



# **Facultad de Ciencia y Tecnología**

**Carrera de Ingeniería Civil y Gerencia de Construcciones**

**DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
SECTOR ZHUZHÚN, PAUTE, AZUAY**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de  
Ingeniero Civil con Énfasis en Gerencia de Construcciones**

**Autores:**

César Nicolás Terán Cedeño

Wilson Santiago Torres Aguirre

**Director:**

Ing. Josué Bernardo Larriva Vásquez

**Cuenca – Ecuador**

**Año 2024**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, a mi padre el Ing. César Terán que construyó las bases de mi hogar y quien soy hoy en día, a mi madre la Ing. Dunia Cedeño quien es la cabeza de nuestro hogar y el pilar más fuerte para mi hermana y para mí, quien con su esfuerzo, dedicación y trabajo me permitió llegar a este momento tan importante en mi vida. A mi hermana, Emilia Terán, que siempre me mostro su amor, apoyo incondicional y siempre ha estado conmigo a pesar de nuestras diferencias. A mis abuelos y familiares que siempre han estado para mí apoyándome en los momentos más difíciles de mi vida. A Camila Ramón por ser esa fuente de alegría en mi vida, así como quien me motiva a seguir cumpliendo mis metas y esforzándome cada vez más.

**César Nicolás Terán Cedeño**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Wilson Torres y Lina Aguirre, por su guía, esfuerzo, paciencia y consejos en todo este tiempo que me lo han dado, ya que a pesar de las malas situaciones han estado apoyándome ya que fueron algo fundamental para cumplir esta etapa de mi vida, pese a que ya estaba por rendirme ellos han estado allí presente.

A mis hermanas Doménica y Lisseth por estar acompañándome en las buenas y malas donde con su cariño y apoyo me han ayudado a cumplir una meta más en mi vida, con sus apoyos a pesar de la distancia.

A mi familia que a pesar de todo ellos han sido parte esencial en mi vida, y se puede recompensarlos en saber que yo cumplo una meta más en mi vida.

A mis amigos que, pese a que no fueron muchos, han sido una pieza fundamental en el trascurso de mi vida universitaria.

**Wilson Santiago Torres Aguirre**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi gratitud, en primer lugar, a Dios por brindarme la oportunidad y las fuerzas para completar este proyecto. Agradezco a mi madre y hermana por su constante confianza y apoyo durante la elaboración de este trabajo. Quienes, indudablemente, han demostrado su amor a lo largo de mi vida y han celebrado mis victorias. Le agradezco a mi compañera Camila Ramón, por estar a mi lado apoyándome incondicionalmente en todo momento durante este proceso, y ayudándome a superar los desafíos que se me presentaron en la vida. Le agradezco a mi amigo Christian Cobos, quien, con su orientación y conocimientos topográficos, brindó una gran ayuda al proyecto, también celebró cada éxito de este.

**César Nicolás Terán Cedeño**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al que debo agradecer es a Dios por darme fuerzas, conocimientos, sabiduría y no dejarme caer en los fracasos y salir adelante para lograr una meta en mi vida el poder finalizar este proyecto y lo que fue mi vida en la universidad.

A, mis padres, cuyo afecto y por sus consejos estuvieron apoyándome con sus ánimos alentando a poder finalizar este trabajo y toda mi carrera universitaria.

A, mis hermanas que pese a que hay momentos malos ellas también han sido un apoyo en parte de este proceso y así para recompensarles con saber que ya cumpliré mi meta de ser un ingeniero más en la familia.

A mi director el Ingeniero Josué Larriva por su guía, conocimientos y paciencia para la realización de este trabajo.

A la abogada Gabriela Fárez por sus consejos en donde permitieron a pesar de los malos momentos poder hacer que se cumpla esta meta.

A mis amigos y compañero de tesis Nicolas, por acompañar en este proceso y así poder avanzar para cumplir este proyecto y meta.

A los pobladores del sector en donde nos permitió aplicar nuestros conocimientos y poder ayudar con una necesidad en donde puedan tener mejores condiciones de vida.

**Wilson Santiago Torres Aguirre**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	v
Índice de tablas .....	viii
Índice de figuras.....	viii
Índice de anexos.....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
Antecedentes .....	2
Planteamiento del problema.....	4
Justificación .....	5
Objetivos .....	6
Alcances y resultados esperados .....	6
CAPÍTULO 1: RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PARA EL PROYECTO.....	8
1.1.Descripción general de la zona .....	8
1.2. Área de estudio .....	9
1.3. Ubicación geográfica .....	9
1.4. Aspectos Cartográficos .....	10
1.4.1. Recolección de datos topográficos .....	10
1.4.2. Recopilación de información en el terreno .....	13
1.4.3. Datos del clima.....	15
1.4.4. Vialidad .....	17
1.4.5. Uso de Suelos .....	18
1.5. Población de Paute.....	19
1.5.1. Estructura de la población .....	19
1.5.2. Salud.....	20
CAPÍTULO 2: PARÁMETROS Y CRITERIO DE DISEÑO .....	21
2.1. Tipo de sistema de Alcantarillado.....	21
2.2 Área de aporte .....	22
2.2.1. Población.....	22
2.3. Dotación.....	24
2.3.1. Niveles de servicio .....	26
2.4. Parámetros de diseño .....	27
2.4.1. Caudales de diseño .....	27

2.4.2. Caudal medio de aguas residuales.....	28
2.4.3. Coeficiente de retorno .....	28
2.4.4. Caudal Máximo Horario.....	29
2.4.5. Caudal de Infiltración.....	29
2.4.6. Caudal de Aguas Ilícitas.....	30
2.4.7. Presiones y especificaciones de la red.....	30
2.5. Consideraciones de diseño .....	31
2.5.1. Profundidades .....	31
2.5.2. Criterio de Velocidad .....	32
2.5.3. Criterio de pendientes.....	32
2.6. Hidráulica de alcantarillas.....	33
2.6.1. Flujo de tuberías .....	33
2.6.2. Relaciones hidráulicas.....	35
2.7. Encuestas.....	36
2.7.1. Distribución de la población y características socio económicas .....	36
2.7.2. Catastros .....	38
2.7.3. Servicios existentes .....	39
<b>CAPÍTULO 3: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO .....</b>	<b>42</b>
3.1. Generalidades y Componentes del Sistema .....	42
3.1.1. Calidad de materiales .....	42
3.1.2. Selección del material de las tuberías .....	43
3.1.3. Periodo de diseño .....	44
3.1.4. Pozos de inspección .....	44
3.1.5. Tuberías.....	46
3.2 Trazado de la red.....	46
3.2.1. Trazado de la red de alcantarillado sanitario.....	47
3.2.2. Profundidad de pozos de inspección .....	50
3.3. Metodología .....	51
3.3.1. Levantamiento Topográfico .....	51
3.3.2. Tipo de Sistema.....	52
3.3.3. Área de cobertura y servicio.....	52
3.3.4. Población Actual .....	52
3.3.5. Tasa de Crecimiento Poblacional.....	53
3.3.6. Población Futura .....	53
3.3.7. Densidad poblacional .....	54
3.3.8. Dotación de Agua Potable.....	54
3.3.9. Caudales .....	54

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO .....	56
4.1. Presupuesto .....	56
4.2. Cantidades de obra.....	57
4.3. APUS (Análisis de precios unitarios) .....	58
4.4    Cronograma valorado de la obra.....	58
4.5 Especificaciones técnicas.....	59
4.5.1. Replanteo y nivelación.....	59
4.5.2. Excavaciones.....	61
4.5.3. Arenas.....	67
4.5.4. Rellenos.....	68
4.5.5. Tubería PVC para alcantarillado .....	73
4.5.6. Pozos de Revisión .....	77
4.5.7 Brocales y Tapas de Hormigón Prefabricado.....	80
4.5.8 Escalones.....	81
4.5.9. Cargado, desalojo, limpieza y sobre acarreo de material.....	82
4.5.10. Transporte de material.....	84
4.5.11. Señalización .....	87
4.5.12. Desmontaje, limpieza y restauración de las zonas de construcción.....	92
Conclusiones.....	96
Recomendaciones .....	98
Referencias bibliográficas .....	99
Anexos.....	105



## ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS Y ANEXOS

### Índice de tablas

Tabla 1.	Parámetros para la dotación media futura.....	25
Tabla 2.	Nivel de servicio.....	26
Tabla 3.	Coefficientes de Retorno de Aguas Servidas .....	29
Tabla 4.	Caudales de infiltración .....	30
Tabla 5.	Períodos de diseño.....	44
Tabla 6.	Parámetros Sanitario para tramo 1 .....	49
Tabla 7.	Parámetros Sanitarios para tramo 2 .....	49
Tabla 8.	Pozos de Inspección de tramo 1.....	50
Tabla 9.	Pozos de inspección de tramo 2.....	51
Tabla 10.	Viviendas y habitantes por cada tramo del sistema sanitario .....	53
Tabla 11.	Parámetros para la aplicación del Método Geométrico.....	54
Tabla 12.	Caudal del tramo 1.....	55
Tabla 13.	Caudal del tramo 2.....	55
Tabla 14.	Presupuesto Referencial de la Red de Alcantarillado Sanitario. ....	57
Tabla 15.	Cronograma valorado de la construcción del sistema de alcantarillado .....	59

