 * L_f * P \quad (\text{Ec. 20})$$

$$\text{Vol} = \left( 0.62 \frac{\text{l}}{\text{s}} * 86400 \frac{\text{s}}{\text{dia}} * 0.5 \text{ dia} \right) + 100 * 1 \frac{\text{l}}{\text{hab}}$$

$$\text{Vol} = 111393.4 \text{ l}$$

$$\text{Vol} = 111.39 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen calculado} = 111.39 \text{ m}^3$$

Donde:

Vol: Volumen de la fosa séptica

$Q_D$ = Caudal de Diseño (lt/s)

T= Período de detención (días) = 0.5 día

$L_f$ = Contribución de lodos frescos (l/hab\*día) = 1.0

P= Población al final del período de diseño (hab)

### 2.9.1 Componentes del sistema

Para garantizar un buen funcionamiento del tanque séptico se deben seguir principios básicos de sedimentación, por lo tanto, se debe guardar una relación 1:3 entre el ancho y la longitud de la unidad a diseñarse. Se construirá el tanque séptico con dos cámaras, mismos que brindarán una eliminación más eficiente de residuos.

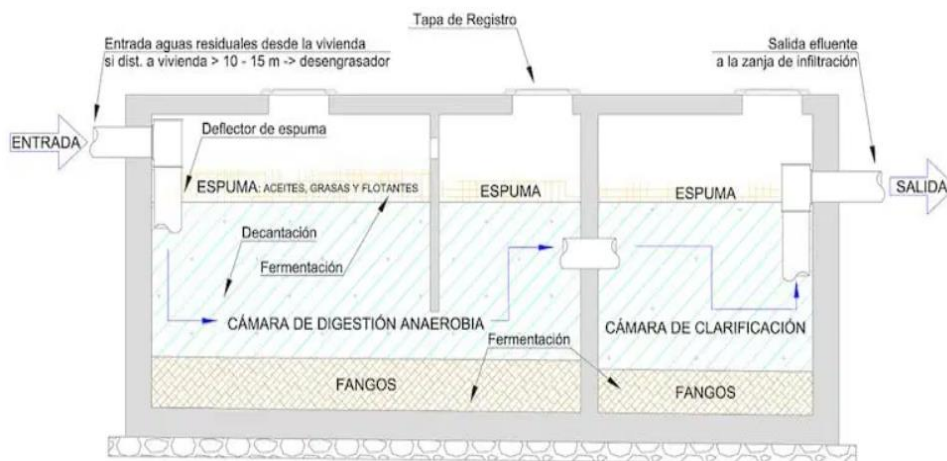
Se deben seguir las siguientes condiciones de forma para garantizar un funcionamiento eficiente del tanque séptico:

- Distancia interna mínima (b): 0.80 m
- Profundidad mínima útil (h)= 1.20 m
- Relación entre longitud (L) y ancho (b)=  $4 \geq \frac{L}{B} \geq 2$
- El compartimiento de la cámara de digestión es de 2/3 del volumen total del tanque.
- Las cámaras tienen un borde superior de abertura, el cual debe estar no mínimo a 0.30 m entre las cámaras.

Se muestra a continuación en la figura 6, la estructura del tanque séptico.

**Figura 8**

*Estructura del tanque séptico*



*Nota.* Perfil transversal de una fosa séptica. Fuente: OPS (2005)

Dimensiones Adoptadas

Longitud L= 10.8 m

Base b= 4.50 m

Altura h = 2.30 m

Volumen adoptado Va= 111.78 m<sup>3</sup>

Volumen adoptado: Va > Vcalculado

111.8 > 111.39 m<sup>3</sup> **Cumple**

### 2.9.2 Comprobación condiciones de forma

A continuación, se realiza las comprobaciones de forma para obtener las dimensiones del tanque séptico, mediante las siguientes fórmulas:

a)  $4 \geq \frac{10.8}{4.5} \geq 2$

$$4 \geq \frac{L}{B} \geq 2$$

CUMPLE

$$4 \geq 2.4 \geq 2$$

b)  $0.80 \leq b \leq 2h$  CUMPLE

$$0.80 \leq 4.5 \leq 4.6$$

c)  $h \geq 1.20$  CUMPLE

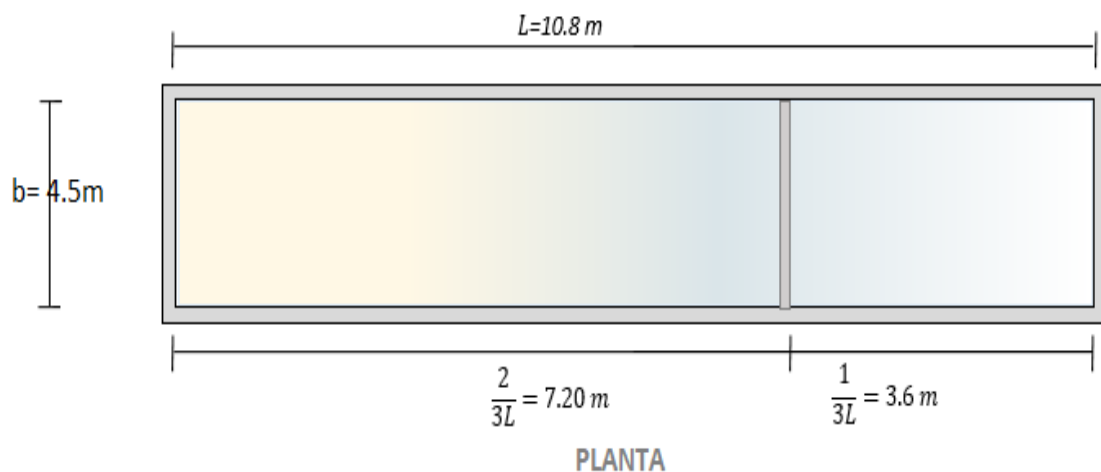
$$2.30 \geq 1.20$$

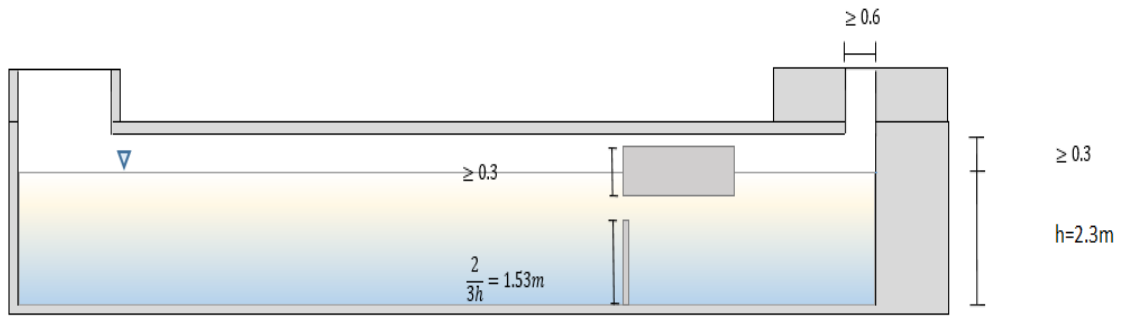
### 2.9.3 Dimensiones del tanque séptico

Se presenta el diseño con las dimensiones adoptadas del tanque séptico:

**Figura 9**

*Dimensiones de diseño para el tanque séptico*





CORTE

## 2.10 Diseño de Filtro Anaerobio

### a) Volumen del filtro

$$V_f = 1.6 * Q_D * T \quad (NBR 7229 / 1982) \quad (Ec. 21)$$

$$V_f = 1.6 * 0.62 \frac{l}{s} * 0.5 \text{ dia} * 86400 \frac{s}{\text{dia}}$$

$$V_f = 42854.4 \text{ l}$$

$$V_f = 42.85 \text{ m}^3$$

Donde:

$V_f$ : Volumen del filtro anaerobio

$Q_D$ = Caudal de Diseño (l/s)

T: Período de detención (días) = 0.5 días

### b) Sección horizontal (s)

$$S = \frac{V_f}{1.80} \quad (Ec. 22)$$

$$S = \frac{42.85 \text{ m}^3}{1.80 \text{ m}}$$

$$S = 23.805 \text{ m}^2$$

### 2.10.1 Condiciones de Forma

Para garantizar un óptimo diseño para el filtro anaerobio, se tomará en cuenta las siguientes condiciones:



- El filtro anaeróbico debe estar contenido en un tanque de forma cilíndrica con una cámara falsa perforada.
- El filtro debe poseer una altura de 1.20 m, la cual es constante para cualquier volumen.
- Con respecto al material filtrante, este debe poseer una granulometría lo más uniforme posible, la cual puede variar entre 0.04m y 0.07m o a su vez puede ser grava N°4.
- En cuanto a la profundidad útil del filtro esta debe ser de 1.8m para cualquier volumen. El diámetro máximo no debe exceder 3 veces la profundidad útil (h).
- El diámetro mínimo (d) es de 0.95m.
- El volumen mínimo debe ser de 1250 lts= 1.25 m<sup>3</sup>.
- La tubería de que conecta desde del tanque séptico al filtro consta de una te y un diámetro mínimo de 100mm.

#### Dimensiones adoptadas

- Diámetro (d)= 5.3m
- Altura (h)= 1.8m
- Área adoptada (Aa)=22m<sup>2</sup>
- Volumen adoptado (Va)= 40 m<sup>3</sup>

#### **2.10.2 Comprobación condiciones de forma**

A continuación, se realiza las comprobaciones de forma para el dimensionamiento del filtro anaerobio, mediante las siguientes ecuaciones.

a)  $d \geq 0.95$

$$5.3\text{m} \geq 0.95\text{m} \quad \text{Cumple}$$

b)  $3h \geq d$

$$5.4\text{ m} \geq 5.3\text{ m} \quad \text{Cumple}$$

c)  $\text{Vol útil} > 1.3\text{ m}^3$

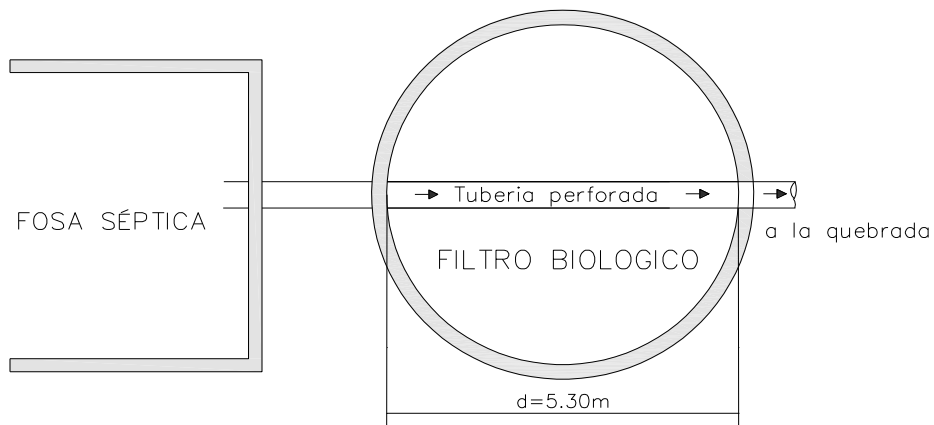
$$40\text{ m}^3 > 1.3\text{ m}^3 \quad \text{Cumple}$$

### 2.10.3 Dimensiones del Filtro Anaerobio

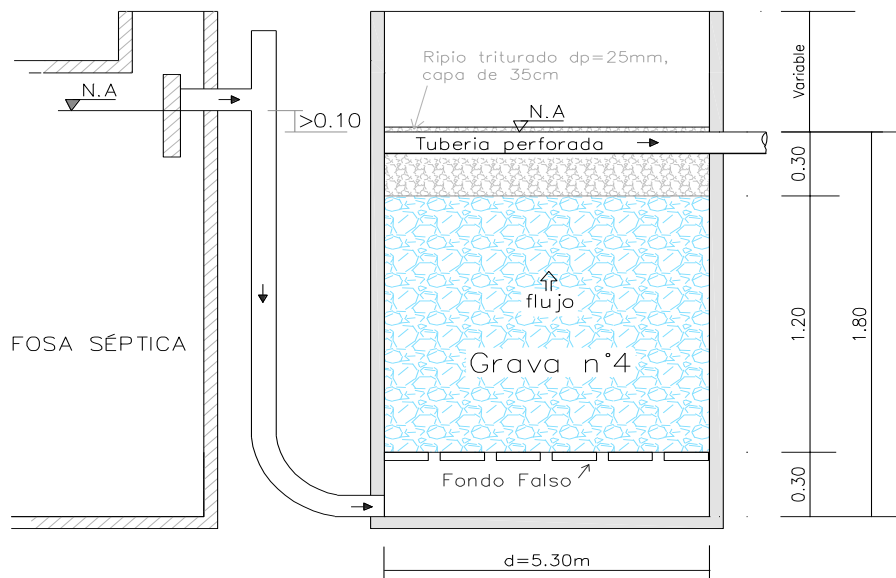
A continuación se presenta las dimensiones adoptadas para la realización del diseño del filtro anaerobio.

**Figura 10**

*Dimensiones de diseño del filtro anaerobio*



### PLANTA



### CORTE

*Nota.* Dimensiones adoptadas para la construcción del filtro biológico. Elaborado por:  
La Autora

## CAPITULO III

### 3 EVALUACIÓN DE IMPACTOS

#### 3.1 Características físicas ambientales

Mediante una apreciación actual del ecosistema de la Comunidad de Pulinguí, determinaremos si es necesario elaborar un estudio de impacto ambiental en el territorio y las posibles medidas a ejecutarse.

##### 31.1 Medio Físico

###### Uso del suelo

En su mayoría la zona de Pulinguí es regular y presenta pequeñas variaciones de pendientes, en el cual el uso del suelo es para fines agrícolas. El suelo que puede encontrarse en la zona es areno limosos mezclados con gravilla. Se detalla más sobre el uso de suelo en el capítulo I.

###### Riesgos Naturales

Debido a la actividad en el Volcán Tungurahua se presenta un riesgo para la agricultura y vegetación en general de la zona debido al efecto de la caída y dispersión de ceniza que incluso causa afectaciones para las fuentes de captación de agua. A más de ello se evidencia que la comunidad de Pulinguí está expuesta a diferentes riesgos naturales como son, desprendimientos de suelo y rocas y su relación con movimientos en masa en zonas de alta pendiente.

##### 3.1.2 Aspectos Bióticos

###### Flora

En la actualidad en la flora de la región se puede observar una zona con gran deforestación, donde es predominante la vegetación de tipo herbácea y arbustiva, y en su mayoría plantas que soporten los fríos de esta región que son característicos de los páramos de Chimborazo. Posteriormente, en la tabla 15 se presenta las plantas más representativas:

**Tabla 13***La flora característica en la zona*

<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>
Calamagrostis effuse spp	Paja
Festuca spp	Maleza
Urtica dioica	Ortiga
Oritrophium peruvianum	Frailejón Morado
Geranium sericeum	Geranio
Baccharis spp	Chilca blanca
Hypochaeris spp	Achicoria de monte

*Nota.* Se presenta la flora característica del lugar de estudio. Elaborado por: La Autora.

### Fauna

En los últimos años se ha degradado los páramos al realizar actividades de reforestación con fauna exótica en algunas de las zonas de la Parroquia de San Andrés. Las comunidades Sanjapamba, Cuatro Esquinas, San Pablo-Pulinguí, se encuentra alterada en un alto porcentaje debido a la labranza de los terrenos y la deforestación por lo que se ha venido perdiendo la macrofauna. En la tabla 16 se presenta las especies más representativas de la zona.