### Índice de figuras

Figura 1.	Ubicación del cantón Paute .....	8
Figura 2.	División Parroquial del cantón Paute.....	9
Figura 3.	Ortofotografía del Cantón Paute .....	10
Figura 4.	Relieve.....	11
Figura 5.	Corte A.....	11
Figura 6.	Corte B .....	12
Figura 7.	Corte C .....	12
Figura 8.	Pendiente .....	13
Figura 9.	Geología .....	13
Figura 10.	Sistema Hídrico .....	14
Figura 11.	Inundaciones.....	14
Figura 12.	Movimientos de masa.....	15
Figura 13.	Tipos de clima .....	16
Figura 14.	Temperatura.....	16
Figura 15.	Precipitación.....	17
Figura 16.	Viabilidad .....	17
Figura 17.	Uso y cobertura del suelo .....	18
Figura 18.	Taxonomía de suelos .....	19

Figura 19.	Cabecera cantonal.....	20
Figura 20.	Flujo parcialmente llena .....	34
Figura 21.	Relaciones entre flujos de parcialmente llena y llena .....	35
Figura 22.	Importancia de un sistema de alcantarillado .....	36
Figura 23.	Cantidad de personas por familia.....	37
Figura 24.	Actividad económica .....	37
Figura 25.	Lotes de terreno .....	38
Figura 26.	Tipo de vivienda.....	38
Figura 27.	Tipo de vía.....	39
Figura 28.	Abastecimiento de agua.....	40
Figura 29.	Disposición de excretas .....	40
Figura 30.	Alcantarillado pluvial .....	41
Figura 31.	Representación de Zona Sin Alcantarillado .....	48
Figura 32.	Topografía .....	51

### **Índice de anexos**

Anexo I	Pozo de inspección, tapas y brocal .....	105
Anexo II	Planimetría del tramo 1 de la Red de alcantarillado.....	105
Anexo III	Perfil longitudinal y Planimetría del tramo 2 Red de alcantarillado.....	106
Anexo IV	Perfil longitudinal del tramo 1 desde el pozo 1 al 20 .....	106
Anexo V	Perfil longitudinal del tramo 1 desde el pozo 20 al 33 .....	107

## RESUMEN

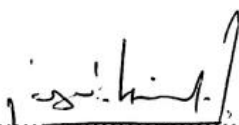
En la provincia de Azuay, en el cantón Paute, en sector Zhuzhún no posee una infraestructura sanitaria ya que en sus viviendas solo poseen fosas sépticas en las cuales causan contaminación al medio ambiente y producen enfermedades por su mal tratamiento. Como solución para este problema se ha propuesto como trabajo de titulación para mejorar el traslado, evacuación y limpiar las aguas residuales en el sector de Zhuzhún, crear un diseño de una red de alcantarillado sanitario para las localidades cercanas al sector, cumpliendo con todos los parámetros metodológicos y normativos técnicos legales que aseguren la funcionamiento, seguridad y capacidad de construcción del proyecto. También, se desarrollará un presupuesto constructivo, para tener costo de la obra que se plantea.

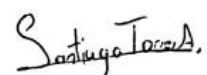
**Palabras clave:** alcantarillado, aguas residuales, diseño, saneamiento, red.

## ABSTRACT

In the province of Azuay, in Paute's canton at Zhuzhún sector, does not have a sanitary infrastructure since its homes only have septic tanks that cause pollution to the environment and produce diseases due to their poor treatment. As a solution to this problem, it has been proposed as a titling work, work to improve the transfer, evacuation and the cleaning of the sewage waters in Zhuzhún sector's, to create a design of a sanitary sewage network for the localities near the sector, complying with all the methodological parameters and legal technical regulations, that ensure the serviceability, safety and construction capacity of the project. Also, a construction budget will be developed for the proposed to have a real cost of the work that is possible.

**Keywords:** sewage, wastewater, design, sanitation, network.

  
.....  
Ing. Josué Bernardo Larriva Vásquez  
Director del Trabajo de Titulación

  
.....  
Wilson Santiago Torres Aguirre  
Autor

  
.....  
César Nicolás Terán Cedeño  
Autor

# INTRODUCCIÓN

La necesidad de saneamiento, en comunidades rurales de la provincia del Azuay, genera dificultad a las personas que habitan en estas zonas. Tal es el caso del barrio Pirincay, ubicado en el Cantón Paute, en donde no existe un sistema de alcantarillado sanitario para los pobladores del sector Zhuzhún, lo cual causa varios problemas sanitarios. Pues la ausente red de alcantarillado, afecta no solo al entorno natural que rodea la zona sino también a las familias y viviendas, viéndose alterada y perjudicada gravemente la calidad de vida debido al impacto ambiental y salubre.

Dentro de la problemática del "saneamiento básico" de comunidades tienen enorme importancia el suministro de agua potable y la recolección de las aguas residuales. Cualquier población, por pequeña que ésta sea, debería contar como mínimo con los servicios de acueducto y alcantarillado, si se espera de ella un desarrollo social y económico y, ante todo, la reducción de las altas tasas de morbilidad y mortalidad en especial de la población infantil (López, 2000).

Según el diario Multi Canal, el cual se dedica a informar sobre las situaciones de los cantones Gualaceo, Paute y Cañar; comunicó que por falta de atención a los habitantes del barrio Pirincay, se ha generado un conflicto por no tener un sistema en donde, se pueda drenar los líquidos que se desechan y esto a su vez ha generado malos olores, así como problemas de salud. Por estas y otras situaciones, como parte para un buen desarrollo sostenible las Naciones Unidas (ONU), plantea en su sexto objetivo Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos, mismo que involucra el saneamiento y agua limpia, proponiendo para 2030 los siguientes aspectos:

- Lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad.
- Mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.

- Ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización.
- Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.

## **Antecedentes**

A nivel local se han realizado varios trabajos de investigación, en los que se indaga sobre el diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales, que se expondrán a continuación. Mediante los cuales, se fundamentarán y desarrollarán los proyectos que abarcan el tema a realizar y que tendrán validez técnica para realizar la tesis con el título propuesto.

- *“DISEÑO DE UNA RED DE ALCANTARILLADO COMBINADO PARA EL SECTOR LA ESTANCIA, PARROQUIA SAN JOAQUÍN DEL CANTÓN CUENCA, PROVINCIA DEL AZUAY”*. Tema desarrollado por Barreto y Orellana, estudiantes de la Universidad del Azuay. El presente trabajo corresponde al objetivo de diseñar la red de alcantarillado combinado con su respectivo análisis económico para el sector la Estancia que pertenece a la parroquia de San Joaquín, cantón Cuenca, Provincia del Azuay. También tiene como objetivos: Recopilar levantar y analizar datos de información topográfica para el diseño del sistema de alcantarillado, elaborar y diseñar en base a la información topográfica los elementos de redes de alcantarillado combinado, realizar presupuesto y cronograma de construcción de las redes de alcantarillado, elaborar planos y especificaciones técnicas del proyecto (Larriva & Orellana, 2022).
- *“DISEÑO DEL ALCANTARILLADO COMBINADO PARA LOS 6 BARRIOS QUE CONFORMAN LA PARTE CENTRAL DE LA PARROQUIA DE ALOAG, UBICADO EN EL CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA”* de Flores, estudiante de la Universidad Politécnica Salesiana. El estudio tiene como objetivo

diseñar la red de alcantarillado combinado para la parte central de la parroquia de Aloag que cumpla con las normas de diseño EPMAPS y SENAGUA, con el fin de contar con un proyecto técnicamente viable, Definir la red de alcantarillado siguiendo la topografía del área del proyecto, que permita la recolección y conducción eficiente de las aguas residuales y pluviales, diseñar la red de alcantarillado combinado, mediante hojas de cálculo de Excel, utilizando las normas de diseño de la EPMAPS y SENAGUA (Flores, 2022).

- *“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO LOS LAURELES, COMUNIDAD DE NERO, DE LA PARROQUIA BAÑOS, CANTÓN CUENCA”*, realizado por Bravo y Solís, estudiantes de la Universidad de Cuenca. El objetivo fundamental del trabajo fue diseñar el Sistema de Alcantarillado Sanitario y Pluvial para el barrio Los Laureles, comunidad Nero de la parroquia Baños, cantón Cuenca, realizar la caracterización de la zona de influencia del proyecto, realizar el levantamiento topográfico y generar ortofotos de la zona de estudio, definir las condiciones de la zona de influencia para el final del periodo de diseño, presentar los diseños de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, óptimos de acuerdo a la topografía de la zona, realizar un presupuesto económico y factible de los diseños de sistema de alcantarillado de aguas negras, aguas lluvias (Bravo & Solís, 2018).
- En los últimos años, a nivel nacional se ha desarrollado igualmente trabajos como el de la Universidad Estatal Del Sur de Manabí cuyo nombre es *“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNA DE JOA, CANTON JIPIJAPA”* de Guillen y Macias, en donde trata de un diseño de un alcantarillado pluvial que mejorara la calidad de vida de los comuneros, para ello se basaron en las especificaciones técnicas, normas y procedimientos (Guillen & Macias, 2019).
- Otro trabajo cuyo título es *“DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA PARROQUIA PUERTO MISAHUALLÍ, CANTÓN TENA, PROVINCIA DE NAPO”*, se plantearon como objetivos; disponer de

una plataforma georreferenciada de la orografía de la parroquia Puerto Misahuallí, cantón Tena, provincia de Napo, levantar información necesaria para establecer los parámetros de diseño del alcantarillado pluvial y sanitario de la parroquia Puerto Misahuallí, implementar el diseño de la red de alcantarillado pluvial y sanitario incluyendo acometidas domiciliarias, diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales para reducir la contaminación ambiental del lugar, y establecer un proyecto ejecutable de acuerdo con el requerimiento del GAD Parroquial Rural de Puerto Misahuallí (Moya et. al, 2021).