**Tabla 14***Fauna característica de la zona*

<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>
<b>AVES</b>	
Falco sparverius	Guarro
Pheuticusaurventris	Huiracchuros
Nothura maculosa	Perdiz
Turdusfuscateur	Mirlos
Buteo sp	Gavilán
Tyto alba	Colibríes
<b>Mamíferos</b>	
Apodemus sylvaticus	Ratón de campo
Sus scrofa domesticus	Cerdo
Capra aegagrus hircus	Chivo
Sylvilagusbrasiliensis	Conejo de páramo
Cavia porcellus	Cuy doméstico
Bos taurus	Vaca

*Nota.* Se presenta la fauna presente en el lugar de estudio. Elaborado por: La Autora

### **3.2 Principales Impactos Ambientales**

La edificación de la red de alcantarillado sanitaria y su PTAR, constituye una afectación directa al medio físico de la zona, por tal motivo es de suma importancia la identificación de los principales impactos ambientales de dicho proyecto, con la finalidad de prevenir los efectos negativos que produzca al medio físico esta obra civil, los cuales se presentan en la tabla 17, mostrada a continuación.

**Tabla 15***Principales Impactos ambientales*

<b>Principales Impactos Ambientales</b>		
<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>Impacto Ambiental</b>	<b>Etapas del proyecto</b>
Remoción y compactación del suelo	Afectación a la cobertura vegetal, paisajes, bienes públicos o privados o daños a terceros.	Construcción
Producción de polvo y ruido por el arrastre del excedente de excavación	Contaminación del aire por la producción de polvo generados por la excavadora	Construcción
Generación residuos (madera, escombros sobrantes de arena u hormigón, varilla de hierro) debido a la construcción de cámaras para válvulas y tanques para el sistema.	Contaminación del suelo y aire debido a la generación de residuos sólidos en la utilización de varilla, grava, arena gruesa, cemento, agua y aditivos, a más de ellos la generación de ruidos	Construcción
Generación de escombros por movimientos de tierra para fijar la tubería	Contaminación del aire por la producción de polvo durante la manipulación de tuberías. Amenaza la salud de los empleados por un riesgo causado por un evento externo.	Construcción y Operación
Generación de fuentes de empleo (obreros)	Si los empleados no utilizan el equipo de protección personal. Existe el riesgo de accidentes laborales.	Construcción y Operación

*Nota.* Impactos ambientales causados por la construcción del sistema de alcantarillado. Elaborado por: La Autora

### ***3.2.1 Plan de Manejo Ambiental***

El plan de manejo ambiental del presente proyecto “Estudios y diseños de Alcantarillado Sanitario para el Barrio Santa Fe, Comunidad Pulinguí”, ha sido elaborado en base a las necesidades detectadas y las acciones ejecutadas durante el proceso de Evaluación Ambiental.

Consiste en varias actividades y procedimientos relacionados con las actividades que se cumplirán al momento de su ejecución, con la finalidad de maximizar aquellos aspectos positivos para los diferentes componentes ambientales

#### **3.2.1.1 Objetivo General**

- Establecer medidas de control que se deberán tomar en cuenta durante las fases del proyecto y así prevenir y mitigar los impactos ambientales encontrados en procura de un desarrollo sostenible de las actividades y contribuir con la conservación de un ambiente libre de contaminación.

### ***3.2.2 Plan de prevención y mitigación e impactos ambientales***

Una vez identificado los impactos, se implementa un plan de remediación y se realizan recomendaciones para implementar medidas ambientales durante las fases de construcción y operación, como se puede evidenciar en la tabla 18.

**Tabla 16***Plan de prevención y mitigación e impactos ambientales*

<b>Lugar de Aplicación: Comunidad Pulingú</b>		
<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto Identificado</b>	<b>Medidas Propuestas</b>
Generación de polvo y ruido por arrastre del excedente de excavación	Contaminación del aire	Para evitar el esparcimiento de la tierra por el viento, en algunos sitios será necesario cubrir con plástico los montículos de material.
Emisión de gases por transporte de material e inspecciones a los sitios de las obras.	Contaminación del suelo generada por vehículos en el transporte de materiales y monitoreo de las obras.	El mantenimiento de vehículos deberá ser efectuado en talleres autorizados para dichas actividades.
Alteración en la calidad del aire	Afectación a la salud	Será obligatorio la dotación y utilización de implementos de seguridad e higiene requeridos para cada tipo de trabajo
Generación de efluentes contaminados	Contaminación del agua	Se prohíbe el lavado de vehículos dentro o cerca de cuerpos hídricos, deberá efectuarse en áreas que cumplan con las características técnicas para esta actividad.

*Nota.* Plan para prevenir los impactos causados por la construcción de la red sanitaria. Elaborado por: La Autora

### **3.2.3 Plan de Manejo de Desechos**

Como se puede observar en la tabla 19, uno de los impactos más considerables es la generación de los desechos sólidos, mismos que afectan directamente a la calidad del



aire, el suelo y el agua, por lo tanto, se ejecutarán medidas que contribuyan con el manejo de estos desechos y así preservar el medio físico de la zona.

**Tabla 17**

*Plan de manejo de desechos sólidos*

<b>PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS</b>		
<b>Lugar de Aplicación: Comunidad Pulingú</b>		
<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto Identificado</b>	<b>Medidas propuestas</b>
Generación de desechos (escombros)	Contaminación del suelo	Los escombros generados en la fase de mantenimiento de la red sanitaria, deberán ser dispuestos en las respectivas escombreras destinadas por el Gad Municipal.
Generación de desechos comunes	Contaminación del suelo	Los residuos comunes generados durante la fase de mantenimiento de la red sanitaria, serán recolectados, almacenados temporalmente y posteriormente dispuestos en el servicio de recolección municipal. Los trabajadores constantemente deberán recolectar y clasificar los residuos generados en el frente de trabajo
Generación de desechos	Afectación a la calidad del suelo y agua	En ningún caso se podrá quemar el material de desecho. En ningún motivo se podrá arrojar los residuos a cuerpos de agua cercanos al lugar del proyecto. Brindar capacitaciones a los trabajadores para que No arrojen desechos en el área de trabajo.

*Nota.* Medidas para mitigar el impacto causado por los desechos sólidos. Elaborado por: La Autora

## CAPITULO IV

### 4 Análisis Económico y Financiero del Sistema de Alcantarillado

#### 4.1 Introducción

En el presente estudio de diseño de la red sanitaria para el barrio Santa Fe de la comunidad Pulinguí se realizó una evaluación financiera y económica, realizándose en consideración a los costos que implican la nueva construcción, operación y su respectivo mantenimiento del sistema propuesto. El estudio económico - financiero se ha realizado en base a los cálculos de los indicadores de la Tasa Interna de Retorno (TIR), y el Valor Actual Neto (VAN) para poder medir las variaciones del sistema de la red sanitaria durante el período de vida útil de 25 años para el cual fue calculado y poder determinar si es rentable o no.

Esta evaluación nos brindará los elementos necesarios para determinar si el proyecto es factible o no, ya que se realizará una comparación de costos- beneficio que requiere su construcción y mantenimiento.

#### 4.2 Indicadores de evaluación del proyecto

Dichos factores nos ayudarán con la obtención de factores de rentabilidad que se usarán en el estudio:

##### 4.2.1 Valor Actual Neto (VAN)

Es una medida de rentabilidad neta absoluta que nos ofrece el proyecto, y mide el tiempo que empieza el proyecto cuando se requiere la inversión inicial, menos el incremento de valor que le da al propietario en términos absolutos.

$$VAN = \sum_{Y=1}^Y \frac{\Delta NB_Y}{(1+0.01r)^{Y-1}} \quad (\text{Ec. 23})$$

Donde:

$\Delta NB_y$  = Beneficio económico neto

$r$  = tasa anual de descuentos (11%).

$y$  = período de análisis en años.

Se considera factible la alternativa si el V.A.N es positivo.

#### 4.2.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

Cuando la tasa es nula o el VAN es cero, entonces se considera como TIR.

$$VAN = \sum_{Y=1}^Y \frac{\Delta NB_Y}{(1 + 0.01TIR)^{Y1}} = 0$$

#### 4.2.3 Beneficio/ Costo (B/C)

Se considera como la relación entre los valores de los beneficios sobre los valores de los costos actualizados.

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum \frac{BT}{(1+i)^n}}{\sum \frac{CT}{(1+i)^n}} \quad (\text{Ec. 24})$$

Donde:

$BT$  = Beneficios totales del servicio

$CT$  = Costos totales operacionales del proyecto.

$i$  = Tasa de actualización

$n$  = Período (a partir del año 1 al horizonte)

El presente proyecto se considera factible cuando la relación B/C sea mayor o igual a la unidad, como se muestra a continuación en la tabla 20.

**Tabla 18***Indicadores de aceptación o rechazo de proyectos*

<b>VALORES DE INDICADORES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>DECISIÓN</b>
<b>VAN&gt;0</b>	Beneficios proyectados son mayores a la inversión	Proyectos Aceptados
<b>TIR&gt;0</b>	La tasa interna de rendimiento es mayor a la tasa bancaria.	
<b>B/C&gt;1</b>	Los beneficios que han generado el estudio realizado son superiores a los costos de implementación.	
<b>VAN=0</b>		Proyectos
<b>TIR=1</b>	Los B/C están en equilibrio	Postergados
<b>B/C=1</b>		
<b>VAN&lt;0</b>	Los beneficios del proyecto son menores a los costos y la tasa bancaria es superior a la tasa interna.	Proyectos Rechazados
<b>TIR&lt;1</b>		
<b>B/C&lt;1</b>		

*Nota.* Indicadores de factibilidad del proyecto. Fuente:  
<https://www.umss.edu.bo/epubs/etexts/downloads/18/alumno/cap5.html>.

### **4.3 Demanda del Proyecto**

Se determinó la respectiva demanda del proyecto (habitantes) para cada uno de los años del período de diseño establecido, mediante el método geométrico.

A continuación, en la tabla 21 se visualiza la demanda del proyecto en base del número de habitantes y de conexiones domiciliarias.

**Tabla 19***Demanda del proyecto en habitantes y conexiones domiciliarias*

	<b>Año</b>	<b>Número de Habitantes</b>	<b>Número de Familias/Conexiones Domiciliarias</b>
-	2022	480	120
<b>1</b>	2023	491	123
<b>2</b>	2024	502	126
<b>3</b>	2025	513	128
<b>4</b>	2026	525	131
<b>5</b>	2027	537	134
<b>6</b>	2028	549	137
<b>7</b>	2029	562	141
<b>8</b>	2030	575	144
<b>9</b>	2031	588	147
<b>10</b>	2032	601	150
<b>11</b>	2033	615	154
<b>12</b>	2034	629	157
<b>13</b>	2035	643	161
<b>14</b>	2036	658	165
<b>15</b>	2037	673	168
<b>16</b>	2038	688	172
<b>17</b>	2039	704	176
<b>18</b>	2040	720	180
<b>19</b>	2041	736	184
<b>20</b>	2042	753	188
<b>21</b>	2043	770	193
<b>22</b>	2044	788	197
<b>23</b>	2045	806	202
<b>24</b>	2046	824	206
<b>25</b>	2047	843	211

*Nota.* Demanda del proyecto en base al número de habitantes del sector. Elaborado por: La Autora

#### 4.4 Inversiones del Proyecto

Dichas inversiones están compuestas por el capital del proyecto y los activos fijos, estos últimos lo constituyen las obras a construirse y los equipos necesarios para la gestión de los recursos producidos por el proyecto a través de los años.

Los activos fijos de nuestro proyecto se visualizan a continuación:

**Tabla 20**

*Obras civiles a construirse*

COMPONENTES	VALOR (DOLARES)
RED	\$ 27.195,26
POZOS Y CAJAS DE REVISIÓN	\$ 26.821,14
PLANTA DE TRATAMIENTO	\$ 49.218,52
SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN	\$2.715,22
CAPACITACIÓN	\$665.36
<b>TOTAL</b>	<b>106.536,89</b>

*Nota.* Se muestra el valor de los activos fijos del proyecto. Elaborado por: La Autora

#### 4.5 Cálculo de presupuesto de operación y mantenimiento

##### *4.5.1 Identificación de costos*

Se establece la tarifa del sistema de alcantarillado sanitario mediante un diagnóstico de los costos que tendrían que cubrir los habitantes para un óptimo funcionamiento del sistema.

Los costos pueden ser de los siguientes tipos:

Costos operativos: son los costos necesarios para mantener el sistema de alcantarillado funcionando correctamente, como el costo de un operador que debe verificar que todas las partes del sistema funcionen correctamente.

Costos por mantenimiento: estos costos pueden ser correctivos o preventivos. Los preventivos son los realizados para un funcionamiento eficaz del sistema. Y los correctivos son los costos que se deben realizar para corregir defectos del sistema.

#### 4.5.2 Mano de Obra

Se detalla el costo de mano de obra destinada a la etapa mantenimiento del sistema de alcantarillado del barrio Santa Fe, como se indica en la tabla 22.

**Tabla 21**

*Mano de obra necesaria para el mantenimiento del sistema de alcantarillado*

#### MANO DE OBRA

Nominación	Cantidad	Sueldo	Porcentaje Tiempo	Costo/mes	Costo /anual
Peón	2	\$ 410.40	10% (2días*mes)	\$ 82.08	\$ 984.96

*Nota.* Costo de la mano de obra para la realización del proyecto. Fuente:  
Remuneración básica Unificada Mínima 2022

Se establece un porcentaje de 10% considerando que trabajarán en la etapa de mantenimiento de la red sanitaria, 2 peones, por al menos 2 días al mes.

#### 4.5.3 Materiales e insumos

En la tabla 24 se detalla los materiales e insumos que serán utilizados para su respectivo mantenimiento de la red de alcantarillado, con su respectivo costo.

**Tabla 22**

*Materiales e insumos necesarios para el mantenimiento del sistema sanitario.*

#### MATERIAL

Nominación	Cantidad	Precio U.	Precio Total
GUANTES (U)	2	\$ 3.50	\$ 7.00
MASCARILLA (U)	2	\$ 4.00	\$ 8.00
CASCO (U)	2	\$ 6.00	\$ 12.00
BOTAS DE CAUCHO(PAR)	2	\$8.00	\$16.00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 43.00</b>

*Nota.* Detalles de los precios de los materiales de mantenimiento del proyecto.

Elaborado por: La Autora

Como se puede apreciar en la tabla 25, se detalla las tuberías y los accesorios que serán necesarios utilizar para la respectiva etapa de mantenimiento.

**Tabla 23**

*Tuberías y accesorios disponibles para la etapa de mantenimiento del sistema.*

Diámetro (MM)	Longitud (M)	0.1%	N. Tubos PVC L= 6m	
			REPONERSE	EXACTOS
200	1164.26	1.16	1.16	2
ACCESORIO	Cantidad	Precio U.	Costo Anual	
TUBO PVC D=200MM	2 (Tubos de 6m)	\$ 57.12(Tubo de 6m)	\$ 57.12	
ACCESORIOS	1	\$ 6.5	\$ 6.50	
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 63.62</b>	

*Nota.* Se detallan los materiales necesarios para la etapa de mantenimiento de la obra. Elaborado por: La Autora

#### **4.5.4 Herramientas**

A continuación, se detalla la herramienta que será necesaria para el respectivo mantenimiento del proyecto de alcantarillado, como se observa en la tabla 25.

**Tabla 24**

*Herramientas necesarias para la etapa de mantenimiento de la red de alcantarillado*

<b>HERRAMIENTA MENOR</b>				
Herramienta	Nro.	Precio U.	Total, Anual	Amortización (2 años)
Pala	2	\$ 12.00	\$ 24.00	\$ 12.00
Barreta	2	\$ 22.00	\$ 44.00	\$ 22.00
Carretilla	2	\$ 48.00	\$ 96.00	\$ 48.00
Rastrillo	2	\$ 9.00	\$ 18.00	\$ 9.00
Pico	2	\$ 10.00	\$ 20.00	\$ 10.00
Machete	2	\$ 7.00	\$ 14.00	\$ 7.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$108.00</b>

*Nota.* Se detalla las herramientas y el valor de estas, que serán necesarias en la obra. Elaborado por: La Autora



Se presenta en la tabla 27, el resumen de los costos totales que serán utilizados en la ejecución del mantenimiento de la obra.