- *“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL CENTRO POBLADO CASARANÁ, DEL DISTRITO DE LA ARENA PROVINCIA DE PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA, OCTUBRE 2019”*. El presente trabajo de investigación, tiene por objetivo; diseñar el sistema de alcantarillado sanitario en el Centro Poblado Casaraná, del Distrito de la Arena, en la Provincia de Piura, Departamento de Piura. Para el estudio realizado el tipo de investigación, será del tipo descriptiva y transversal, descriptiva porque permitirá describir el comportamiento hidráulico que se produce en la red de alcantarillado; y transversal porque se realizará en un determinado tiempo (Madero, 2020).

### **Planteamiento del problema**

En el sector Zhuzhún, ubicado en el Cantón Paute, contempla una ausencia de un sistema de alcantarillado sanitario para los pobladores de dicho sector, lo cual causa varias problemáticas sanitarias. La falta de red de alcantarillado, perjudica tanto al entorno natural que rodea la zona sino también a la comunidad en general, viéndose alterada y perjudicada gravemente la calidad de vida. El impacto que causa al ambiente, es importante recalcar que estas condiciones influyen desfavorablemente y en gran escala al crecimiento de niñas, niños y recién nacidos.

Por la falta de este sistema de alcantarillado que a su vez causa el mal manejo de los desechos y residuos sanitarios, llega a agravar de la peor manera a grupos vulnerables, tales como; las personas en situación de discapacidad, personas con problemas médicos o los adultos de la tercera edad, mismos quienes corresponden a un grupo de atención prioritaria. Es por ello, necesario un sistema de red de alcantarillado sanitario para

mantener la salud, seguridad y comodidad en óptimas condiciones para los habitantes del sector.

Hay que recordar que la situación económica de la mayoría de personas del Sector Zhuzhún, no alcanzan ni siquiera a un nivel socioeconómico medio-bajo, según indican los estudios sociales de la localidad. Solo existen pequeños sitios de la zona en donde se puede ver un crecimiento notable de un nivel económico más alto que el de la mayoría, siendo esta propiedad de emigrantes. De la misma manera tenemos que tomar en cuenta que el avance de la sociedad, va atada con el aumento de la comunidad; debido a lo cual recae en un aumento de necesidades y consumos vitales para el ser humano como es el agua. Al mismo tiempo con un incremento en la cantidad de hogares y áreas comunes; lo cual provoca que la zona se vuelva impermeable causando problemas más graves de los que se tenían en un principio.

Por consiguiente, debido a que la mayor parte de la población no se encuentra en condiciones de solventar y resolver este problema a cuenta propia, se ven obligados a acudir a la municipalidad para poder dar una solución a este problema sanitario que enfrentan a diario. Las peticiones a una red de alcantarillado van desde años atrás por los representantes de la comunidad hacia las autoridades municipales; por tanto, se debe tener presente, que la inexistencia de un sistema de alcantarillado sanitario causa un gran impacto negativo al medio ambiente y a los accesos viales, cuestión provocada por la acumulación de aguas pluviales, al mismo tiempo causada por las estaciones lluviosas. Pues, en varias zonas donde también se da esta falta de alcantarillado, rejillas y canales que conduzcan o desvíen las aguas de lluvias para que no permanezcan estancadas y afecten de forma negativa el transporte privado y público de este sector.

### **Justificación**

En un estudio realizado por el IERSE, la Universidad del Azuay y la Casa Editora actualizaron la información del Cantón Paute llamado “Atlas Cantonal” en donde se determina necesidades que el Cantón tiene como insatisfechas tales como: tenencia de la vivienda, educación, salud, energía eléctrica, recolección de basura, alcantarillado, agua potable, etc. Con la ayuda del censo de población y vivienda, se determina que el sistema de aguas residuales en el cantón Paute se encuentra distribuido y que solo su 36.33% de viviendas posee este sistema.



Por tal motivo, el propósito de este trabajo de titulación es el diseño de un sistema de alcantarillado que será distribuido entre toda la comunidad de Pirincay, cuya extensión es para el beneficio de la comunidad. Lugar en donde se llevará a cabo la práctica de las mediciones topográficas, obteniendo de esta manera los datos de la zona de estudio, que servirán de apoyo para el diseño de la red de alcantarillado. A partir del uso de una hoja de cálculo, se realizará la distribución y definición de los componentes precisos para completar este trabajo que tiene como objetivo buscar satisfacer la necesidad de la población del barrio de Pirincay, cuya población beneficiada sería de un poco más de 200 habitantes.

## **Objetivos**

**Objetivo general:** Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para un sistema de aguas residuales para el Sector Zhuzhún ubicado en el cantón Paute, Azuay.

### **Objetivos específicos:**

- Recolectar la información técnica requerida para el proyecto.
- Revisar normativas y definir los parámetros del diseño.
- Realizar el diseño a nivel de detalle de ingeniería de la red de alcantarillado sanitario y elaborar los planos constructivos.
- Elaborar el presupuesto de la obra para el proyecto.

### **Alcances y resultados esperados**

Hasta el día de hoy existen lugares, los cuales no cuentan con las necesidades básicas para vivir. Por tal motivo, la tentativa propuesta de investigación se basa en diseñar una red de alcantarillado sanitario para la población del sector de Zhuzhún. En función de esta propuesta se busca examinar el lugar, estudiar el entorno a nivel medioambiental como modo de vida de la población y crear un plan para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para poder dotar de servicio a las nuevas y antiguas viviendas que conforman parte de la comunidad del barrio de Pirincay. De la misma manera, se busca brindar un aporte al cuidado ambiental mediante una pequeña contribución en el tratamiento de aguas residuales del sector ya mencionado.

En virtud a lo observado y analizado en las visitas realizadas, surge este proyecto con la intención de mejorar las condiciones de vida, en base a las necesidades actuales de la población para evitar enfermedades y afecciones en esta zona. Como resultado, se

busca garantizar un avance positivo para la comunidad, la salud, el medio ambiente y el desarrollo socioeconómico de los habitantes de Zhuzhún. Siendo un inicio para que, en las comunidades cercanas, que no cuenten con una red de alcantarillado, puedan generar proyectos en base a este y otros relacionados.

# CAPÍTULO 1: RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PARA EL PROYECTO

## 1.1. Descripción general de la zona

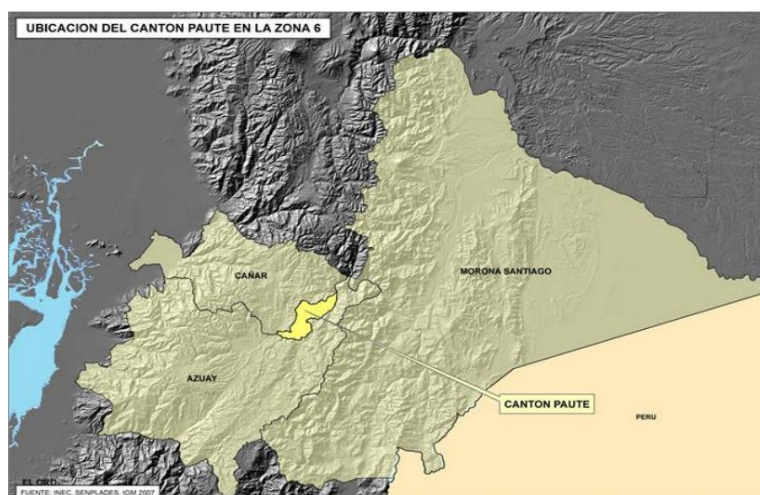
El diseño de la red de alcantarillado sanitario beneficia a la comunidad de el Sector de Zhuzhún, se encuentra ubicado dentro del barrio Pirincay Alto en el cantón Paute, sector oriental de la provincia del Azuay. “Paute es un cantón, que se divide en ocho parroquias, tiene una superficie de 267 km<sup>2</sup> y una altitud de 2954 m s.n.m. Geográficamente se ubica en un valle que es uno de los más hermosos paisajes del austro ecuatoriano” (GAD PAUTE, 2019).