**Tabla 25**

*Resumen de costos*

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	PERSONAL	HERRAMIENTAS	OBSERVACIONES	FRECUENCIA	MANO DE OBRA	MATERIALES INSUMOS	HERRAMIENTA MENOR	SUBTOTAL ANUAL	
						VERANO/INVIERNO					
1	Conexiones Domiciliarias	Limpieza de Cajas de Revisión	2 jornaleros	Palas, rastrillos, escobas, espátula, mascarillas, baldes.		1 vez/año	\$ 196.99	\$ 10.66	\$ 10.80	\$ 218.45	
		Limpieza de emisarios	2 jornaleros		Se utilizará chorros de agua a presión	1 vez/año	\$ 196.99	\$ 10.66	\$ 10.80	\$ 218.45	
2	Alcantarillado Sanitario	Limpieza de pozos de revisión.	2 jornaleros			1 vez/año	\$ 393.98	\$ 21.32	\$ 21.60	\$ 436.93	
		Limpieza y/o reposición Colectores Principales	2 jornaleros			1 vez/año	\$ 393.98	\$ 21.32	\$ 21.60	\$ 436.93	
		Limpieza Colectores y/o reposición Secundarios	2 jornaleros			1 vez/año	\$ 393.98	\$ 21.32	\$ 21.60	\$ 436.93	
3	Tratamiento	Limpieza de rejillas y Trampa de Grasas	2 jornaleros			1 vez/año	\$ 196.99	\$ 10.66	\$ 10.80	\$ 218.45	
		Limpieza de tanques digestores, zanjas de infiltración y de secado.	2 jornaleros			1 vez/año	\$ 196.99	\$ 10.66	\$ 10.80	\$ 218.45	
							<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 1969.92</b>	<b>\$ 106.62</b>	<b>\$ 108.00</b>	<b>\$ 2,184.54</b>
									<b>ADMINISTRATIVOS</b>	5%	<b>\$ 109.22</b>
										<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>\$ 2,293.76</b>

*Nota.* Resumen de los costos que serán utilizados para el mantenimiento de la obra. Elaborado por: La Autora

#### **4.6 Beneficios valorados que generan el proyecto**

Los beneficios del proyecto están íntimamente relacionados con los problemas identificados al inicio, los cuales conducen a las metas planteadas en el proyecto.

Beneficios del proyecto de alcantarillado.

Encausar correctamente las aguas servidas para disminuir las afecciones causadas por la falta de saneamiento.

El gasto promedio en atención de enfermedades se estima con la ayuda de las encuestas efectuadas y los costos reales de consultas, exámenes y medicinas.

Para alcantarillado sanitario se estima un beneficio social por salud de \$ 60 repartidos en consultas (\$20), medicinas (\$15), exámenes (\$25) por enfermo, la frecuencia de las enfermedades es de dos miembros de familia por año, generalmente son los niños los más afectados.

Mayores posibilidades productivas.

Las enfermedades gastrointestinales ocasionadas por parasitosis reducen la capacidad de trabajo de una persona al menos dos días al año. Este evento se evalúa como una pérdida a costo de jornal diario de trabajo de mano de obra calificada.

Reducción del tiempo dedicado al mantenimiento de las letrinas.

Dos de los ocupantes de la vivienda dedican al menos dos días al año para el mantenimiento de la letrina o cambio de ubicación del pozo séptico.

Este evento se evalúa como una pérdida a costo de jornal diario de trabajo de mano de obra calificada.

En la tabla 28 se aprecia el ahorro económico al año que evita una familia que dispone del servicio de alcantarillado.

**Tabla 26***Ahorros económicos por familias por año*

<b>ITEM</b>	<b>RUBRO</b>	<b>MIEMBROS DE FAMILIA</b>	<b>VALOR FINANCIERO</b>	<b>VALOR ECONÓMICO</b>
<b>1</b>	Gastos Hospitalarios/ 2 miembros de la familia.	2	\$ 120.00	\$ 120.00
<b>2</b>	Limpieza de letrina, fosa séptica /2 días.	2	\$ 60.00	\$ 60.00
<b>3</b>	Días de trabajo al año por enfermedad/ 2 días.	2	\$ 60.00	\$ 60.00
<b>4</b>	Materiales para reparación de letrina, fosa séptica.	-	\$ 100.00	\$ 100.00
<b>TOTAL ANUAL POR FAMILIA</b>				<b>\$ 340.00</b>

*Nota.* Ahorro económico anual por familias que disponen de un sistema de alcantarillado sanitario. Elaborado por: La Autora

#### **4.7 Evaluación Económica**

##### ***4.7.1 Inversión económica programada para ejecución de la red de alcantarillado.***

A continuación, se detalla en la tabla 28, la inversión económica que se realizará con la ejecución de la red sanitaria.

**Tabla 27***Inversión económica del sistema de alcantarillado*

<b>Rubros</b>	<b>Valor Financiero</b>	<b>RCP</b>	<b>Valor Económico</b>
<b>INVERSIÓN</b>	<b>\$ 106.536,89</b>		<b>\$93.752,46</b>
<b>OBRA CIVIL</b>	<b>\$93.752,46</b>	0.88	<b>\$ 73,755.48</b>
			\$ 4.149,42
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	\$ 27.662,80	0.15	
MANO DE OBRA CALIFICADA	\$ 1.347,80	1.00	\$ 1.347,80
MATERIALES	\$ 45.854,11	1.00	\$ 45.854,11
EQUIPOS	\$ 10.783,10	1.00	\$ 10.783,10
<b>GASTOS DE OPERACIÓN</b>	<b>\$ 2,293.76</b>		<b>\$ 511.43</b>
	<b>Valor</b>		<b>Valor</b>
<b>Rubro</b>	<b>financiero</b>	<b>RCP</b>	<b>Económico</b>
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	\$ 1969.92	0.15	\$ 295.49
MANO DE OBRA CALIFICADA	\$ 0.00	1.00	\$ 0.00
ADMINISTRACIÓN	\$ 109.22	1.00	\$ 109.22
MATERIALES/INSUMOS/HERRA.	\$ 106.72	1.00	\$ 106.72

*Nota.* Inversión económica que se efectuará para la construcción de la red sanitaria.

Elaborado por: La Autora

#### **4.7.2 Beneficios económicos del proyecto**

Se puede apreciar en la tabla 30, la proyección realizada para 25 años de los beneficios económicos que la construcción del sistema de alcantarillado brindara al barrio Santa Fe.

**Tabla 28***Beneficios económicos del proyecto*

<b>AÑOS</b>	<b>Nº</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>FAMILIAS</b>	<b>BENEFICIOS</b>
<b>2022</b>	91	\$30.940,00
<b>2023</b>	92	\$31.280,00
<b>2024</b>	93	\$31.620,00
<b>2025</b>	94	\$31.960,00
<b>2026</b>	95	\$32.300,00
<b>2027</b>	96	\$32.640,00
<b>2028</b>	97	\$32.980,00
<b>2029</b>	98	\$33.320,00
<b>2030</b>	99	\$33.660,00
<b>2031</b>	100	\$34.000,00
<b>2032</b>	101	\$34.340,00
<b>2033</b>	102	\$34.680,00
<b>2034</b>	103	\$35.020,00
<b>2035</b>	104	\$35.360,00
<b>2036</b>	105	\$35.700,00
<b>2037</b>	106	\$36.040,00
<b>2038</b>	107	\$36.380,00
<b>2039</b>	108	\$36.720,00
<b>2040</b>	109	\$37.060,00
<b>2041</b>	110	\$37.400,00
<b>2042</b>	111	\$37.740,00
<b>2043</b>	112	\$38.080,00
<b>2044</b>	113	\$38.420,00
<b>2045</b>	114	\$38.760,00
<b>2046</b>	115	\$39.100,00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 875,500.00</b>

*Nota.* Beneficios económicos brindados a la comunidad por la realización del proyecto. Elaborado por: La Autora

## **4.8 Evaluación Financiera**

La evaluación financiera del proyecto busca asegurar la sostenibilidad del mismo por todo el tiempo de vida útil para el cual fue diseñado.

Con el objetivo de determinar el valor anual requerido para satisfacer los costos, se calculará los costos de cada año equivalente de los costos en la etapa de mantenimiento y operación del sistema.

### ***4.8.1 Cálculo del costo de servicio del sistema de alcantarillado***

A continuación, se presentan en la tabla 31, los costos de operación para cada uno de los años de vida útil del sistema.

**Tabla 29**

*Costos de operación para cada año e vida útil del proyecto.*

	<b>Año</b>	<b>Costo (\$)</b>
	-	-
<b>1</b>	2022	2341,93
<b>2</b>	2023	2391,11
<b>3</b>	2024	2441,32
<b>4</b>	2025	2492,59
<b>5</b>	2026	2544,93
<b>6</b>	2027	2598,38
<b>7</b>	2028	2652,94
<b>8</b>	2029	2708,66
<b>9</b>	2030	2765,54
<b>10</b>	2031	2823,61
<b>11</b>	2032	2882,91
<b>12</b>	2033	2943,45
<b>13</b>	2034	3005,26
<b>14</b>	2035	3068,37
<b>15</b>	2036	3132,81
<b>16</b>	2037	3198,60
<b>17</b>	2038	3265,77
<b>18</b>	2039	3334,35
<b>19</b>	2040	3404,37
<b>20</b>	2041	3475,86
<b>21</b>	2042	3548,86
<b>22</b>	2043	3623,38
<b>23</b>	2044	3699,47
<b>24</b>	2045	3777,16
<b>25</b>	2046	3856,48
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 75,978.15</b>

*Nota.* Se presentan los costos de operación por cada año de vida del proyecto.

Elaborado por: La Autora

Con la obtención de los costos totales de operación del sistema sanitario se obtiene la tarifa que cada usuario del servicio deberá cancelar por mes de servicio.

#### 4.9 Cálculo de la tarifa sin recuperación capital

##### 4.9.1 Precio por operación, mantenimiento y administración en el sistema de alcantarillado sanitario:

$$PO^r = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{C_i^r}{(1+a)^i}}{\sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{(1+a)^i}} \quad (\text{Ec. 25})$$

Donde:

C: costo por operación y mantenimiento (2293.76\$)

a: costo de oportunidad de capital (10.17%)

Q: Volumen consumido de agua (17917.2 m<sup>3</sup>)

n: tasa de crecimiento de precios 2020 (0.57%)

crecimiento anual de consumo: 1lt/hab/día (variación de consumo de agua potable)

Utilizando la formula descrita en la (Ec. 25), se procede a calcular la tarifa básica del proyecto, con los cálculos realizados en las tablas anteriores. Ver tabla 32.



**Tabla 30**

*Tarifa básica del proyecto*

Año	Población	Consumo de Agua l*hab*día	Ci	Qi	(1+a) <sup>i</sup>	C/(1+a) <sup>i</sup>	Qi/(1+a) <sup>i</sup>	Pob/(1+a) <sup>i</sup>
0	480	75	2293.76	17917.2	1	2293.76	17917.20	480.00
1	491	76	2306.83	18132.21	1.10	2093.89	16458.39	445.67
2	502	77	2319.98	18349.79	1.21	1911.43	15118.35	413.60
3	513	78	2333.21	18569.99	1.34	1744.87	13887.42	383.64
4	525	79	2346.51	18792.83	1.47	1592.83	12756.71	356.37
5	537	80	2359.88	19018.34	1.62	1454.03	11718.07	330.87
6	549	81	2373.33	19246.56	1.79	1327.33	10763.99	307.04
7	562	82	2386.86	19477.52	1.97	1211.67	9887.59	285.29
8	575	83	2400.47	19711.25	2.17	1106.09	9082.54	264.95
9	588	83	2414.15	19947.79	2.39	1009.70	8343.05	245.93
10	601	85	2427.91	20187.16	2.63	921.72	7663.76	228.16
11	615	86	2441.75	20429.41	2.90	841.40	7039.78	211.92
12	629	87	2455.67	20674.56	3.20	768.08	6466.60	196.74
13	643	88	2469.66	20922.66	3.52	701.16	5940.09	182.55
14	658	89	2483.74	21173.73	3.88	640.06	5456.45	169.57
15	673	90	2497.90	21427.81	4.28	584.28	5012.19	157.42
16	688	91	2512.14	21684.95	4.71	533.37	4604.10	146.07
17	704	92	2526.46	21945.17	5.19	486.89	4229.24	135.67
18	720	93	2540.86	22208.51	5.72	444.47	3884.89	125.95
19	736	94	2555.34	22475.01	6.30	405.74	3568.59	116.86
20	753	95	2569.90	22744.71	6.94	370.38	3278.03	108.52
21	770	96	2584.55	23017.65	7.64	338.11	3011.14	100.73
22	788	98	2599.28	23293.86	8.42	308.65	2765.97	93.57
23	806	99	2614.10	23573.38	9.28	281.75	2540.77	86.87
24	824	100	2629.00	23856.26	10.22	257.20	2333.90	80.61
25	843	101	2643.99	24142.54	11.26	234.79	2143.87	74.86
TOTAL			64087.23	542920.85		23863.64	195872.67	5729.46
						Tarifa sin recuperacion de capital		
						Po	0.12	\$/m3
						Po	4.17	\$/hab*año
						Po	1.39	\$/usuario*mes
						Tarifa adoptada		
						Po	1.60	\$/usuario*mes

*Nota.* Calculo de la tarifa básica que costará el proyecto. Elaborado por: La Autora

La tarifa de **\$ 1.39** permite cubrir los costos en las etapas de operación y mantenimiento de la red del sistema desde un punto de vista económico, pero no cumple con todos los requisitos como el indicador de rentabilidad financiera, por lo que se adopta una nueva tarifa. La nueva tarifa adoptada es de: **\$ 1.60** por usuario.

De acuerdo a la tarifa establecida los ingresos que se generan para cada uno de los años de vida útil del sistema son los descritos en la tabla 33:

**Tabla 31**

*Ingresos generados por la tarifa adoptada*

<b>AÑOS</b>	<b>Nº USUARIOS</b>	<b>INGRESOS MENSUALES</b>	<b>INGRESOS ANUALES</b>
2021	120	-	-
2022	123	\$196.40	\$2,356.80
2023	126	\$200.80	\$2,409.60
2024	128	\$205.20	\$2,462.40
2025	131	\$210.00	\$2,520.00
2026	134	\$214.80	\$2,577.60
2027	137	\$219.60	\$2,635.20
2028	141	\$224.80	\$2,697.60
2029	144	\$230.00	\$2,760.00
2030	147	\$235.20	\$2,822.40
2031	150	\$240.40	\$2,884.80
2032	154	\$246.00	\$2,952.00
2033	157	\$251.60	\$3,019.20
2034	161	\$257.20	\$3,086.40
2035	165	\$263.20	\$3,158.40
2036	168	\$269.20	\$3,230.40
2037	172	\$275.20	\$3,302.40
2038	176	\$281.60	\$3,379.20
2039	180	\$288.00	\$3,456.00
2040	184	\$294.40	\$3,532.80
2041	188	\$301.20	\$3,614.40
2042	193	\$308.00	\$3,696.00
2043	197	\$315.20	\$3,782.40
2044	202	\$322.40	\$3,868.80
2045	206	\$329.60	\$3,955.20
2046	211	\$337.20	\$4,046.40
	<b>TOTAL</b>	<b>\$6,517.20</b>	<b>\$78,206.40</b>

*Nota.* Se presentan los ingresos generados para cada año de vida útil del proyecto.

Elaborado por: La Autora

#### 4.9.2 Valor actual neto financiero del proyecto

**Tabla 32**

Valor actual neto financiero del proyecto

RUBROS	AÑOS																									
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Razon Precio Cuenta	RPC																									
Tasa de crecimiento de precios 2020	0.57%																									
Tasa de descuento social	11%																									
Habitantes*familia	4																									
Tarifa adoptada	2.1\$																									
Población	480	491	502	513	525	537	549	562	575	588	601	615	629	643	658	673	688	704	720	736	753	770	788	806	824	843
Núm. De Usuarios	120	123	126	128	131	134	137	141	144	147	150	154	157	161	165	168	172	176	180	184	188	193	197	202	206	211
INGRESOS																										
Ingresos por tarifa		\$3,093.30	\$3,162.60	\$3,231.90	\$3,307.50	\$3,383.10	\$3,458.70	\$3,540.60	\$3,622.50	\$3,704.40	\$3,786.30	\$3,874.50	\$3,962.70	\$4,050.90	\$4,145.40	\$4,239.90	\$4,334.40	\$4,435.20	\$4,536.00	\$4,636.80	\$4,743.90	\$4,851.00	\$4,964.40	\$5,077.80	\$5,191.20	\$5,310.90
FACTOR DE ACTUALIZACIÓN		0.90	0.81	0.73	0.66	0.59	0.53	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07
VAN INGRESO \$-BENEFICIO ACTUAL \$	\$0.00	\$2,786.76	\$2,566.84	\$2,363.14	\$2,178.75	\$2,007.71	\$1,849.16	\$1,705.36	\$1,571.90	\$1,448.14	\$1,333.48	\$1,229.31	\$1,132.70	\$1,043.16	\$961.71	\$886.16	\$816.13	\$752.35	\$693.20	\$638.38	\$588.40	\$542.06	\$499.76	\$460.52	\$424.15	\$390.93
EGRESO \$																										
Costo de operación y mantenimiento	2293.76	2341.93	2391.11	2441.32	2492.59	2544.93	2598.38	2652.94	2708.66	2765.54	2823.61	2882.91	2943.45	3005.26	3068.37	3132.81	3198.60	3265.77	3334.35	3404.37	3475.86	3548.86	3623.38	3699.47	3777.16	3856.48
FACTOR DE ACTUALIZACIÓN		0.90	0.81	0.73	0.66	0.59	0.53	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07
VAN EGRESO \$-EGRESOS ACTUAL \$	2293.76	2109.85	1940.68	1785.07	1641.95	1510.30	1389.20	1277.81	1175.36	1081.12	994.43	914.70	841.36	773.90	711.85	654.77	602.27	553.98	509.56	468.71	431.13	396.56	364.76	335.51	308.61	283.87
FLUJO NETO DE CAJA	-\$2,293.76	\$983.45	\$1,221.92	\$1,446.83	\$1,665.55	\$1,872.80	\$2,069.50	\$2,262.79	\$2,447.14	\$2,623.28	\$2,791.87	\$2,959.80	\$3,121.34	\$3,277.00	\$3,433.55	\$3,585.13	\$3,732.13	\$3,881.22	\$4,026.44	\$4,168.09	\$4,312.77	\$4,454.44	\$4,599.64	\$4,742.29	\$4,882.59	\$5,027.03
TOTAL BENEFICIO	\$102,645.90																									
TOTAL COSTO	\$58,758.45																									
VAN	\$13,547.26	VIABLE	Se acepta cuando es mayor a 0																							
B/C	1.75	VIABLE	Se acepta cuando es mayor o igual a 1																							
TIR	59.19%	VIABLE	Se acepta cuando es mayor a la tasa de descuento social																							

Nota. Se presenta el valor actual neto financiero del proyecto de alcantarillado sanitario. Elaborado por: La Autora

#### 4.10 Análisis de resultados y tarifas adoptadas

Los resultados obtenidos del análisis económico-financiero se pueden observar en la siguiente tabla:

**Tabla 33**

*Resultados de la evaluación económica-financiera*

<b>Componente</b>	<b>Evaluación Económica</b>	<b>Evaluación Financiera</b>	<b>Aceptación o rechazo del proyecto</b>
<b>VAN</b>	13,547.16	4,493.52	Aceptado
<b>TIR</b>	36.50%	30.55%	Aceptado
<b>Relación B/C</b>	1.75	1.10	Aceptado

*Nota.* Se presentan los resultados de la evaluación económica del proyecto.

Elaborado por: La Autora

##### Valor Actual Neto (VAN)

El presente proyecto resulta factible, ya que presenta el valor actual neto positivo, a más de ello el proyecto resulta económico y desde el punto de vista social, beneficia a os grupos más vulnerables de la zona donde se realizará el proyecto.

Se consideró una inversión de \$ 97.615,50 dólares para el presente proyecto.

##### Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa de descuento utilizada es del 11%, que resulta razonable porque pretende obtener un retorno financiero de la inversión, y también se evalúa el costo de oportunidad del dinero desde el punto de vista los beneficios sociales que brinda.

##### Relación Beneficio-costos (B/C)

Esta relación calcula cual es el beneficio que se adquiere por cada dólar de inversión

que se efectúa. El presente proyecto obtiene 1.75\$ adicionales por cada dólar realizado en la inversión de dicho proyecto.

### Tarifa

La tarifa adoptada en el presente proyecto será de \$1.60 por usuario (acometida) al mes.

## CONCLUSIONES

Se resuelve que el diseño de alcantarillado sanitario es factible para su construcción, una vez que se han realizado los respectivos análisis y estudios del mismo, ya que este contribuirá de manera directa en beneficio a la comunidad de Pulinguí, mejorando así la calidad de vida de los moradores, y disminuirá la contaminación al medio ambiente de la zona.

Una vez realizadas las encuestas en la comunidad de Pulinguí, se contabilizó un total de 120 lotes, de los cuales se obtuvo un total de 480 habitantes, mismos que serán los beneficiados del sistema de alcantarillado y la PTAR.

Las viviendas cuentan con un sistema de disposición de excretas, las cuales mediante las encuestas nos arrojó que un 93% de la población disponen de fosas sépticas y un 7% dispone de letrinas, cabe recalcar que en su mayoría los moradores del barrio Santa Fe no cuentan con un conocimiento básico sobre el sistema de tratamiento de aguas residuales que se elaborará en el presente estudio.

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, se lo realizará en su totalidad con tubería de PVC de 200 mm de diámetro ya que los volúmenes de agua de la zona son relativamente pequeños, alcanzando un caudal medio diario de 0.51 lt/s el mismo que fue avaluado para el diseño de las estructuras primarias. La planta de tratamiento está diseñada para minimizar los índices de contaminación hacia la quebrada, producidos por las aguas residuales, mediante los límites permisibles de descarga hacia un cuerpo receptor.

En cuanto al análisis de alternativas, se propuso la construcción nueva de una red de alcantarillado considerando dos opciones de descarga, para las cuales el mayor problema era el espacio físico, por lo que se optó por el diseño y construcción de la fosa séptica juntamente con un filtro biológico, el cual ocupa menos espacio para su implantación en comparación con el tanque imhoff. Por otro lado, se elaboró un presupuesto económico referencial para cada alternativa, concluyendo que el tanque imhoff tiene mayor costo que la fosa séptica en \$ 21.264.64.

Los estudios se desarrollaron para todo el Barrio Santa Fe, basados en las curvas de nivel de los planos topográficos, resultando en un diseño adaptado a la realidad del sector, con una planta de tratamiento adecuada que será funcional a medida que aumente la población de la zona de estudio.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda al GAD Guano, tomar en cuenta la presente investigación para la construcción de sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para la comunidad de Pulinguí, y de esta manera contribuir a mejorar el estilo de vida de los habitantes del sector.

Es de vital importancia socializar con los pobladores antes de la realización del proyecto, para crear conciencia sobre el cuidado y mantenimiento de las estructuras, para evitar taponamientos futuros que afecten a la vida útil del sistema.

Es recomendable tomar en cuenta la mano de obra de los habitantes de la comunidad, ya que son personas con disposición de ayudar en la construcción del proyecto, y esto disminuirá los costos de inversión.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AINSA. (1991). *Sistemas individuales para tratamiento de agua a nivel rural. Captación, Filtración, Desinfección. P.47*
- Burbano, G. (2009). *Criterios Básicos de Diseño para Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado.*
- CODIGEM-BGS. (1998). *Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador, esc.1:200.000. DGGM. Quito.*
- CPE INEN 5, I. E. (1992). *Normas para el Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales. Primera revisión.*  
<https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/norma-co-10-7-602-area-rural.pdf>
- Glynn H., Gary H., (1999). *Environmental Science and Engineering.*
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (1997). *Servicio Ecuatoriano de Normalización.*  
Obtenido de Código de practica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural.:  
<http://apps.normalizacion.gob.ec/download/index.php/buscar>
- Metcalf E. (1995). *Ingeniería de aguas residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización. Madrid Mc Graw- Hill, P 194)*
- Norma Brasileira NBR 7229/1982. *Construcción y Operación de Sistemas de Tanques Sépticos*
- OPS (2005). *Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques imhoff y lagunas de estabilización.*  
[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/OPS%202005.%20Gu%C3%ADa%20para%20el%20dise%C3%B1o%20de%20tanques%20s%C3%A9pticos.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/OPS%202005.%20Gu%C3%ADa%20para%20el%20dise%C3%B1o%20de%20tanques%20s%C3%A9pticos.pdf)

GAD Guano. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia San Andrés.

Secretaría del Agua. (s.f). *Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el área rural (Norma CO 10.7-602-Revisión)*. Quito

[https://www.academia.edu/29216562/NORMA\\_DE\\_DISE%20%91O\\_PARA\\_SISTEMAS\\_DE\\_ABASTECIMIENTO\\_DE\\_AGUA\\_POTABLE\\_DISPOSICION\\_DE\\_EXCRETAS\\_Y\\_RESIDUOS\\_LIQUIDOS\\_EN\\_EL\\_AREA\\_RURAL](https://www.academia.edu/29216562/NORMA_DE_DISE%20%91O_PARA_SISTEMAS_DE_ABASTECIMIENTO_DE_AGUA_POTABLE_DISPOSICION_DE_EXCRETAS_Y_RESIDUOS_LIQUIDOS_EN_EL_AREA_RURAL)

Subsecretaría de Saneamiento Ambiental, SSA (Ex – IEOS). (1993). *Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales*. Quito.

Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente, 3516 (Estado Reformado 29 de marzo de 2017).

RAS. (2000). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS - 2000. Tratamiento de Aguas Residuales. Reglamento Técnico Del Sector De Agua Potable Y Saneamiento Básico, 150.*

[https://procurement-notices.undp.org/view\\_file.cfm?doc\\_id=16483](https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=16483)

Ramallo, Reverté, S.A (1996). *Tipo de tratamiento aplicable a aguas residuales. PP. 15-16*

Remuneración básica Unificada Mínima 2022

Villagómez D., Eguéz, (2003). *Geologic evolution of the Central Inte-Andean Valley: facies and structural mapping, morphotectonic analysis. Ecuador, pp1.*