El cantón Paute limita en sus extremos de la siguiente manera:

- Al Norte: Cantón Azogues
- Al Este: Cantones Sevilla de Oro y Guachapéala
- Al Sur: Cantón Gualaceo
- Al Oeste: Cantón Cuenca

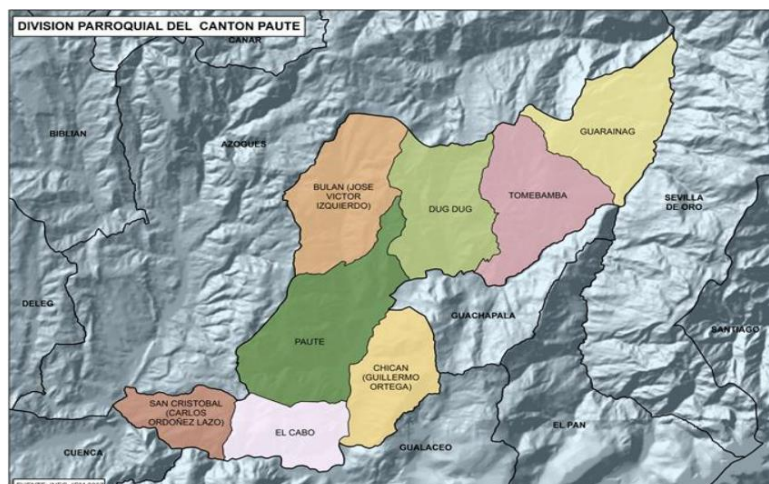
De la misma forma con respecto a la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, el cantón Paute se localiza en la zona 6 de planificación, de tal manera se encuentra con las diferentes provincias como las de Cañar, Morona Santiago y Azuay como se podrá ver en la siguiente figura 1.

*Figura 1. Ubicación del cantón Paute*



*Nota.* Esta figura muestra la ubicación del cantón. Imagen obtenida de: Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Paute, 2020.

**Figura 2. División Parroquial del cantón Paute**



*Nota.* Esta figura muestra la división parroquial del cantón Paute. Imagen obtenida de: Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Paute, 2020.

## 1.2. Área de estudio

El área urbana tiene una superficie aproximada de 521Ha; limita al norte con el Puente Chicti; al sur con la Quebrada de Chictiyacu, perteneciente al poblado de Zhumir. El área de interés del proyecto abarca la zona de la comunidad de Zhunzhún, en las viviendas aledañas a la “Quinta Hilda María” y a los viveros cercanos de los hogares de los pobladores. En esta zona se presenta una privación del servicio necesario de un traslado correcto de su efluente de aguas residuales y su disposición final. Se traza la ruta del proyecto con una extensión de más 2km a partir del alcantarillado ya existente en la vía Guarumales-Méndez.

## 1.3. Ubicación geográfica

Zhuzhún está ubicado en el barrio Pirincay del Cantón Paute, a aproximadamente 1.9 km del centro cantonal correspondiente en la provincia del Azuay, al sur de Ecuador. Perteneció a la Zona 6 de planificación y comparte límites al norte con el cantón Azogues, al este con los cantones Sevilla de Oro y Guachapala, al sur con el cantón Gualaceo y al oeste con el cantón Cuenca. Su posición geográfica se establece en una latitud sur de 2° 46'55" y una longitud oeste de 78° 45'6". El cantón Paute abarca actualmente una extensión de 26,990.19 hectáreas (269.901 km<sup>2</sup>), lo que representa aproximadamente el 3.2% del territorio de la provincia de Azuay, equivalente a unos 0.3 mil km.

**Figura 3. Ortofotografía del Cantón Paute**



*Nota.* Esta figura muestra la ortofotografía del cantón Paute. Imagen obtenida de: Atlas Paute, 2022.

## **1.4. Aspectos Cartográficos**

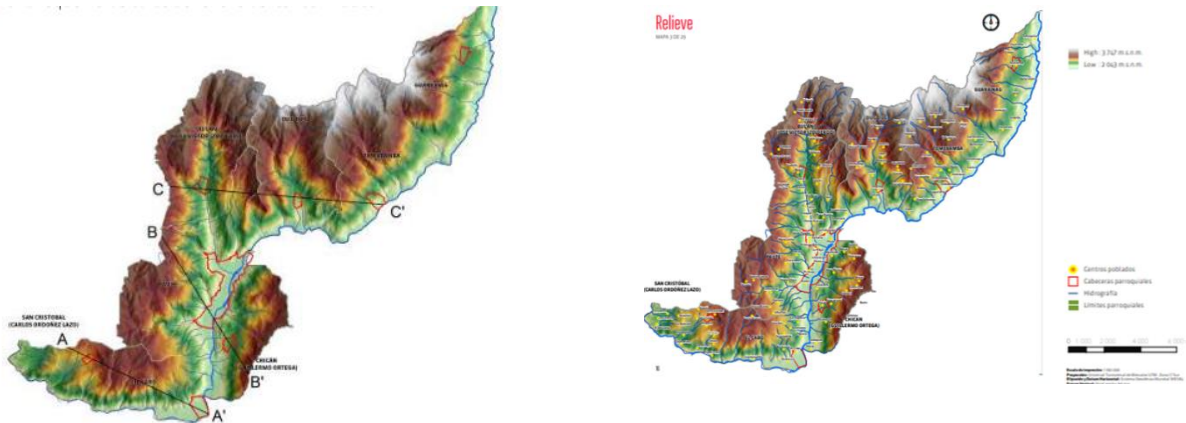
### **1.4.1. Recolección de datos topográficos**

Por su configuración topográfica, el cantón cuenta con elevaciones montañosas que rodean la cabecera cantonal y algunas parroquias, las cuales funcionan como puntos de observación para apreciar el paisaje local.

#### **1.4.1.1. Relieve**

La ciudad de Paute, la cabecera cantonal, junto con la cabecera parroquial de El Cabo, se ubican a lo largo del curso del río Paute. En contraste, las cabeceras de San Cristóbal, Guarainac, ulán, Dug Dug, Tomebamba y Chicán se sitúan en valles interandinos. El cantón Paute se encuentra limitado en sus flancos laterales por la cordillera de los Andes y en la parte sur por el nudo de Portete Tinajillas.

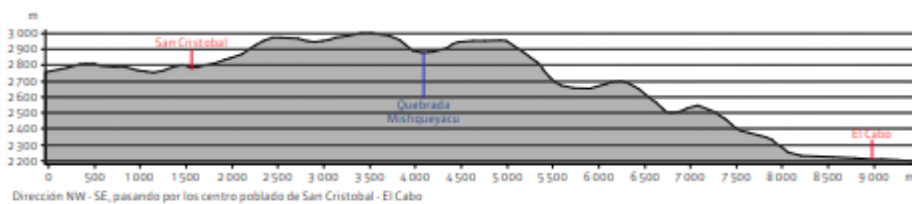
**Figura 4. Relieve**



*Nota.* Esta figura muestra el relieve del cantón Paute. Imagen obtenida de: Atlas Paute, 2022.

- **Corte A - A':** A lo largo del cantón, en una orientación que va desde el noroeste hasta el sureste, el terreno inicia a una altitud de aproximadamente 2750 metros. Experimenta un ascenso hasta alcanzar los 2800 metros en la cabecera parroquial de San Cristóbal, llegando a la cumbre a los 3000 metros para después descender hasta la cabecera parroquial de El Cabo, situada a una altitud de 2200 metros sobre el nivel del mar.

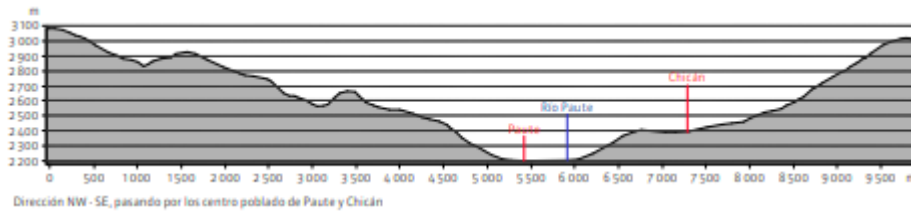
**Figura 5. Corte A**



*Nota.* Esta figura muestra el corte A del relieve. Imagen obtenida de: Atlas Paute, 2022.

- **Corte B - B':** A lo largo del cantón, en una orientación que va desde el noroeste hasta el sureste, se inicia a una altitud de 3100 metros y desciende hasta llegar a la cabecera cantonal, la ciudad de Paute, que se encuentra a 2200 metros sobre el nivel del mar. Luego, experimenta un ascenso hasta llegar a la cabecera parroquial de Chicán, ubicada a 2400 metros sobre el nivel del mar, y continúa ascendiendo hasta alcanzar los 3000 metros sobre el nivel del mar.

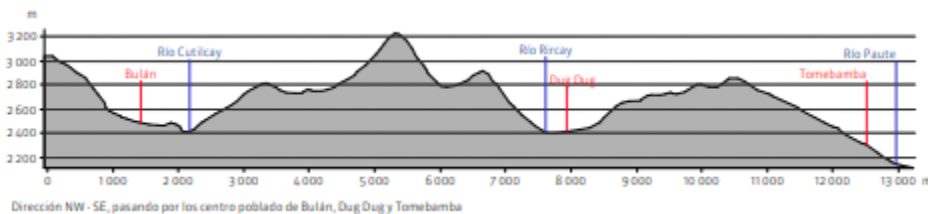
**Figura 6. Corte B**



*Nota.* Esta figura muestra el corte B del relieve. Imagen obtenida de: Atlas Paute, 2022.