# **ANEXOS**

## ENCUESTAS REALIZADAS EN EL SECTOR (COMUNIDAD PULINGUÍ)

COMUNIDAD PULINGUI		DATOS DEMOGRÁFICOS										SALUD					SERVICIO SANITARIO										SALUD								
Nº	APELLIDOS FAMILIA	NOMBRES Y APELLIDOS MIEMBRO DE FAMILIA ENCUESTADO	ACTIVIDAD ECONÓMICA	Raza	No. Hab por casa	No. De hombres en el hogar	No. De mujeres en el hogar	No. De niños en el hogar	Hombres que trabajan	Mujeres que trabajan	niños menos 5 años	PRINCIPAL ENFERMEDAD EN NIÑOS	LOS ENFERMOS ASISTENA...	CONOCE CAUSAS DE LA DIARREA	CONOCE COMO PREVENIR LA DIARREA	CONOCE COMO CURAR LA DIARREA	\$ GASTO PARA CURAR A UN ENFERMO DE DIARREA	MIEMBROS DE FAMILIA ENFERMOS DE DIARREA EN LOS ÚLTIMOS 2 MESES	AGUA EN FORMA CONTINUA Y SUFICIENTE	CUENTA CON MEDIDOR	CONSUMO DE AGUAS	PAGO POR CONSUMO DE AGUAS	COMPRA AGUA EMBOTELLADA	ACARREO DE AGUA	CON QUE SISTEMA DE DISPOSICIÓN DE EXCRETAS CUENTA.	LA FAMILIA UTILIZA LETRINA	CUENTA CON SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE BASURA, QUE HACE CONELLA	USA QUÍMICOS PARA LOS CULTIVOS	ALMACENA AGUA DENTRO O FUERA DE CASA	MANTIENE TAPADO EL RECIPIENTE CONTENEDOR DE AGUA	HERVE EL AGUA PARA BEBER	UTILIZA ALGÚN MÉTODO PARA DESINFECTAR EL AGUA	SE LAVAN LAS MANOS ANTES DE COMER	LAVA LOS ALIMENTOS ANTES DE COMERLOS	LAVA SUS MANOS DESPUES DE HACER SUS NECESIDADES FISIOLÓGICAS
1	GUAMUNSHI ILLIAMA	JORGE RODRIGO GUAMUNSHI	AGRICULTURA	INDIGENA	3	1	1	1	1	1	1	INFECCIOSAS	SUB-CENTRO	NO	NO	NO	\$ 25.00		SI	SI	8m³	\$ 2.00	SI	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	SI	NINGUNO	SI	SI	NO	SI	SI	SI
2	GUZMAN JAYA	OLGER GERMAN GUZMAN	AGRICULTURA	INDIGENA	3	1	1	0	1	1		INFECCIOSAS	SUB-CENTRO	NO	NO	AGUAS CASERAS	\$ 25.00		SI	SI	8m³	\$ 2.00	SI	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	SI	FUERA	SI	SI	NO	SI	SI	SI
3	QUISPE GUALLO	JOSE QUISPE	AGRICULTURA	INDIGENA	7	2	1	4	2	1		RESPIRATORIAS	SUB-CENTRO	SI	NO	AGUAS CASERAS	\$ 60.00		SI	SI	8m³	\$ 2.00	SI	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	SI	NINGUNO		SI	NO	SI	SI	SI
4	GUALLO PILATAXI	ROSA PILATAXI	AGRICULTURA	INDIGENA	9	4	5					DIARREA	SUB-CENTRO	SI	SI	SUERO CASERO	\$ 35.00		SI	SI	8m³	\$ 2.00	SI	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	SI	FUERA	SI	SI	NO	SI	SI	SI
5	CORO GUALLO	DELFIN CORO	AGRICULTURA	INDIGENA	5	1	1	3				DIARREA	ENTRO DE SALUD	NO	NO	CONSULTA MEDICA	\$ 30.00	1	SI	SI	12m³	\$ 5.00	NO	NO	LETRINA	SI	SI	SI	FUERA	NO	NO	NO	SI	SI	SI
6	SOCOY QUSHPE	LUIS SOCOY	AGRICULTURA	INDIGENA	3	1	1				1	PARASITOSIS	SUB-CENTRO	SI	NO	AGUAS CASERAS	\$ 20.00	2	SI	SI	9m³	\$ 2.00	SI	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	SI	NINGUNO		SI	NO	SI	SI	SI
7	GUALLO POMATOCA	SUSANA POMATOCA	AGRICULTURA	INDIGENA	8	2	2	3	2	2		RESPIRATORIAS	ENTRO DE SALUD	NO	NO	AGUAS CASERAS	\$ 25.00		SI	SI	12m³	\$ 10.00	NO	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	SI	FUERA	NO	NO	NO	SI	SI	NO
8	MINTA GUALLO	PEDRO MINTA	AGRICULTURA	INDIGENA	5	2	3		2	3		DIARREA	SUB-CENTRO	SI	NO	AGUAS CASERAS	\$ 60.00	3	SI	SI	8m³	\$ 2.00	NO	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	SI	FUERA	SI	SI	NO	SI	SI	SI
9	POMATOCA GUASHPA	JOSE TOMATOCA	AGRICULTURA	INDIGENA	2	1	1					RESPIRATORIAS	SUB-CENTRO	NO	NO		\$ 50.00	2	SI	SI	12m³	\$ 4.00	SI	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	SI	NINGUNO		SI	NO	NO	SI	NO
10	CUENCA GUALLO	JOSE CUENCA	AGRICULTURA	INDIGENA	3	1	2					INFECCIOSAS	SUB-CENTRO	NO	SI	RECETA MEDICA	\$ 100.00		SI	SI	10m³	\$ 2.00	SI	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	SI	NINGUNO		SI	NO	SI	SI	SI
11	SOCOY MINTA	ANDRES SOCOY	AGRICULTURA	INDIGENA	6	2	3			1		DIARREA	SUB-CENTRO	NO	NO	AGUAS CASERAS	\$ 30.00	2	SI	SI	8m³	\$ 2.00	NO	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	SI	DENTRO	SI	NO	NO	SI	SI	SI
12	POMATOCA MINTA	MARIA POMATOCA	AGRICULTURA	INDIGENA	2	1					1	DIARREA	SUB-CENTRO	SI	SI	AGUAS CASERAS	\$ 25.00		SI	SI	10m³	\$ 2.00	SI	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	SI	DENTRO	SI	NO	NO	SI	SI	SI
13	GUAMAN POMATOCA	MARIA FRANCISCA	AGRICULTURA	INDIGENA	6	1	5		1	1		PARASITOSIS	ENTRO DE SALUD	SI	NO	AGUAS CASERAS	\$ 20.00		SI	SI	10m³	\$ 2.00	SI	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	SI	FUERA	SI	SI	NO	SI	SI	SI
14	GUALLO GUALLO	FRANCISCO	AGRICULTURA	INDIGENA	2							RESPIRATORIAS	SUB-CENTRO	NO	NO	AGUAS CASERAS			SI	SI	8m³	\$ 1.00	NO	NO	LETRINA	SI	SI	SI	FUERA	SI	SI	NO	SI	SI	SI
15	QUISPE QUISPE	LUZ QUISPE	AGRICULTURA	INDIGENA	3		1				2	RESPIRATORIAS	ENTRO DE SALUD	SI	NO	AGUAS CASERAS			SI	SI	10m³	\$ 2.00	SI	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	SI	DENTRO	SI	SI	NO	SI	SI	SI
16	CUENCA PILATAXI	CARMEN PILATAXI	AGRICULTURA	INDIGENA	2	1	1		1	1		AGRICULTURA	SUB-CENTRO	SI	SI	RECETA MEDICA			SI	SI	10m³	\$ 4.00	SI	NO	LETRINA	SI	SI	SI	FUERA	NO	NO	NO	SI	SI	SI
17	TOMATOCA CHINLLI	JAIME TOMATOCA	AGRICULTURA	INDIGENA	2	1	1					RESPIRATORIAS	SUB-CENTRO	NO	SI	SUERO CASERO			SI	SI	8m³	\$ 2.00	SI	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	NO	FUERA	SI	SI	NO	SI	SI	SI
18	YUPA PILATAXI	MARIA LUANA YUPA PIÑATAXI	AGRICULTURA	INDIGENA	1		1					OTRAS	SUB-CENTRO	NO	NO		\$ 60.00		SI	SI	8m³	\$ 2.00	SI	NO	FOSA SÉPTICA	SI	SI	SI	DENTRO	SI	SI	NO	SI	SI	SI
19	GUALLO YUPA	ROSA ELENA GUALLO YUPA	AGRICULTURA	INDIGENA	2		1	1				DIARREA	SUB-CENTRO	SI	NO		\$ 40.00		SI	NO	8m³	\$ 2.00	SI	SI	FOSA SÉPTICA	SI	SI	SI	DENTRO	SI	SI	NO	SI	SI	SI
20	GUALLO YUPA	MARIA DE JESUS GUALLO YUPA	AGRICULTURA	INDIGENA	4	2	2		1	1		OTRAS	SUB-CENTRO	NO	NO		\$ 20.00		SI	SI	8m³	\$ 2.00	SI	NO	FOSA SÉPTICA	SI	SI	SI	FUERA	NO	SI	NO	SI	SI	SI
21	MORALES BUÑAY	HERIBERTO MORALES GUALLO	AGRICULTURA	INDIGENA	4	2	2		1	1		RESPIRATORIAS	HOSPITAL	NO	NO		\$ 20.00	1	SI	SI	8m³	\$ 2.00	SI	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	SI	DENTRO	SI	SI	SI	SI	SI	SI
22	RIOFRIO GUALLO	ROSA MARIA RIOFRIO GUALLO	AGRICULTURA	INDIGENA	4	2	2		1	2	1	DIARREA	SUB-CENTRO	NO	NO		\$ 30.00		SI	SI	8m³	\$ 2.00	NO	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	SI	FUERA	NO	SI	NO	SI	SI	SI
23	DAQULEMA GUAMAN	JOSE MANUEL DAQULEMA QUSHPE	AGRICULTURA	MESTIZA	4	1	3		1	2	1	RESPIRATORIAS	SUB-CENTRO	NO	NO		\$ 15.00	1	NO	SI	8m³	\$ 2.00	SI	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	SI	NINGUNO		NO	NO	SI	SI	SI
24	POMATOCA PILATAXI	HERIBERTO POMATOCA PILATAXI	AGRICULTURA	MESTIZA	4	3	1		1	1		DIARREA	ENTRO DE SALUD	SI	SI	AGUAS CASERAS			NO	SI	15m³	\$ 12.00	SI	SI	FOSA SÉPTICA	NO	SI	SI	FUERA	NO	SI	NO	SI	NO	SI
25	GUALLO GUALLO	JOSE GABRIEL GUALLO GUALLO	AGRICULTURA	INDIGENA	4	1	1	2	1	1	2	RESPIRATORIAS	ENTRO DE SALUD	NO	SI	SUERO CASERO	\$ 2.00	1	NO	SI	8m³	\$ 2.00	SI	SI	FOSA SÉPTICA	SI	SI	SI	FUERA	SI	NO	NO	SI	SI	SI
26	QUSHPE SIMBAÑA	NICOLAS QUSHPE GUAMAN	AGRICULTURA	INDIGENA	7	1	6		1	1		OTRAS	ENTRO DE SALUD	SI	SI	SUERO CASERO			SI	SI	8m³	\$ 2.00	NO	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	NO	FUERA	SI	SI	SI	SI	SI	SI
27	DAQULEMA GUAMAN	NICOLAS DAQULEMA QUSHPE	AGRICULTURA	INDIGENA	8	6	2		3	1		DIARREA	SUB-CENTRO	NO	NO				NO	SI	8m³	\$ 2.00	NO	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	SI	FUERA	NO	SI	SI	SI	SI	SI
28	GUAMAN GUALLO	MARIA JESUS GUAMAN GUALLO	AGRICULTURA	INDIGENA	3		1	2		1		OTRAS	SUB-CENTRO	SI	NO		\$ 20.00		NO	SI	8m³	\$ 2.00	NO	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	SI	FUERA	NO	SI	NO	SI	SI	SI
29	GUALLO MORALES	MARIA JESUS GUAMAN GUALLO	AGRICULTURA	INDIGENA	1		1					DIARREA	ENTRO DE SALUD	NO	SI	SUERO CASERO	\$ 20.00		NO	SI	8m³	\$ 2.00	NO	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	SI	NINGUNO		SI	NO	SI	SI	SI
30	GOMEZ QUSHPE	MANUEL GOMEZ GUALLO	AGRICULTURA	INDIGENA	6	3	3		1	1		DIARREA	SUB-CENTRO	SI	SI	SUERO CASERO	\$ 30.00		NO	SI	8m³	\$ 2.00	SI	NO	FOSA SÉPTICA	SI	SI	SI	FUERA	NO	NO	SI	SI	SI	SI
31	GUALLO LAMAR	VICTOR GUALLO QUSHPE	AGRICULTURA	INDIGENA	6	3	3		2	2		RESPIRATORIAS	ENTRO DE SALUD	SI	NO		\$ 30.00		NO	SI	10m³	\$ 2.00	SI	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	SI	DENTRO	NO	SI	NO	SI	SI	SI
32	DAQULEMA MOROCHO	ANA MARIA MOROCHO	AGRICULTURA	INDIGENA	5	3	2		1	1		PARASITOSIS	SUB-CENTRO	SI	SI	AGUAS CASERAS	\$ 40.00		NO	SI	10m³	\$ 3.00	SI	NO	FOSA SÉPTICA	NO	SI	SI	DENTRO	SI	NO	NO	SI	SI	SI
33	POMATOCA GUALLO	JOSE MENTA GUAMAN	AGRICULTURA	INDIGENA	6	1	2	2		1		DIARREA	SUB-CENTRO	NO	NO		\$ 5.00		SI	SI	8m³	\$ 2.00	NO	NO	FOSA SÉPTICA	SI	SI	SI	FUERA	NO	SI	SI	SI	SI	SI
34	GUAMAN YUCSAN	JOSE ANTONIO GUAMAN GUALLO	OTROS	MESTIZA	5	2	3		1	2		DIARREA	SUB-CENTRO	NO	NO				NO	SI	8m³	\$ 2.00	SI	NO	FOSA SÉPTICA	SI	SI	SI	NINGUNO		SI	NO	SI	SI	SI

35	GUALLO QUISHPE	SEGUNDO CARLOS GUALLO TOAPANTA	AGRICULTURA	INDIGENA	4	2	2		1	1		RESPIRATORIAS	CENTRO DE SALUD	SI	NO		\$ 20.00		NO	SI	8mB	\$ 2.00	SI
36	CHINLLI QUISHPI	LUIS FABIAN CHINLLI GUAMAN	AGRICULTURA	INDIGENA	4	1	3		1	1		RESPIRATORIAS	CENTRO DE SALUD	NO	NO		\$ 20.00		NO	SI	8mB	\$ 2.00	SI
37	RIOFRIO YUPA	FRANCISCO RIOFRIO GUAMAN	AGRICULTURA	INDIGENA	5	4	1		1	1		DIARREA	SUB-CENTRO	SI	SI	SUERO CASERO	\$ 20.00		SI	SI	8mB	\$ 2.00	NO
38	GUAMAN GUAMAN	MARIA JUANA GUAMAN GUAMAN	AGRICULTURA	INDIGENA	1		1					DIARREA	SUB-CENTRO	NO	NO		\$ 10.00		SI	SI	8mB	\$ 2.00	NO
39	GUAMAN TIQUINGA	JOSE MARIA GUAMAN SIMBAÑA	AGRICULTURA	INDIGENA	7	1	3	3	1	1		DIARREA	CENTRO DE SALUD	SI	SI	RECETA MEDICA	\$ 30.00	1	SI	SI	12mB	\$ 5.00	SI
40	YUGSAN GUAMAN	JOSE HUMBERTO YUGSAN GUAMAN	AGRICULTURA	INDIGENA	4	2	1	1	1	1		INFECCIOSAS	OTRO	SI	SI	AGUAS CASERAS	\$ 20.00		NO	SI	8mB	\$ 2.00	SI
41	QUISHPE MINTA	QUISHPE PILATAXI RAFAEL	AGRICULTURA	INDIGENA	2	1	1		1	1		DIARREA	HOSPITAL	NO	NO		\$ 20.00		NO	NO	8mB	\$ 2.00	NO
42	POMATOCA MINABANDA	DIEGO POMATOCA	AGRICULTURA	INDIGENA	4	2	1	1	1	1	1	OTRAS	SUB-CENTRO	SI	NO	SUERO CASERO	\$ 15.00		NO	SI	8mB	\$ 2.00	NO
43	POMATOCA CHIMBORAZO	GEOVANNY POMATOCA	AGRICULTURA	INDIGENA	15	7	8	4	4	5	4	RESPIRATORIAS	SUB-CENTRO	SI	NO	NO	\$ 25.00	1	NO	SI	8mB	\$ 2.00	SI
44	PILATAXI GUAMAN	LUZ MARIA PILATAXI GUAMAN	AGRICULTURA	INDIGENA	5	1	4	1	1	2	1	RESPIRATORIAS	SUB-CENTRO	SI	SI	SUERO CASERO			NO	SI	8mB	\$ 2.00	NO
45	POMATOCA PILATAXI	MARIA POMATOCA PILATAXI	AGRICULTURA	INDIGENA	9	4	5	2	2	3	2	DIARREA	SUB-CENTRO	SI	SI	SUERO CASERO	\$ 20.00	8	SI	SI	15mB	\$ 10.00	SI
46	POMATOCA QUISHPE	JULIO POMATOCA RIOFRIO	AGRICULTURA	INDIGENA	5	1	1	3	1	1	3	RESPIRATORIAS	SUB-CENTRO	SI	SI	SUERO CASERO	\$ 20.00	1	NO	SI	8mB	\$ 2.00	NO
47	CUENCA YUGSAN	JOSE MANUEL CUENCA GUAMAN	AGRICULTURA	INDIGENA	8	1	1	6	1	1		OTRAS	CENTRO DE SALUD	NO	SI	NO	\$ 40.00		NO	SI	11mB	\$ 3.00	NO
48	QUISHPE POMATOCA	MARIA MAGDALENA TOMATOCA YUPA	AGRICULTURA	INDIGENA	2	1	1		1	1		OTRAS	SUB-CENTRO	NO	NO	NO	\$ 5.00		NO	SI	8mB	\$ 2.00	NO
49	QUISHPE POMA	LUIS QUISHPE GUAPI	AGRICULTURA	INDIGENA	6	3	3		3	3		OTRAS	SUB-CENTRO	NO	NO	NO	\$ 10.00		NO	SI	10mB	\$ 2.00	SI
50	YUGSAN POMATOCA	LUIS YUGSAN GUAMAN	AGRICULTURA	INDIGENA	4	2	1	1	2	1	1	OTRAS	CENTRO DE SALUD	SI	SI	NO	\$ 10.00		SI	SI	8mB	\$ 2.00	NO
51	QUISHPE GUALLO	VICTOR MANUEL QUISHPE MINTA	AGRICULTURA	INDIGENA	8	1	3	4	1	3	4	DIARREA	SUB-CENTRO	SI	NO	SUERO CASERO	\$ 10.00	1	SI	SI	9mB	\$ 2.00	SI
52	PINTA POMATOCA	LUIS ROMARIO PINTA PILCO	AGRICULTURA	INDIGENA	3	1	1	1	1	1	1	OTRAS	CENTRO DE SALUD	SI	SI	NO	\$ 35.00		NO	SI	16mB	\$ 8.00	SI
53	QUISHPE BUÑAY	RAFAEL QUISHPE	AGRICULTURA	INDIGENA	4	1	1	2	1	1	2	RESPIRATORIAS	HOSPITAL	SI	SI	SUERO CASERO	\$ 10.00	1	NO	NO	8mB	\$ 2.00	NO
54	DAQULEMA GUAMAN	JORGE LUIS DAQULEMA GUAMAN	AGRICULTURA	INDIGENA	4	1	1	2	1	1	1	RESPIRATORIAS	SUB-CENTRO	NO	NO	NO	\$ 10.00		NO	NO	8mB	\$ 2.00	NO
55	POMATOCA MINDA	NICOLAS POMATOCA SIMBAÑA	AGRICULTURA	INDIGENA	6	1	1	4	1	1		OTRAS	SUB-CENTRO	SI	SI	SUERO CASERO	\$ 10.00		NO	SI	8mB	\$ 2.00	NO
56	QUISHPE GUALLO	JOSE NICOLAS QUISHPE GUALLO	AGRICULTURA	INDIGENA	2	1	1		1	1		OTRAS	SUB-CENTRO	NO	NO	NO	\$ 10.00		NO	SI	10mB	\$ 2.00	NO
57	CHOLOQUINGA	MARIA PETRONA CHOLOQUINGA	AGRICULTURA	INDIGENA	4	1	1	2	1	1		DIARREA	SUB-CENTRO	SI	SI	SUERO CASERO	\$ 7.00		SI	SI	8mB	\$ 2.00	NO
58	QUISHPE TENELEMA	RAFAEL QUISHPE TENELEMA	AGRICULTURA	INDIGENA	4	1	1	2	1	1		PARASITOSIS	SUB-CENTRO	SI	NO	SUERO CASERO	\$ 40.00		NO	SI	8mB	\$ 2.00	SI
59	GUALLO QUISHPE	JOSE GUALLO GUAMAN	AGRICULTURA	INDIGENA	3	1	1	1				OTRAS	HOSPITAL	SI	SI	SUERO CASERO	\$ 50.00		NO	SI	10mB	\$ 2.00	SI
60	GUALLO GUAMAN	JUAN GUALLO MORALES	AGRICULTURA	INDIGENA	2	1	1		1	1		DIARREA	SUB-CENTRO	SI	SI	SUERO CASERO	\$ 10.00	1	NO	NO	8mB	\$ 2.00	NO
61	QUISHPE GUAMAN	LUIS HUMBERTO QUISHPE MINTA	AGRICULTURA	INDIGENA	9	2	6	1	2	6	1	DIARREA	CENTRO DE SALUD	NO	SI	NO	\$ 5.00	1	NO	SI	10mB	\$ 2.00	NO
62	BAYAS GUAMAN	JAIME WILFRIDO BAYAS PASTO	AGRICULTURA	INDIGENA	6	2	1	3	2	1		PARASITOSIS	SUB-CENTRO	NO	NO	NO	\$ 10.00		NO	SI	8mB	\$ 2.00	SI
63	GUAMAN POMATOCA	JOSE GUAMAN POMATOCA	AGRICULTURA	INDIGENA	6	3	1	2	3	1		PARASITOSIS	CENTRO DE SALUD	SI	SI	SUERO CASERO	\$ 20.00		NO	SI	5mB	\$ 2.00	SI
64	QUISHPI DAQULEMA	JUAN CARLOS QUISHPI RIOFRIO	AGRICULTURA	INDIGENA	5	3	1	1	1	1	1	RESPIRATORIAS	SUB-CENTRO	NO	NO	NO	\$ 10.00		NO	SI	8mB	\$ 2.00	NO
65	RIOFRIO QUISHPE	JULIAN RIOFRIO GUALLO	AGRICULTURA	INDIGENA	10	2	1	7	2	1		OTRAS	SUB-CENTRO	NO	NO	NO	\$ 5.00		NO	SI	10mB	\$ 2.00	NO
66	SIMBAÑA DAQULEMA	LUIS HUMBERTO SIMBAÑA DAQULEMA	AGRICULTURA	INDIGENA	1	1			1			OTRAS	SUB-CENTRO	SI	SI	NO	\$ 5.00		SI	SI	4mB	\$ 2.00	SI
67	YUPA PILTAXI	MARIA PILATAXI	AGRICULTURA	INDIGENA	1		1		1			DIARREA	SUB-CENTRO	NO	NO	SUERO CASERO	\$ 7.00		SI	SI	6mB	\$ 2.00	SI
68	GUAMAN SIMBAÑA	MANUEL GUAMAN SIMBAÑA	AGRICULTURA	INDIGENA	7	5	2		1	1		OTRAS	SUB-CENTRO	SI	NO	NO	\$ 5.00		SI	SI	3mB	\$ 2.00	NO
69	GOMEZ POMATOCA	LUIS EDGAR GOMEZ MORALES	AGRICULTURA	INDIGENA	3	1	1	1	1	1		OTRAS	SUB-CENTRO	SI	SI	SUERO CASERO	\$ 10.00		NO	SI	5mB	\$ 2.00	SI
70	QUISHPE GUASHO	ANUEL RESURECCION QUISHPE GUAMA	AGRICULTURA	INDIGENA	7	4	3		4			OTRAS	SUB-CENTRO	SI	NO	NO	\$ 15.00		NO	SI	8mB	\$ 2.00	NO
71	QUISHPE GUAMAN	QUISHPE MINTA JOSE SEGUNDO	AGRICULTURA	INDIGENA	10	2	4	4	2	1	3	RESPIRATORIAS	HOSPITAL	SI	SI	SUERO CASERO	\$ 5.00		NO	SI	11mB	\$ 4.00	NO
72	CHINLLE QUISHPE	MARIA JESUS CHINLLE QUISHPE	AGRICULTURA	INDIGENA	1		1		1			OTRAS	OTRO	SI	SI	SUERO CASERO	\$ 50.00	1	SI	SI	8mB	\$ 2.00	SI
73	CHINLLE QUISHPE	ANA MARIA CHINLLE QUISHPE	AGRICULTURA	INDIGENA	1		1		1			OTRAS	CENTRO DE SALUD	NO	NO	SUERO CASERO	\$ 5.00	1	NO	SI	8mB	\$ 2.00	NO
74	GUAMAN QUISHPE	JOSE PEDRO GUAMAN DAQULEMA	AGRICULTURA	INDIGENA	8	3	3	2	1	1	4	OTRAS	CENTRO DE SALUD	SI	SI	SUERO CASERO	\$ 10.00		NO	SI	10mB	\$ 2.00	NO
75	QUISHPE CHINLLI	SEGUNDO QUISHPU	AGRICULTURA	INDIGENA	2	1	1		1	1		OTRAS	SUB-CENTRO	SI	SI	SUERO CASERO	\$ 5.00		NO	SI	10mB	\$ 2.00	NO
76	CAGUANA GUAMAN	JOSE ANGEL CAGUANA BANDA	AGRICULTURA	INDIGENA	5	1	2	2	1	1	2	INFECCIOSAS	SUB-CENTRO	SI	SI	SUERO CASERO	\$ 25.00		NO	SI	4mB	\$ 2.00	NO
77	SIMBAÑA QUISHPE	MARIA MERCEDES SIMBAÑA QUISHPE	AGRICULTURA	INDIGENA	1		1		1			OTRAS	SUB-CENTRO	SI	SI	MEDICAMENTOS	\$ 10.00		NO	SI	8mB	\$ 2.00	NO
78	GASPAR GUALLO	GASPAR GUALLO	AGRICULTURA	INDIGENA	3	1	2		1			PARASITOSIS	SUB-CENTRO	NO	NO	NO	\$ 0.00		SI	SI	8mB	\$ 1.00	NO
79	QUISHPE YUPA	MARIA PETRONA QUISHPE YUPA	AGRICULTURA	INDIGENA	2		1		1	1		OTRAS	SUB-CENTRO	NO	NO	NO	\$ 0.00		SI	SI	7mB	\$ 2.00	SI
80	SIMBAÑA	FRANCISCO POMATOCA SIMBAÑA	AGRICULTURA	INDIGENA	3	1	1	1	1		1	OTRAS	NINGUNO	SI	NO	MEDICAMENTOS	\$ 0.00		SI	SI	8mB	\$ 2.00	SI
81	GUAMAN POMATOCA	JOSE MANUEL GUAMAN SIMBAÑA	AGRICULTURA	INDIGENA	6		2	4			4	DIARREA	SUB-CENTRO	SI	SI	SUERO CASERO	\$ 10.00		NO	SI	8mB	\$ 2.00	SI
82	PILATAXI QUISHPI	MARIA CATALINA QUISHPI CHINLLI	AGRICULTURA	INDIGENA	3	2	1		2	1		DIARREA	HOSPITAL	SI	SI	SUERO CASERO	\$ 5.00		NO	SI	7mB	\$ 2.00	SI