- **Corte C - C':** A lo largo del cantón, en una orientación de Noroeste a Sureste, el terreno comienza a una altitud aproximada de 3000 metros y desciende hasta llegar a la cabecera parroquial de Asunción, que se sitúa a 2100 metros sobre el nivel del mar. Posteriormente, sigue su curso hasta alcanzar el río Rircay a una altitud de 1350 metros sobre el nivel del mar, para luego ascender nuevamente en una corta distancia hasta los 2100 metros sobre el nivel del mar.

**Figura 7. Corte C**

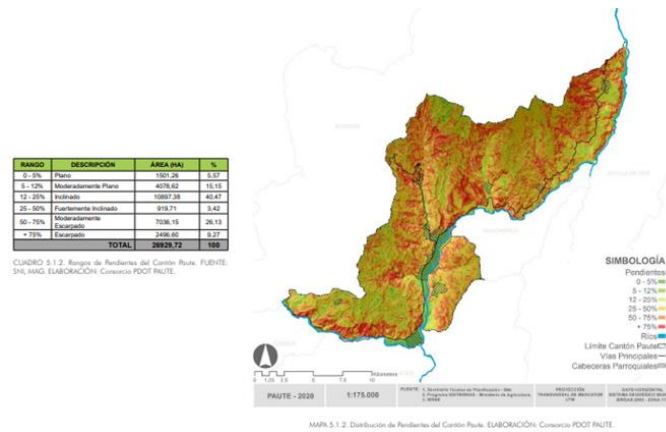


*Nota.* Esta figura muestra el corte C del relieve. Imagen obtenida de: Atlas Paute, 2022.

#### **1.4.1.2. Pendiente**

La extensión total del cantón Paute abarca 26,888.48 hectáreas, donde las pendientes se dividen en categorías que incluyen pendientes moderadamente planas, con una superficie de 1,501.26 hectáreas (5.57%); pendientes planas, abarcando 4,078.62 hectáreas (15.15%); pendientes inclinadas, con 10,897.38 hectáreas (40.47%); pendientes fuertemente inclinadas, ocupando 919.71 hectáreas (3.42%); pendientes moderadamente escarpadas, con 7,036.15 hectáreas (26.13%); y pendientes escarpadas, cubriendo 2,496.72 hectáreas (9.27%). Se destaca la influencia directa que la escorrentía superficial tiene en el terreno y las consecuencias resultantes en áreas con mayor inclinación.

**Figura 8. Pendiente**

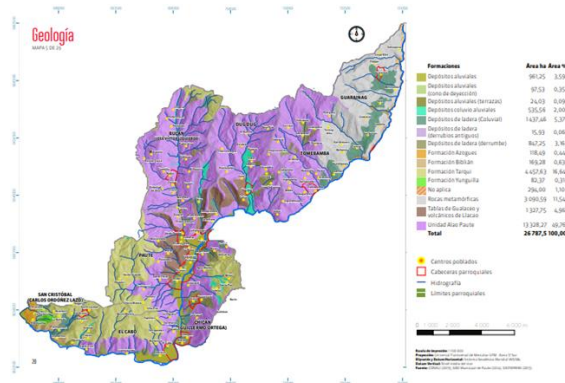


*Nota.* Esta figura muestra la pendiente del cantón Paute. Imagen obtenida de: Atlas Paute, 2022.

### 1.4.1.3. Geología

La composición y datos geológicos del cantón han sido derivados de la litología geomorfológica desarrollada por la Unidad Ejecutora MAGAPPRAT en el proyecto SIGTIERRAS, la cual fue publicada en el año 2015 a una escala de 1:25,000.

**Figura 9. Geología**



*Nota.* Esta figura muestra la geología. Imagen obtenida de: Atlas Paute, 2022.

### 1.4.2. Recopilación de información en el terreno

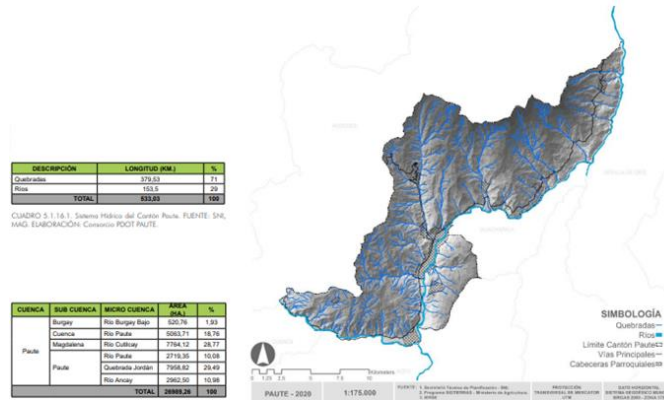
#### 1.4.2.1. Sistema Hídrico

El cantón Paute está compuesto por arroyos y ríos principales, de los cuales se han seleccionado para asignar diversos usos de agua en varias áreas del cantón. Con una



extensión total de 533,03 kilómetros, la red hídrica del cantón ofrece una amplia cobertura.

**Figura 10. Sistema Hídrico**

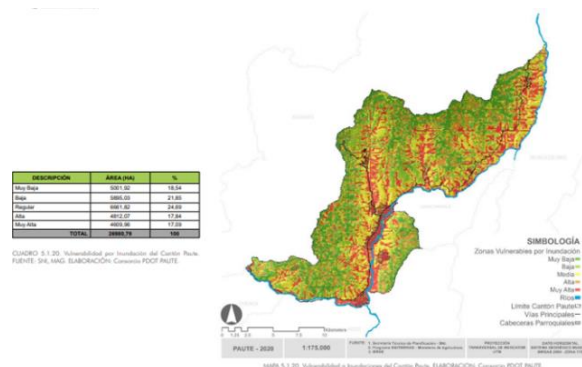


*Nota.* Esta figura muestra el sistema hídrico del cantón Paute. Imagen obtenida de: Atlas Paute, 2022.

**1.4.2.2. Amenazas por inundación**

En el cantón Paute, se identifican los cinco niveles de vulnerabilidad a inundaciones, siendo particularmente elevada en el 17,09% de su extensión. Esta alta vulnerabilidad se debe a su ubicación en un valle, lo que incrementa la probabilidad de eventos que provocan inundaciones. La zona baja, cercana a la población urbana, ya ha experimentado inundaciones. Por lo general, las infraestructuras ubicadas en las proximidades de ríos y quebradas son las más afectadas por estos eventos, subrayando la importancia de tomar medidas adecuadas. La protección de las cuencas altas se presenta como la solución más viable para prevenir inundaciones.

**Figura 11. Inundaciones**

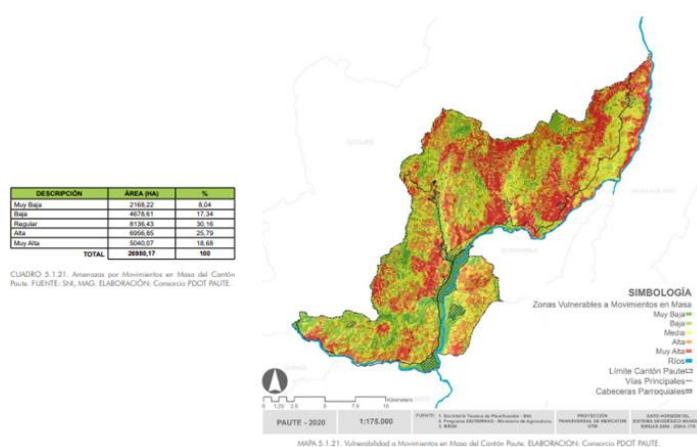


*Nota.* Esta figura muestra las inundaciones del cantón Paute. Imagen obtenida de: Atlas Paute, 2022.

### 1.4.2.3. Amenazas por movimientos en masa

El 18,38% de la superficie del cantón Paute presenta el nivel más elevado de vulnerabilidad, mientras que un rango que abarca entre el 25% y el 30% muestra una vulnerabilidad considerada regular-alta ante eventos relacionados con movimientos en masa. Es crucial destacar estas áreas, especialmente en el sector norte y en lugares con pendientes pronunciadas y escasa vegetación, para implementar medidas de protección y control frente a posibles deslizamientos, derrumbes, y otros eventos similares.

**Figura 12. Movimientos de masa**



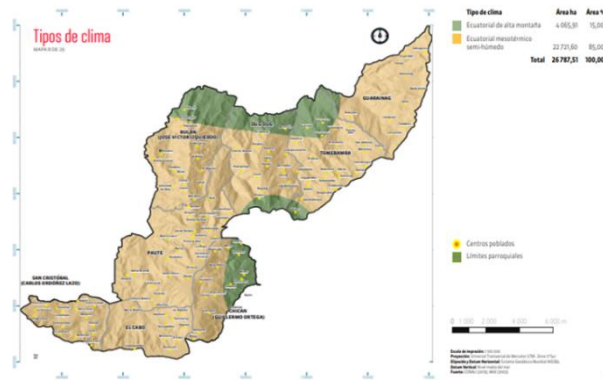
*Nota.* Esta figura muestra los movimientos de maza del cantón Paute. Imagen obtenida de: Atlas Paute, 2022.

### 1.4.3. Datos del clima

Según la clasificación climática establecida por el Ministerio de Ambiente del Ecuador, el cantón Paute presenta dos categorías climáticas:

- **Clima ecuatorial mesotérmico semi-húmedo:** Las temperaturas promedio anuales generalmente oscilan entre 12° y 20° C, aunque en las laderas menos expuestas al sol pueden ser más bajas. Además, raramente descienden por debajo de 0° C y no suelen superar los 30° C. Este tipo de clima es típico de la región interandina.
- **Clima ecuatorial frío de alta montaña:** Las temperaturas máximas y mínimas están influenciadas por la altitud y la exposición, alcanzando raramente valores superiores a los 20°C o inferiores a 0°C. Este tipo de clima se ubica a altitudes superiores a los 3,000 metros sobre el nivel del mar.

**Figura 13. Tipos de clima**

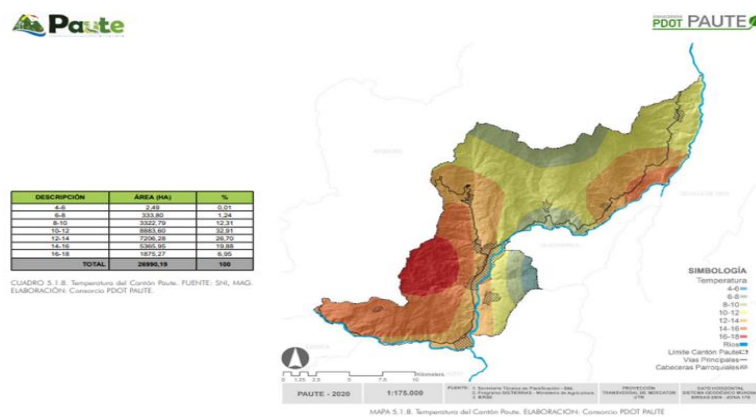


*Nota.* Esta figura muestra los tipos de clima del cantón Paute. Imagen obtenida de: Atlas Paute, 2022.

**1.4.3.1. Temperatura**

El cantón Paute, al tener su zona urbana ubicada en un valle, experimenta una temperatura promedio agradable, con medias que oscilan entre los 16°C y 20°C y una humedad relativa del 85%. Durante la noche y la madrugada, se han registrado temperaturas inferiores a 0°C, siendo junio y julio los meses más fríos. No obstante, en la actualidad, durante el día y debido a la influencia del calentamiento global, se alcanzan temperaturas que superan los 20°C. Este aumento térmico está afectando durante el verano, teniendo impactos significativos en la salud y en las actividades agrícolas del cantón, siendo noviembre y diciembre los meses más cálidos.

**Figura 14. Temperatura**

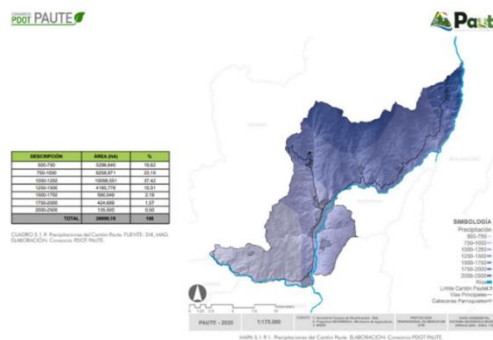


*Nota.* Esta figura muestra la temperatura del Cantón Paute. Imagen obtenida de: Atlas Paute, 2022.

### 1.4.3.2. Precipitación

La humedad promedio en la zona alcanza el 85%, y este nivel está principalmente influenciado por la temperatura. La precipitación anual promedio en el cantón es de aproximadamente 800mm. Sin embargo, en los valles, las precipitaciones oscilan entre 500 y 1200 mm al año, mientras que en las zonas altas se registran mediciones promedio de 2000 a 2500 mm anuales. Como resultado, los meses más secos son julio, agosto y septiembre.

**Figura 15. Precipitación**



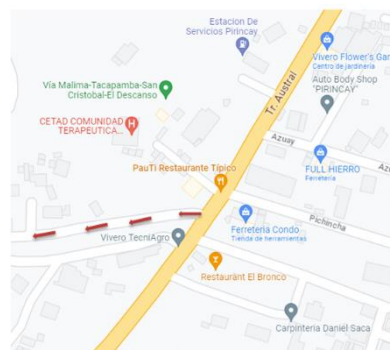
Nota. Esta figura muestra la precipitación. Imagen obtenida de: Atlas Paute, 2022.

muestra la

### 1.4.4. Vialidad

Para llegar al área de Zhuzhún, situada en el barrio Pirincay del cantón Paute, en la provincia de Azuay, al sur de Ecuador, se toma la vía principal Guarumales Méndez y luego se accede por la Transversal Austral, iniciando en el barrio Pirincay, frente a la Ferretería Condo, entre el Vivero TecniAgro y el restaurante típico PuiTi. Después de abandonar la carretera asfaltada, se sigue por una vía con una capa de lastre y se asciende 2 km por este camino.

**Figura 16. Viabilidad**

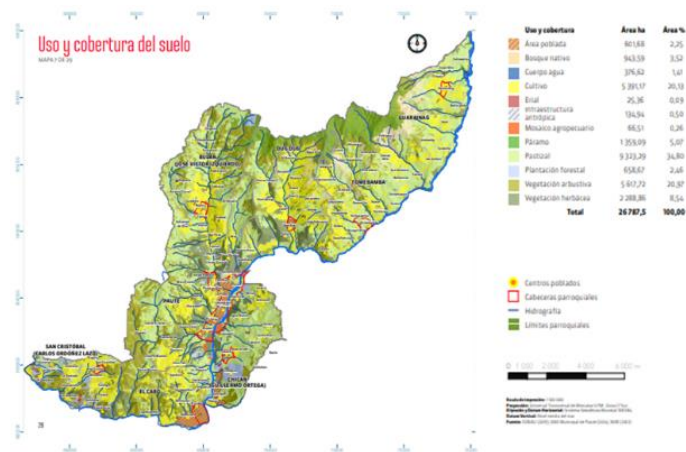


Nota. Esta figura muestra la viabilidad de la zona del proyecto. Imagen obtenida de: Google Maps.

### 1.4.5. Uso de Suelos

La utilización del suelo constituye un aspecto esencial en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del cantón. Los diferentes usos dados al suelo en la zona generan impactos tanto positivos como negativos. Un ejemplo de ello es el cambio en el uso del suelo debido a la expansión de la frontera agrícola, que se destaca como uno de los principales factores que contribuyen a la reducción de áreas protegidas y bosques nativos, especialmente en los cambios de uso que se evidencian en el cantón. Entre los usos más drásticos que generan impactos ambientales, se encuentra la introducción de sistemas agrícolas productivos intensivos, como es el caso de los invernaderos.

**Figura 17. Uso y cobertura del suelo**

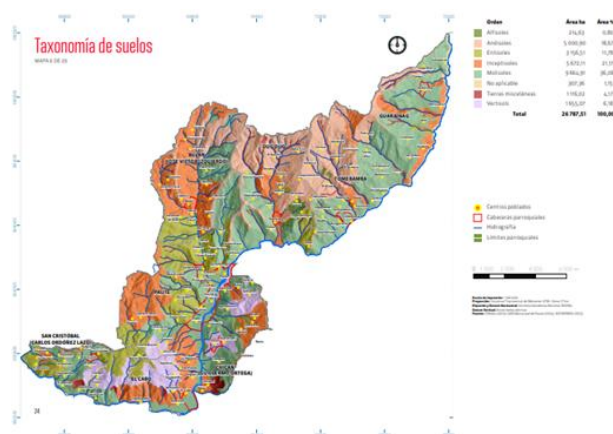


*Nota.* Esta figura muestra el uso y la cobertura del suelo. Imagen obtenida de: Atlas Paute, 2022.

#### 1.4.5.1. Tipos de Suelos

La taxonomía se presenta como una herramienta que facilita la caracterización de los suelos en una determinada área, la selección de sus propiedades, la conexión con prácticas de manejo apropiadas para cada tipo de cultivo, y la especificación de algunas cualidades climáticas fundamentales para el establecimiento y crecimiento de distintos cultivos.

**Figura 18. Taxonomía de suelos**



*Nota.* Esta figura muestra la taxonomía del suelo. Imagen obtenida de: Atlas Paute, 2022.

## 1.5. Población de Paute

El cantón Paute alberga a 25,494 residentes, constituyendo el 3.6% de la población total de la provincia del Azuay. Se distribuye en 7 comunidades y 53 parroquias, siendo la cabecera del cantón Paute la que engloba aproximadamente un tercio de la población, representando el 38.6%. Esta área urbana única cuenta con 7,226 habitantes, lo que equivale al 28.3% del total del cantón. El resto de las zonas, registradas por el INEC, son completamente rurales.

### 1.5.1. Estructura de la población

El cantón Paute cuenta con una población de 25,494 habitantes, lo que constituye el 3.6% del total de habitantes en la provincia del Azuay. La distribución geográfica abarca 7 comunidades y 53 parroquias. La cabecera del cantón, Paute, concentra aproximadamente un tercio de la población, representando el 38.6%. Esta área urbana única cuenta con 7,226 habitantes, lo que equivale al 28.3% del total del cantón. En cuanto al resto de los distritos, registrados por el INEC, son completamente rurales.