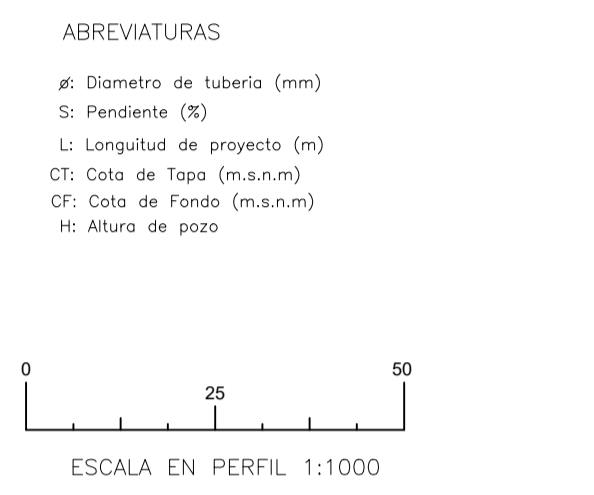
# CALCULOS HIDRÁULICOS

## SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO SANTA FE, COMUNIDAD PULINGUI, CANTON GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

Datos del Sistema Sanitario			
#Conexiones:	120	Población Futura:	844 hab
#Hab/Conex:	4	Area total:	10.026 ha
Poblacion actual:	480 hab	Densidad poblacional:	47.88 hab/ha
Indice crecimiento p:	2.28%	Dotación Ap:	75 L/hab/dia
Años de servicio:	25	Cr:	0.7
Valor de Infiltración:	0.00011 L/(s*m)	Factor Mayoración:	4.00

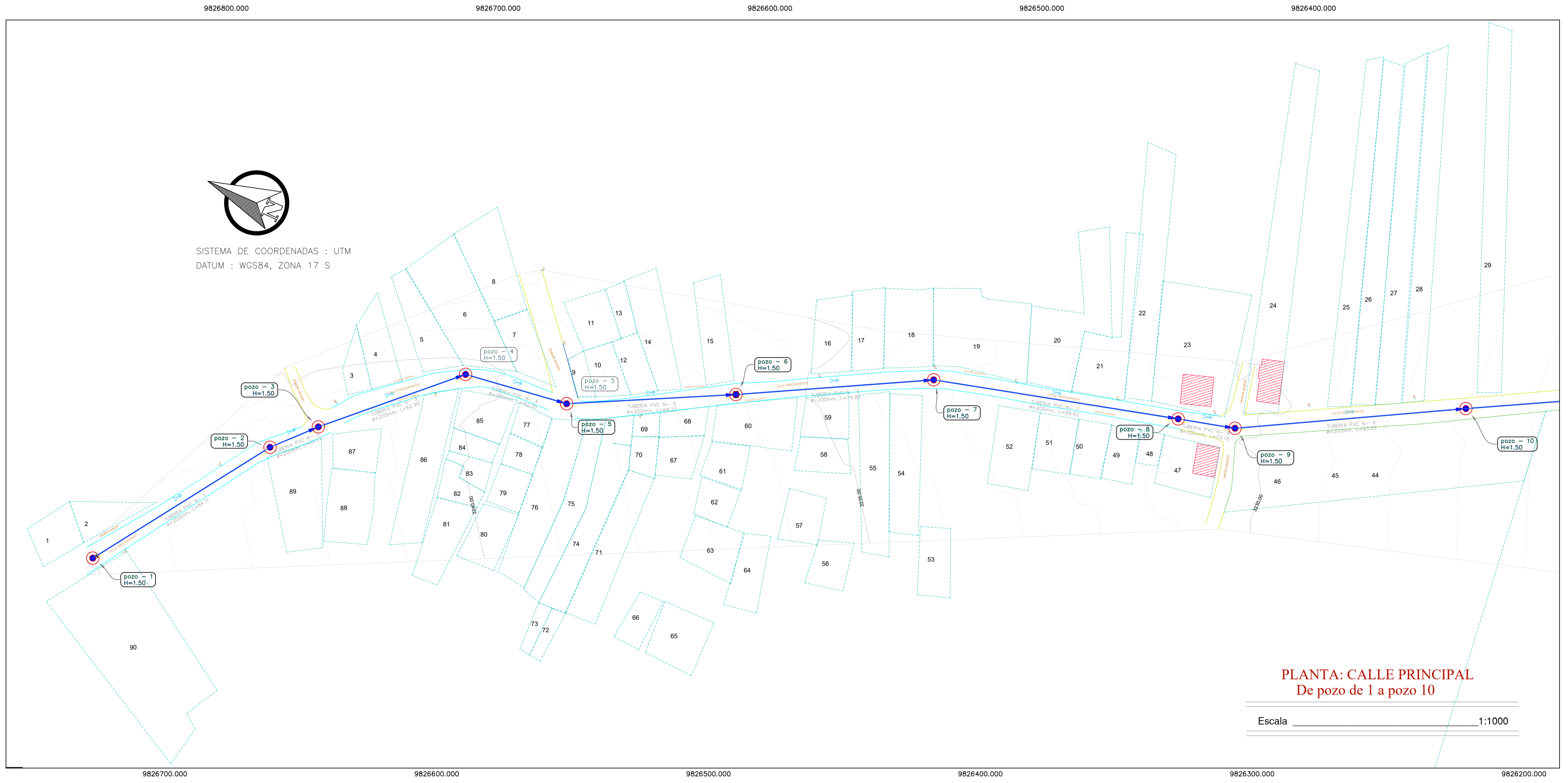
Rugosidad de la tubería 0.011

Descripción	Tramo- Calle	Long (m)	D (m)	Área del tramo (ha)	Población		Caudal sistema sanitario					Caudal de diseño (L/s)	Caudal de diseño acumulado (L/s)	Cotas				Salto (m)	Pendiente del tramo (%)	Pendiente del tramo (%)	Resultados cálculos de Colectores										
					Actual acumulada (hab)	Futura por hectareas (hab)	Medio diario (L/s)	Máximo sanitario (L/s)	Máximo Instantáneo (L/s)	Aguas de Infiltración (L/s)	Aguas erradas (L/s)			Caudal de diseño (L/s)	Terreno (m)	Proyecto					Tirante	Ángulo del área rad	Área mojada (m <sup>2</sup> )	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico (m)	Velocidad de diseño (m/s)	Tensión tractiva k=0.15kg/m <sup>2</sup>	Relación Qd/Qo ≤0.8			
					Entrada (m)	Salida (m)	Entrada (m)	Salida (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Velocidad (m/s)																					
Via principal	PZ01	84.1	0.2	0.43	21	36	0.031	0.022	0.088	0.009	0.021	0.118	0.118	0.118	3244.908	1.5	3243.225	3243.225	0	0.024	2.388	0.060	1.907	0.006	0.696	0.000	0.070	0.004	0.430	0.094	0.002
	PZ02													3242.9	1.5	3241.217	3241.187	0.03													
Via principal	PZ02	21.1	0.2	0.086	4	7	0.006	0.004	0.018	0.002	0.004	0.024	0.024	3242.9	1.5	3241.217	3241.187	0.03	0.049	4.929	0.086	2.740	0.005	0.635	0.000	0.064	0.003	0.680	0.162	0.002	
	PZ03													3241.83	1.5	3240.147	3240.117	0.03													
Via principal	PZ03	62.9	0.2	0.56	27	47	0.041	0.029	0.114	0.007	0.027	0.149	0.149	3241.83	1.5	3240.147	3240.117	0.03	0.025	2.496	0.061	1.950	0.009	0.855	0.001	0.086	0.006	0.579	0.147	0.005	
	PZ04													3240.23	1.5	3238.547	3238.517	0.03													
Via principal	PZ04	42.35	0.2	0.35	17	29	0.026	0.018	0.072	0.005	0.017	0.093	0.093	3240.23	1.5	3238.547	3238.517	0.03	0.041	4.130	0.079	2.508	0.009	0.855	0.001	0.086	0.006	0.765	0.243	0.005	
	PZ05													3238.451	1.5	3236.768	3236.738	0.03													
Via principal	PZ05	68.22	0.2	0.83	40	70	0.061	0.042	0.170	0.008	0.040	0.218	0.218	3238.451	1.5	3236.768	3236.738	0.03	0.035	3.484	0.072	2.304	0.012	0.990	0.001	0.099	0.008	0.782	0.271	0.008	
	PZ06													3236.044	1.5	3234.361	3234.331	0.03													
Via principal	PZ06	79.82	0.2	1.01	48	85	0.074	0.052	0.206	0.009	0.049	0.264	0.264	3236.044	1.5	3234.361	3234.331	0.03	0.035	3.520	0.073	2.316	0.014	1.071	0.001	0.107	0.009	0.896	0.318	0.012	
	PZ07													3233.204	1.5	3231.521	3231.491	0.03													
Via principal	PZ07	99.57	0.2	1.16	56	98	0.085	0.059	0.237	0.011	0.056	0.305	0.305	3233.204	1.5	3231.521	3231.491	0.03	0.026	2.562	0.062	1.976	0.018	1.219	0.001	0.122	0.011	0.836	0.294	0.019	
	PZ08													3230.623	1.5	3228.94	3228.91	0.03													
Via principal	PZ08	23.19	0.2	0.18	9	15	0.013	0.009	0.037	0.003	0.009	0.048	0.048	3230.623	1.5	3228.94	3228.91	0.03	0.021	2.109	0.056	1.792	0.019	1.253	0.002	0.125	0.012	0.804	0.255	0.022	
	PZ09													3230.104	1.5	3228.421	3228.391	0.03													
Via principal	PZ09	93.26	0.2	1.04	50	87	0.076	0.053	0.213	0.010	0.051	0.274	0.274	3230.104	1.5	3228.421	3228.391	0.03	0.034	3.423	0.072	2.284	0.018	1.219	0.001	0.122	0.011	1.066	0.393	0.021	
	PZ10													3226.882	1.5	3225.199	3225.169	0.03													
Via principal	PZ10	99.97	0.2	0.69	33	58	0.050	0.035	0.141	0.011	0.034	0.186	0.186	3226.882	1.5	3225.199	3225.169	0.03	0.039	3.940	0.077	2.450	0.019	1.253	0.002	0.125	0.012	1.107	0.477	0.022	
	PZ11													3222.913	1.5	3221.23	3221.2	0.03													
Via principal	PZ11	35.19	0.2	2.11	101	177	0.154	0.108	0.431	0.004	0.103	0.538	0.538	3222.913	1.5	3221.23	3221.2	0.03	0.016	1.560	0.048	1.542	0.027	1.505	0.003	0.150	0.017	0.874	0.263	0.046	
	PZ12													3222.334	1.5	3220.651	3220.621	0.03													
Via principal	PZ12	42.08	0.2	0.75	36	63	0.055	0.038	0.153	0.005	0.037	0.194	0.194	3222.334	1.5	3220.651	3220.621	0.03	0.052	5.173	0.088	2.807	0.021	1.320	0.002	0.132	0.013	1.372	0.688	0.027	
	PZ13													3220.127	1.5	3218.444	3218.414	0.03													
Via principal	PZ13	71.99	0.2	0.61	29	51	0.045	0.031	0.125	0.008	0.030	0.162	0.162	3220.127	1.5	3218.444	3218.414	0.03	0.024	2.438	0.061	1.927	0.026	1.475	0.002	0.148	0.016	1.072	0.397	0.042	
	PZ14													3218.342	1.5	3216.659	3216.629	0.03													
Via principal	PZ14	73.12	0.2	0.22	11	19	0.016	0.011	0.045	0.008	0.011	0.064	0.064	3218.342	1.5	3216.659	3216.629	0.03	0.028	2.821	0.065	2.073	0.026	1.475	0.002	0.148	0.016	1.099	0.459	0.040	
	PZ15													3216.249	1.5	3214.566	3214.536	0.03													
Via principal	PZ15	95.71	0.2	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.011	0.011	3216.249	1.5	3214.566	3214.536	0.03	0.033	3.335	0.071	2.254	0.025	1.445	0.002	0.145	0.016	1.168	0.523	0.037	
	PZ16													3213.027	1.5	3211.344	3211.314	0.03													
Via principal	PZ16	81.69	0.2	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.009	0.009	3213.027	1.5	3211.344	3211.314	0.03	0.020	1.986	0.055	1.739	0.028	1.534	0.003	0.153	0.017	0.994	0.346	0.049	
	PZ17													3211.375	1.5	3209.692	3209.662	0.03													
SUMATORIAS				10.026	480	843		0.512		0.118	0.488	2.656	2.656																		