#### 1.5.1.1. Grupos vulnerables

En la población hay 2,428 individuos mayores, lo que equivale al 9.5%. De estos, solo 160 reciben pensiones, lo que significa que la gran mayoría de esta demografía no cuenta con respaldo gubernamental para satisfacer sus necesidades básicas. Por ende, dependen de sus familiares o se encuentran en una situación de incertidumbre.

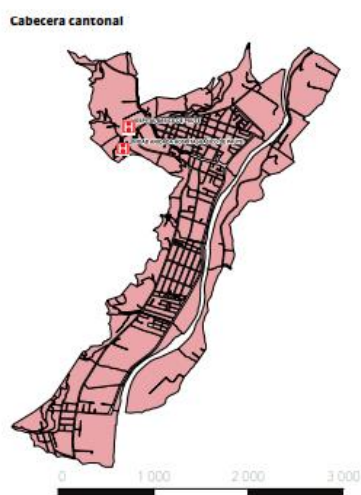
### 1.5.1.2. Movilidad Espacial de la población

De acuerdo con el nivel de migración internacional en el Cantón Paute, y basándonos en el censo de 2010, en los últimos años han emigrado del país un total de 1,338 personas, siendo el 68% hombres y el 32% mujeres. El grupo etario que concentra la mayor parte de la población emigrante corresponde al 64% de personas de entre 20 y 40 años, que se encuentran en la etapa productiva de sus vidas. Específicamente, 91 de ellos emigran en busca de mejores oportunidades laborales. La zona rural experimenta la mayor tasa de emigración, alcanzando el 80%.

### 1.5.2. Salud

La información estadística revela que la población en general en el cantón carece de un sistema de salud integral, dejándola en una posición vulnerable ante enfermedades que podrían ser atenuadas mediante programas sostenidos de prevención. En el caso específico de los residentes del sector Zhuzhún, enfrentan la dificultad de tener los hospitales ubicados en el extremo opuesto del cantón Paute, lo cual plantea un problema ya que su entorno carece de los correspondientes servicios de salud.

*Figura 19. Cabecera cantonal*



*Nota.* Esta figura la cabecera cantonal y los hospitales del cantón Paute. Imagen obtenida de: Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Paute, 2020.

## **CAPÍTULO 2: PARÁMETROS Y CRITERIO DE DISEÑO**

### **2.1 Tipo de sistema de Alcantarillado**

Un sistema de sanitario comprende un conjunto de infraestructuras diseñadas para recolectar y transportar de manera adecuada las aguas residuales y los escurrimientos superficiales generados por las lluvias en una determinada área establecida para su disposición final. Esto se logra mediante una estructura que incluye redes de tuberías, posos y otras instalaciones complementarias.

#### **➤ Alcantarillado Convencional**

El sistema de alcantarillado convencional es muy utilizado por la flexibilidad en el funcionamiento del sistema. Su gran diámetro ayuda a compensar los errores generados por la incertidumbre en los parámetros de diseño que definen los caudales, la densidad de población futura, el mantenimiento insuficiente o nulo, etc (González, 2014a).

La evacuación adecuada de aguas residuales es esencial en cualquier proyecto de desarrollo, por lo que se es necesario implementar la construcción de un sistema de sanitario para eliminar los desechos de aguas residuales generados por los residentes de una zona del proyecto.

El método de construcción de alcantarillado convencional es uno de los métodos más usados para la recolección y transporte de aguas servidas, las redes colectoras de este sistema por lo general se construyen en el centro de las vías, calles y avenidas, considerando y aprovechando sus pendientes, permitiendo que se produzca el transporte de sedimentos y aguas servidas por gravedad, hasta la o las plantas de tratamiento diseñadas. En este sistema de alcantarillado se considera las conexiones domiciliarias conectadas directamente con la red de desagüe de las viviendas del sector, transportando las aguas servidas desde estas a las alcantarillas más cercanas (OPS/CEPIS, 2005).

#### **➤ Alcantarillado No Convencional**

Los sistemas de alcantarillado no convencionales surgieron por la necesidad de saneamiento básico de aguas residuales por parte de poblaciones de escasos recursos económicos, son sistemas poco flexibles



ya que requieren un mejor control y definición de parámetros de 3<sup>o</sup> diseño, especialmente caudales, mantenimiento intensivo y en gran escala, aceptación de las personas para controlar las limitaciones del sistema (González, 2014b).

## **2.2 Área de aporte**

Se entiende como el área tributaria a la superficie que aporta caudal sanitario al colector entre pozos. Esta área de aporte depende si la red de alcantarillado es abierta (zona rural) o cerrada (zona urbana), y el sentido de flujo en la dirección de la pendiente del terreno. Para la delimitación de áreas se considerará el trazado del colector, y su impacto presente y futuro (Moya, 2018).

Resulta crucial establecer un área de aporte, también conocida como área tributaria, para el proyecto el definir la zona de servicio del sistema de alcantarillado. Esto implica delimitar en planos precisos y actualizados la extensión territorial, así como los lotes o terrenos comprendidos en el proyecto. También es necesario tener en cuenta la topografía de la región y los diversos usos de suelo que puedan existir en ella.

### **2.2.1. Población**

La población servida es un parámetro importante en el diseño de un sistema de alcantarillado ya que la longitud del alcantarillado es proporcional a la población beneficiada. La población diseñada para el sistema de alcantarillado no es la población actual, sino la población de diseño que se basa en los cambios dinámicos de la población a lo largo del tiempo (Torres, 2008a).

El conocimiento de los datos demográficos, es clave para identificar la demanda de sistemas según la población y la región. El conocimiento demográfico del cantón destaca la importancia de la población, su fuerza laboral y dinámicas sociales para su propio desarrollo. La población y asentamiento están estrechamente vinculados a las estrategias de uso de la tierra.

### ➤ **Población de diseño**

Determinar la población de diseño para un sistema de alcantarillado es un paso esencial en la planificación y diseño de la infraestructura correspondiente. La población de diseño se emplea para calcular el tamaño apropiado de las tuberías, la capacidad de las estaciones de bombeo y otras instalaciones requeridas para el tratamiento y gestión eficaz de aguas residuales. En el cual interfiere distintos factores tales como:

- Topografía del área en donde se propondrá su diseño.
- Características topográficas del lugar donde se planea realizar el diseño.
- Durabilidad de las estructuras frente a los efectos del material y sus componentes.
- Incremento en la población.
- Modificaciones socioeconómicas en la región.
- Modelo de financiamiento del proyecto (ya sea público o privado).

Según los parámetros de la Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural, quinta parte numeral 4.1 para sistemas de agua potable o disposición de excretas, sugiere que se tome como un periodo de 20 años (SENAGUA, 2012a).

### ➤ **Población futura**

El número de habitantes que se favorecerá se lo calculará a partir de la población actual, se lo conseguirá mediante encuestas que se desarrollarán para este proyecto y al mismo tiempo con la ayuda de los datos estadísticos que proporciona el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) para conseguir los índices de crecimiento poblacional del sector de Zhuzhun.

Mediante estudios que ya se definieron por ingenieros y que a medida que avanza el tiempo se los adoptó para los cálculos tenemos tres métodos para la proyección de crecimiento poblacional como: proyección aritmética, geométrica, exponencial de los cuales nos ayudaran para tener una mejor perspectiva en el diseño.

En la siguiente tabla se muestran los métodos con su respectiva forma de cálculo a través de una fórmula para el cual (SENAGUA) nos sugiere que se use el método geométrico.

*Método Aritmético - Ecuación 1*       $Pf = Po(1 + r * t)$

*Método geométrico - Ecuación 2*       $Pf = Po(1 + r)^n$

*Método logarítmico - Ecuación 3*       $Pf = Po * (e)^{r*n}$

Dónde las variantes se identifican por:

- Pf: Población futura en [habitante]
- Po: Población inicial en [habitantes]
- r: Tasa de crecimiento poblacional [habitantes/año]
- t: Periodo de diseño en [años]

➤ **Densidad poblacional**

La densidad de población constituye un indicador que nos proporciona información sobre la cantidad de personas que residen en una zona geográfica específica. Además, esta medida nos ofrece una evaluación de la dispersión o concentración de la población en dicho lugar. Su cálculo se lleva a cabo mediante:

*Ecuación 4*       $Densidad\ poblacional = Población / Superficie$

## 2.3 Dotación

La dotación se establece como la cantidad de agua que cada habitante consume diariamente. Es importante destacar que este parámetro es esencial y no puede ser reemplazado. Determinarlo de manera precisa es crucial para satisfacer las futuras necesidades de los usuarios que se beneficiarán de este servicio, por lo que debe ser objeto de un estudio detenido. Siguiendo las directrices del CPE INEN 005-9-1 proporcionado por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), el cual establece normas para el estudio y diseño de sistemas de agua potable y eliminación de aguas residuales destinadas a poblaciones que superan los 1000 habitantes. Para poblaciones menores a 5000 habitantes, se debe tomar la dotación mínima fijada **100 lt/hab/dia**. Considerándose los aspectos:

- Características climáticas.

- Dotación establecida para los diversos sectores urbanos, según las necesidades de los servicios públicos.
- Necesidad de agua potable.
- Otras demandas asociadas a las operaciones de limpieza de sistemas de alcantarillado.