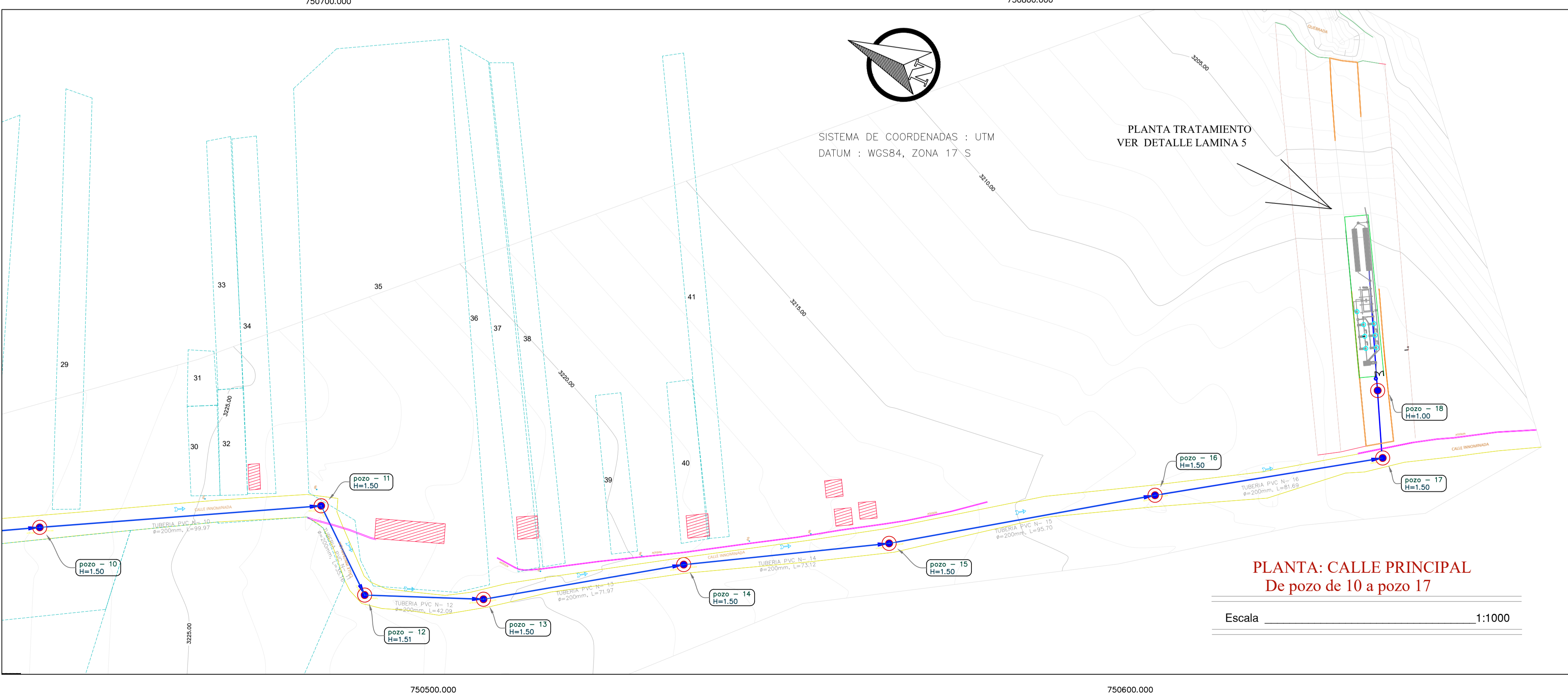
**LISTA DE USUARIOS ALCANTARILLADO SANTA FE 'PULINGUI'**

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1	ACAN LEMA SEGUNDO GILBERTO
2	ATUPAÑA MIGUEL
3	BURAY ANTONIO
4	BURAY CARMEN
5	CAIZA CONGACHA MARIA CARMELA
6	CAYAMBE CAYAMBE JOSE MARIANO
7	CAYAMBE CAYAMBE JUAN
8	CAYAMBE CAYAMBE JUAN
9	CAYAMBE GUAMUNSHI JOSE MARIA
10	CAYAMBE GUAMUNSHI JOSE MARIA
11	CAYAMBE LEMA MARTHA LUCRECIA
12	CAYAMBE LEMA SEGUNDO OLMEDO
13	CAYAMBE LEMA SILVIA INES
14	CAYAMBE QUINZO MARIA MANUELA
15	CAYAMBE QUINZO MARIA MANUELA
16	CHIMBO TOAZA SEGUNDO GREGORIO
17	CHIMBO TOAZA SEGUNDO HERIBERTO
18	CHIMBO TOAZA SEGUNDO OLMEDO
19	FLORES RAFAEL
20	FLORES SEGUNDO
21	FLORES SEGUNDO
22	GAVIN MIÑARCAJA MANUEL MESIAS
23	GUACHILEMA PATAJALO JOSE
24	GUACHILEMA PATAJALO VICENE MODESTO
25	GUACHILEMA PATAJALO VICENE MODESTO
26	GUAMAN GUZMAN MANUEL
27	GUAMAN PACHECO SAMUEL OLMEDO
28	GUAMANSHI CAYAMBE EUGENIO
29	GUAMANSHI CONGACHA LUIS
30	GUAMANSHI LEMA ANGEL OLMEDO
31	GUAMANSHI LEMA JORGE RAMIRO
32	GUAMANSHI LEMA ROSA ELENA
33	GUAMANSHI PASCUAJ
34	GUAMUNSHI HILUAMA JORGE RODRIGO
35	GUAMUNSHI PIÑA SEGUNDO ALBERTO
36	GUZMAN GUAMAN LUIS
37	GUZMAN JAYA CARLOS RODRIGO
38	GUZMAN JAYA OLGER GERMAN
39	GUZMAN LEMA ANGEL
40	GUZMAN LEMA ANGEL
41	GUZMAN LEMA ECOLASTICA
42	GUZMAN LEMA PEDRO
43	GUZMAN RUMANCELA RAUL
44	LEMA PACHECO LUIS GONZALO
45	LEMA PACHECO MARIA PAULA
46	LEMA PACHECO MARIA PAULA
47	LEMA PACHECO SANTIAGO
48	LEMA PACHECO SEGUNDO BERNARDO
49	LEMA PACHECO SEGUNDO BERNARDO
50	LEMA USHICA LUIS GUSTAVO
51	MIÑARCAJA GUZMAN DOROTEO
52	MIÑARCAJA GUZMAN LUIS MIGUEL
53	MIÑARCAJA TOAZA MARIA AMPARITO
54	MIÑARCAJA TOAZA MARIA FABIOIA
55	NAULA BANSHUY RIGOBERTO
56	PACA CHARCO JUAN MANUEL
57	PACA JAYA JORGE RAUL
58	PACA JULIO
59	PACHECO CALVOPINA MARCO ANTONIO
60	PACHECO GUAMAN PASCUAJ (HACIENDA SANTA ANITA)
61	PACHECO GUAMAN SEGUNDO VICENTE
62	PACHECO GUAMAN SEGUNDO VICENTE
63	PACHECO GUAMUNSHI SEGUNDO GABRIEL
64	PACHECO HECTOR
65	PACHECO JAYA MAYRA ALEXANDRA
66	PACHECO LEMA MANUEL
67	PACHECO PACHECO MARIA CELESTINA
68	PACHECO TOAZA SEGUNDO JUAN
69	PACHECO TOAZA SEGUNDO MANUEL
70	PACHECO TOAZA SEGUNDO MARIANO
71	PACHECO TOAZA SEGUNDO MARIANO
72	PUMA NUBE CRISTINA
73	RUMANCELA ALFREDO
74	RUMANCELA CAYAMBE JUAN GILBERTO
75	RUMANCELA GUAMUNSHI JENNY ROCIO
76	RUMANCELA GUAMUNSHI LUIS ALBERTO
77	RUMANCELA MIÑARCAJA MANUEL
78	RUMANCELA MIÑARCAJA JORGE
79	TACURI GUZMAN SEGUNDO JULIAN
80	TACURI MIÑARCAJA PASCUAJ
81	TACURI TACURI JORGE FERNANDO
82	TOAZA CHIMBO SEGUNDO JOSE
83	TOAZA GUZMAN SEGUNDO PABLO
84	TOAZA TOAZA MARIANO
85	TOAZA TOAZA VICENTE
86	USHICA PACHECO NELSON PAUL
87	USHICA GUALANCAÑAY JORGE RAMIRO
88	USHICA GUZMAN CARLOS ARMANDO
89	USHICA GUZMAN MARIO
90	USHICA MARIA HILARIA



**PLANTA: CALLE PRINCIPAL**  
De pozo de 1 a pozo 10

ESCALA 1:1000



**PLANTA: CALLE PRINCIPAL**  
De pozo de 10 a pozo 17

ESCALA 1:1000

ESCALA: 1:1000

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
SANITARIO PARA EL BARRIO  
'SANTA FE-PARROQUIA PULINGUI'  
CANTÓN GUANO  
PROVINCIA DE CHIMBORAZO

NOMBRE:  
**MARIA FERNANDA GUACHAMIN AMBÍ**

TUTOR:  
ING. Verónica Yáñez

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

CONTIENE:  
Plano general, catastro de usuarios

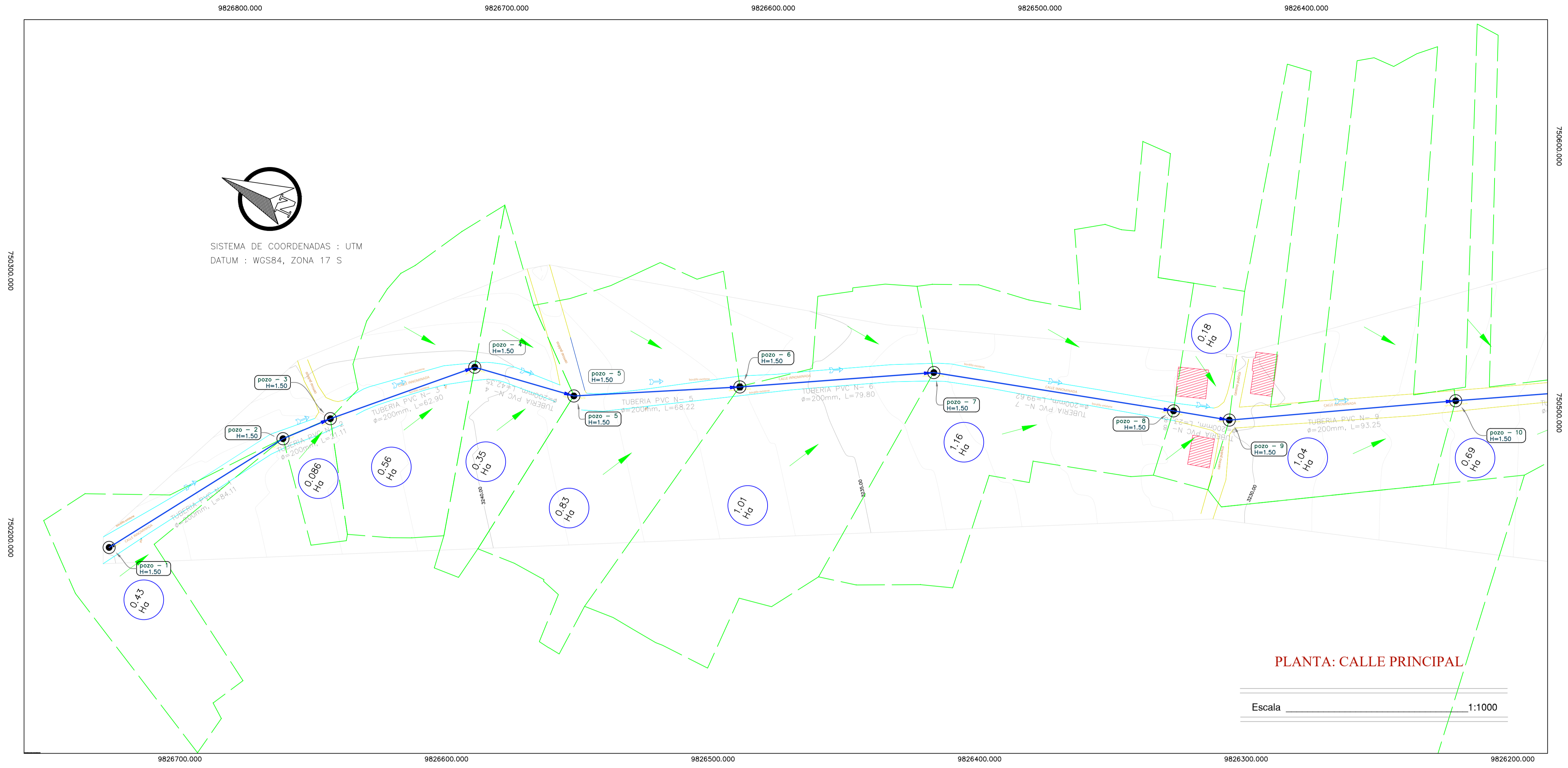
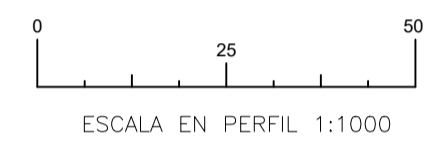
Enero 2023  
Lamina A 02

**SIMBOLOGÍA EN PLANTA**

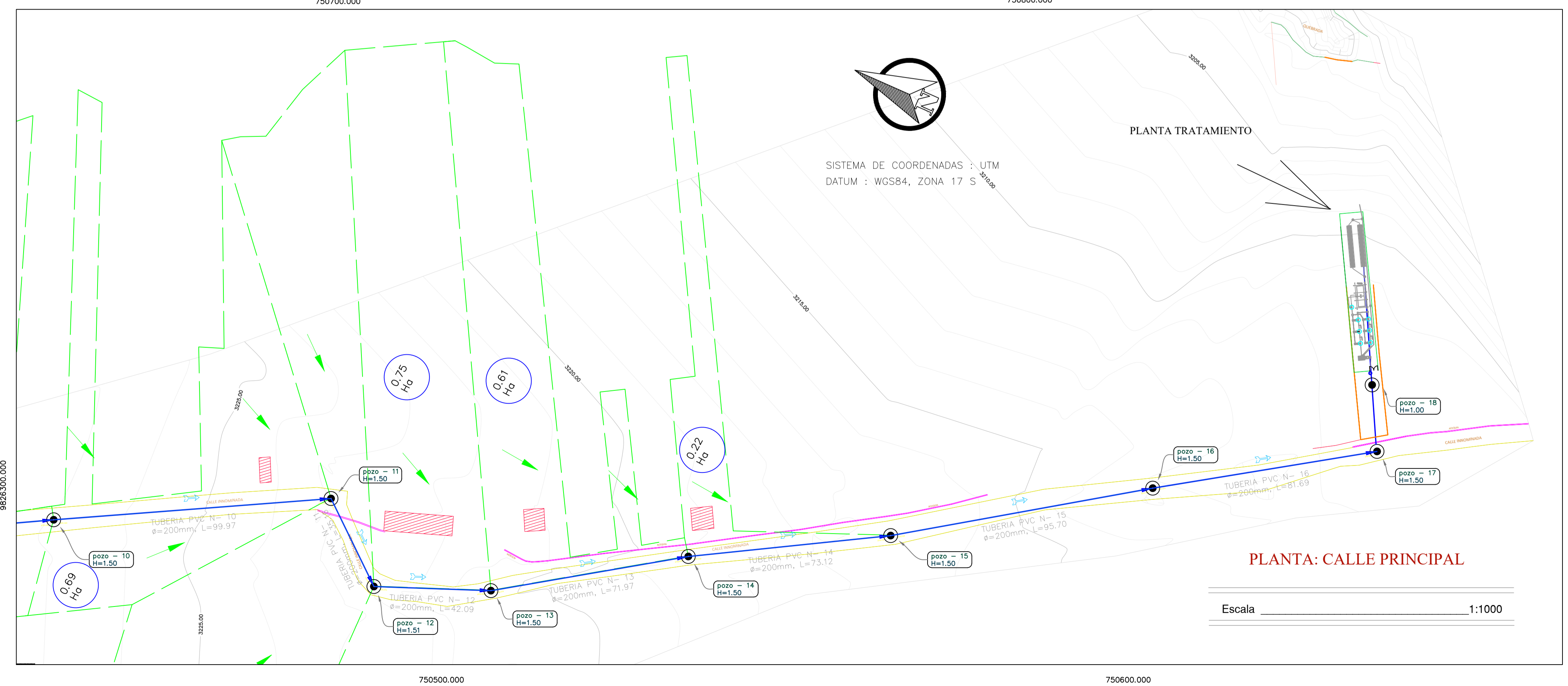
	POZO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
	TUBERÍA 200mm PVC
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	CALLE PÚBLICA CON BORDILLO
	CALLE PÚBLICA SIN BORDILLO
	CASA
	ASEQUIA

**ABREVIATURAS**

Ø: Diámetro de tubería (mm)  
 S: Pendiente (%)  
 L: Longitud de proyecto (m)  
 CT: Cota de Tapa (m.s.n.m)  
 CF: Cota de Fondo (m.s.n.m)  
 H: Altura de pozo



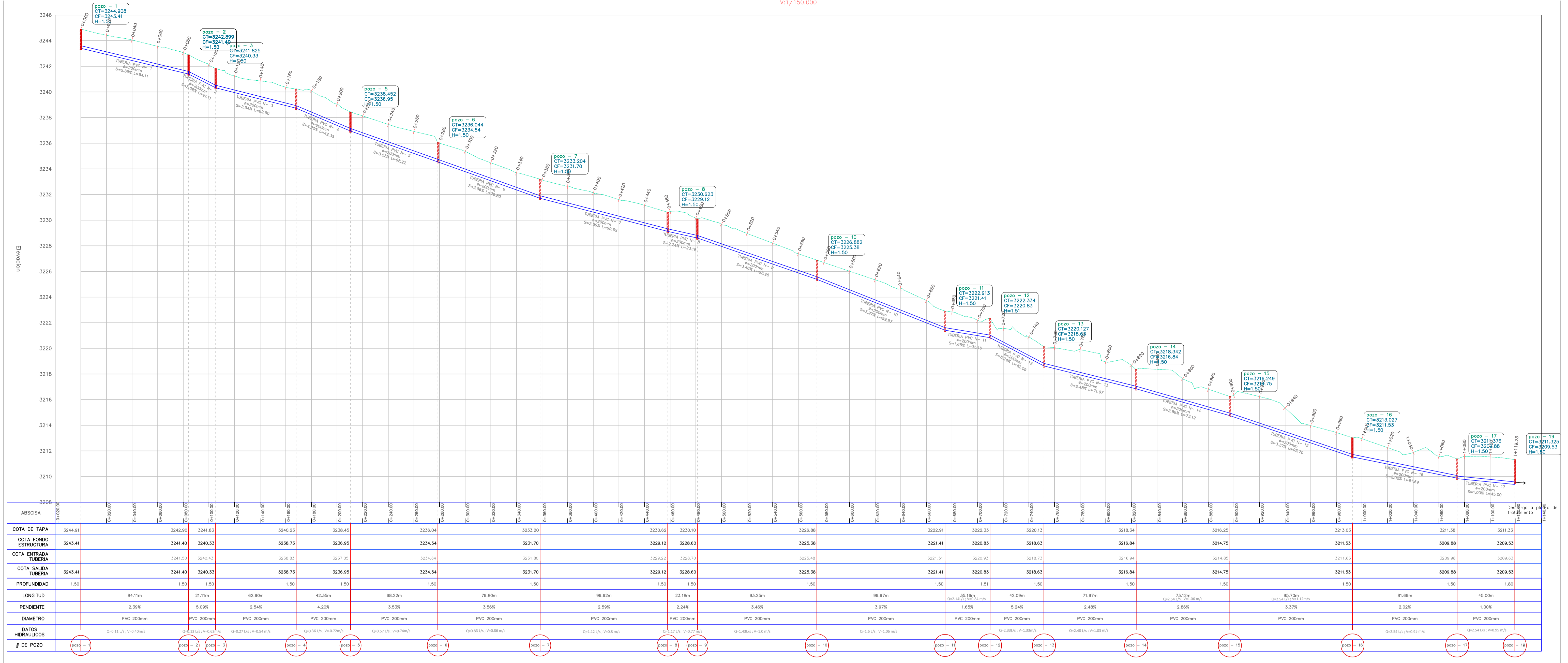
**PLANTA: CALLE PRINCIPAL**  
 Escala 1:1000



**PLANTA: CALLE PRINCIPAL**  
 Escala 1:1000

ESCALA: 1:1000		
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO 'SANTA FE-PARROQUIA PULINGUI' CANTÓN GUANO PROVINCIA DE CHIMBORAZO	NOMBRE: <b>MARÍA FERNANDA GUACHAMI AMBI</b>	
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	TUTOR: ING. VERÓNICA YÉPEZ	
CONTIENE: - AREAS APORTANTES	Enero 2023	
A 01		

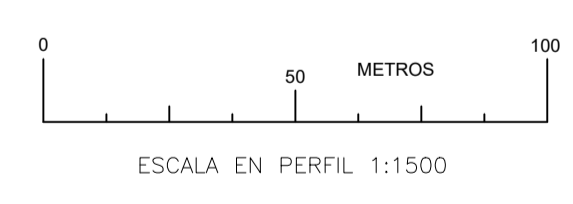




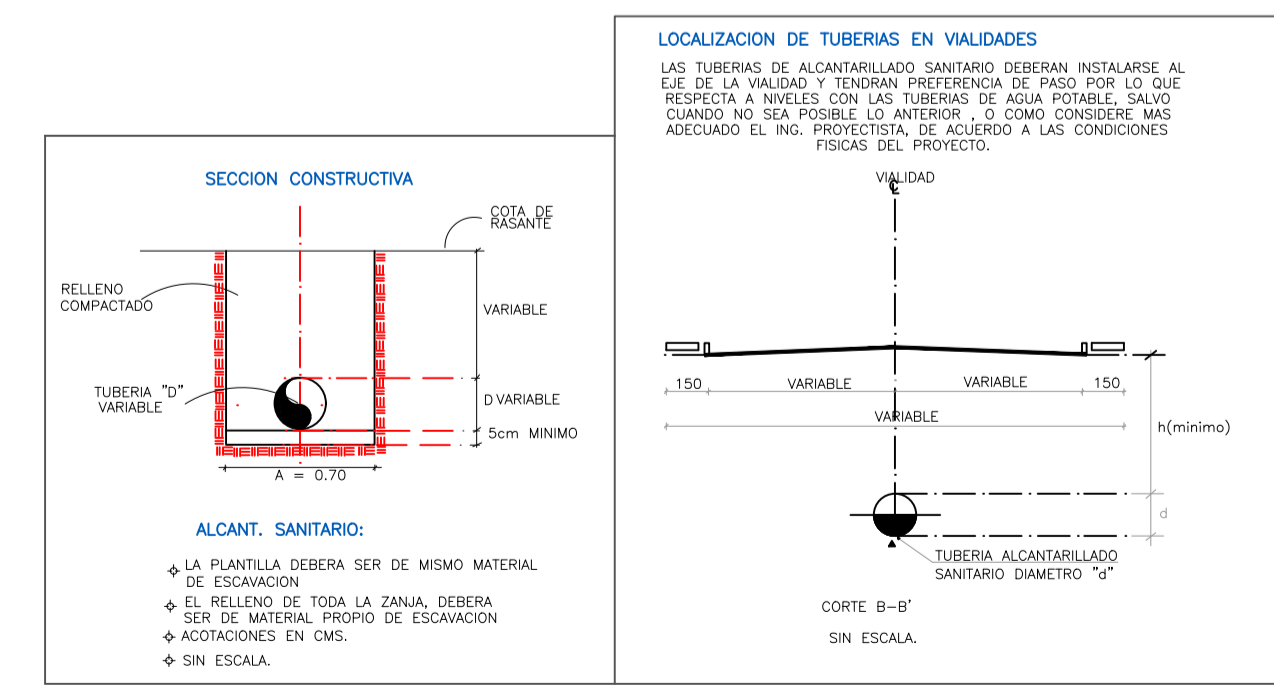
ABSCISA	1+000.00	1+040.00	1+080.00	1+120.00	1+160.00	1+200.00	1+240.00	1+280.00	1+320.00	1+360.00	1+400.00	1+440.00	1+480.00	1+520.00	1+560.00	1+600.00	1+640.00	1+680.00	1+720.00	1+760.00	1+800.00	1+840.00	1+880.00	1+920.00	1+960.00	1+1000.00	1+1040.00	1+1080.00	1+1120.00	1+1140.00		
COTA DE TAPA	3244.91	3242.90	3241.83	3240.23	3238.45	3236.04	3233.20	3230.62	3228.10	3225.38	3222.88	3220.15	3218.34	3216.25	3213.03	3211.38	3209.88	3209.53														
COTA FONDO ESTRUCTURA	3243.41	3241.40	3240.33	3238.73	3236.95	3234.54	3231.70	3229.12	3226.60	3223.38	3220.41	3217.63	3214.75	3211.53	3208.88	3209.53	3209.53															
COTA ENTRADA TUBERIA		3241.50	3240.43	3238.83	3237.05	3234.64	3231.80	3229.22	3226.70	3223.48	3220.51	3217.73	3214.84	3211.63	3209.88	3209.53																
COTA SALIDA TUBERIA	3243.41	3241.40	3240.33	3238.73	3236.95	3234.54	3231.70	3229.12	3226.60	3223.38	3220.41	3217.63	3214.75	3211.53	3208.88	3209.53																
PROFUNDIDAD	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50		
LONGITUD	84.11m	21.11m	62.90m	42.35m	68.22m	79.80m	99.62m	23.18m	83.25m	99.97m	35.16m	42.09m	71.97m	73.12m	95.70m	81.69m	45.00m															
PENDIENTE	2.39%	5.09%	2.54%	4.20%	3.53%	2.59%	2.24%	3.46%	3.97%	1.65%	5.24%	2.48%	2.86%	3.37%	2.02%	1.00%																
DIAMETRO		PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm	PVC 200mm			
DATOS HIDRAULICOS	Q=0.11 L/s, V=0.40 m/s	Q=0.13 L/s, V=0.50 m/s	Q=0.27 L/s, V=0.54 m/s	Q=0.35 L/s, V=0.72 m/s	Q=0.57 L/s, V=0.74 m/s	Q=0.83 L/s, V=0.86 m/s	Q=1.12 L/s, V=0.8 m/s	Q=1.57 L/s, V=0.77 m/s	Q=1.43 L/s, V=1.0 m/s	Q=1.6 L/s, V=1.06 m/s	Q=2.35 L/s, V=1.33 m/s	Q=2.48 L/s, V=1.53 m/s	Q=2.48 L/s, V=1.53 m/s	Q=2.54 L/s, V=1.56 m/s	Q=2.54 L/s, V=1.56 m/s	Q=2.54 L/s, V=1.56 m/s	Q=2.54 L/s, V=1.56 m/s	Q=2.54 L/s, V=1.56 m/s	Q=2.54 L/s, V=1.56 m/s	Q=2.54 L/s, V=1.56 m/s	Q=2.54 L/s, V=1.56 m/s	Q=2.54 L/s, V=1.56 m/s	Q=2.54 L/s, V=1.56 m/s	Q=2.54 L/s, V=1.56 m/s	Q=2.54 L/s, V=1.56 m/s	Q=2.54 L/s, V=1.56 m/s	Q=2.54 L/s, V=1.56 m/s	Q=2.54 L/s, V=1.56 m/s	Q=2.54 L/s, V=1.56 m/s	Q=2.54 L/s, V=1.56 m/s		
# DE POZO	pozo - 1	pozo - 2	pozo - 3	pozo - 4	pozo - 5	pozo - 6	pozo - 7	pozo - 8	pozo - 9	pozo - 10	pozo - 11	pozo - 12	pozo - 13	pozo - 14	pozo - 15	pozo - 16	pozo - 17	pozo - 18														

**PERFIL: CALLE PRINCIPAL**  
Escala H: 1:1500 ; Escala V: 1:150

**ABREVIATURAS**  
 Ø: Diámetro de tubería (mm)  
 S: Pendiente (%)  
 L: Longitud de proyecto (m)  
 CT: Cota de Tapa (m.s.n.m)  
 CF: Cota de Fondo (m.s.n.m)  
 H: Altura de pozo



**SIMBOLOGIA EN PERFILES**  
 LINEA DEL PROYECTO  
 PERFIL DEL TERRENO  
 Pozos



ESCALA: 1:1500

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO 'SANTA FE-PARROQUIA PULINGUI' CANTÓN GUANO PROVINCIA DE CHIMBORAZO

NOMBRE: MARIA FERNANDA GUACHAMIN AMB...

TUTOR: ING. Verónica Yépez.

CONTIENE: ...

Enero 2023