En caso de falta de información, se deben extraer los datos de la tabla siguiente:

**Tabla 1. Parámetros para la dotación media futura**

<b>Población (habitantes)</b>	<b>Clima</b>	<b>Dotación Media Futura (l/hab/día)</b>
<b>Hasta 5000</b>	<b>Frio</b>	<b>120-150</b>
	<b>Templado</b>	<b>130-160</b>
	<b>Cálido</b>	<b>170-200</b>
<b>5000 a 50000</b>	<b>Frio</b>	<b>180-200</b>
	<b>Templado</b>	<b>190-220</b>
	<b>Cálido</b>	<b>200-230</b>
<b>Más de 50000</b>	<b>Frio</b>	<b>&gt;200</b>
	<b>Templado</b>	<b>&gt;220</b>
	<b>Cálido</b>	<b>&gt;230</b>

*Nota.* Esta tabla muestra los parámetros de la dotación media futura. Realizada con información tomada de *Norma INEN*.

### 2.3.1. Niveles de servicio

Nivel de servicio que se brindará según las condiciones propias de la zona del proyecto. Debido a la escasa información disponible sobre la comunidad, los valores utilizados para determinar este parámetro se regirán por la normativa, la cual contiene datos teóricos.

*Tabla 2. Nivel de servicio*

<b>NIVELES DE SERVICIO</b>	<b>CLIMA FRIO (L/hab*día)</b>	<b>CLIMA CALIDO (l/hab*día)</b>
<b>Grifos públicos. Letrinas sin arrastre de agua</b>	<b>25</b>	<b>30</b>
<b>Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño. Letrinas con o sin arrastre de agua.</b>	<b>50</b>	<b>65</b>
<b>Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa Letrinas con o sin arrastre de agua</b>	<b>60</b>	<b>85</b>
<b>Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa. Sistema al alcantarillo sanitario</b>	<b>75</b>	<b>100</b>

*Nota.* Esta tabla muestra el nivel de servicio. Realizada con información tomada de *Norma CO 10.7 – 106 – Revisión.*

Un alto nivel de servicio garantiza una gestión eficiente, minimiza riesgos de contaminación y contribuye a un entorno urbano limpio y seguro. Los criterios incluyen

eficiencia en la eliminación de aguas residuales, prevención de obstrucciones y protección del medio ambiente.

## **2.4 Parámetros de diseño**

Para el diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales en las que se regularizan a bases de normas y criterios para este trabajo se lo analizará y desarrollará en el sector de Zhuzhún, en el cual para el diseño y evaluación se lo fundamentó en los siguientes documentos:

- Norma Codificada (CO 10.7-601) para Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado para poblaciones mayores a 1000 habitantes, publicadas por la Subsecretaría del Agua (SENAGUA).
- Norma Codificada (CO 10.07-602) para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el Área Rural, publicadas por la Subsecretaría del Agua (SENAGUA).
- Los parámetros de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado desarrollados en la II Fase de los Planes Maestros de Agua Potable y Alcantarillado para la ciudad de Cuenca.
- Norma de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q)01-AL-EMAAO-Q-2009.
- CPE INEN 005-9-1 dado por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).

“La red de alcantarillado, además de colectores o tuberías, está constituida de otras estructuras hidráulicas como: pozos de inspección, cámaras de caída, aliviaderos frontales o laterales, sifones invertidos, conexiones domiciliarias, sumideros y rejillas” (López, 2003).

### **2.4.1. Caudales de diseño**

La red de recolección de nuestro sistema, se diseñará por tramos, considerando el caudal acumulado en cada uno de ellos. Para esto se considerará el caudal de aguas residuales, un aporte de aguas ilícitas y un caudal de aguas de infiltración hacia los colectores. Todos los parámetros y criterios adoptados para el cálculo deberán ser justificados (SENAGUA, 2014).

Se basará en la ecuación de Caudal de Sanitario en donde en cada una de las tuberías posee un factor llamado caudal y está formado por la sumatorias de caudales tales como: aguas servidas domésticas, aguas ilícitas, aguas de infiltración. Por lo que quedaría de la siguiente manera la siguiente expresión:

**Ecuación 5** 
$$Qd = Qar + Qinf + Qilic$$

Dónde las variantes se identifican por:

- Qd: Caudal de diseño.
- Qar: Caudal de aguas residuales domésticas.
- Qinf: Caudal de infiltración.
- Qilic: Caudal de aguas ilícitas.

En secciones donde el caudal de diseño sea inferior al caudal de descarga de un inodoro, aplicamos el valor sugerido de 2.2 lt/s.

#### 2.4.2. Caudal medio de aguas residuales

El cálculo del caudal se basará en la población que contribuye, así como en el suministro de agua potable al inicio y al final del periodo de diseño, modificado por el coeficiente de retorno. El caudal medio de aguas residuales se calculará con la ecuación:

**Ecuación 6**

$$qas = \frac{C \times P \times D}{86400}$$

Dónde las variantes se identifican por:

- **qas**: Caudal medio de aguas residuales (l/s).
- **C**: Factor de retorno de aguas servidas (%)
- **P**: Población aportante (hab).
- **D**: Dotación per cápita de agua potable (l/(hab\*día))

#### 2.4.3. Coeficiente de retorno

Este factor representa la porción de agua destinada al uso doméstico (Dotación neta) que se considera como agua negra en el sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. Para determinar su valor, es necesario examinar la información actual del sector o la comunidad y realizar mediciones de campo.

En este escenario, donde la información es escasa y ha pasado mucho tiempo desde su actualización, se emplea el valor proporcionado por la tabla recomendada por EMAAP-Q.

**Tabla 3. Coeficientes de Retorno de Aguas Servidas**

<b>COEFICIENTES DE RETORNO DE AGUAS SERVIDAS DOMESTICAS</b>	
<b>Nivel de complejidad del sistema</b>	<b>Coeficientes de retorno</b>
<b>Bajo y medio</b>	<b>0,7-0,8</b>
<b>Medio alto y alto</b>	<b>0,8-0,85</b>

*Nota.* Esta tabla muestra los coeficientes de retorno de aguas servidas domésticas.

Realizada con información tomada de (Neira et. al., 2009)

#### **2.4.4. Caudal Máximo Horario**

Hace referencia al caudal de agua en el cual por un grupo de habitantes consume mediante la hora de máximo consumo en un día.

##### **Ecuación 7**

$$Q_{ar} = K * q_{as}$$

Dónde las variantes se identifican por:

- **Qar:** Caudal de Aguas Residuales o Caudal Máximo Instantáneo.
- **K:** Coeficiente de Mayoración.
- **qas:** Caudal Medio.

El coeficiente de mayoración (K) tiene un valor igual a 3 para todos los servicios según la (NORMA CO 10.7 - 602 – REVISIÓN).

#### **2.4.5. Caudal de Infiltración**

El caudal denominado "caudal de infiltración-Qinf" se refiere al flujo de agua de lluvia o freática que ingresa a la red de alcantarillado sanitario a través de conexiones y juntas que han desarrollado fisuras en la tubería, así como aquellas áreas que han



experimentado conexiones incorrectas. Según las directrices establecidas en la Normativa de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de EMAAP-Q, se tiene lo siguiente:

**Tabla 4. Caudales de infiltración**

Nivel de complejidad del sistema.	Infiltración alta (l/s-ha)	Infiltración media (l/s-ha)	Infiltración baja (l/s-ha)
Baja y medio	0,1-0,3	0,1-0,3	0,05-0,2
Medio alto y alto	0,15-0,4	0,1-0,3	0,05-0,2

*Nota.* Esta tabla muestra los parámetros del caudal de infiltración. Realizada con información tomada de (Neira et. al., 2009).

#### 2.4.6. Caudal de Aguas Ilícitas

“El Caudal que también forma parte, es el de aguas ilícitas, que se relaciona a todas las conexiones ilegales de aguas de lluvia de techos, pozos privados, etc” (SENAGUA, 2012b). Se tiene como fórmula:

**Ecuación 8**

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

Dónde las variantes se identifican por:

- **Pf:** Población futura(hab)
- **fi:** Factor de conexiones ilícitas(l/hab/día)

Por recomendación de ETAPA EP se toma un valor constante igual a 80 l/hab/día al factor de conexiones ilícitas.

#### 2.4.7. Presiones y especificaciones de la red.

Las presiones en un sistema de alcantarillado se refieren a las fuerzas aplicadas sobre las tuberías y estructuras que componen el sistema debido al flujo de aguas residuales y pluviales. La gestión cuidadosa de estas presiones es crucial para garantizar

el funcionamiento eficaz y la integridad del sistema. Diversos factores generan presión en un sistema de alcantarillado, entre ellos:

La gestión efectiva de estas presiones incluye la monitorización constante del sistema, la limpieza periódica para prevenir obstrucciones y la implementación de medidas de alivio, como válvulas, para evitar daños en caso de presiones elevadas. Un diseño apropiado también considera las presiones esperadas y las fluctuaciones en el caudal.

1. Gravedad: La fuerza que impulsa el flujo de aguas desde áreas más altas a más bajas, permitiendo su dirección hacia estaciones de bombeo o plantas de tratamiento.
2. Caudal: El volumen de agua que fluye puede generar presiones significativas, especialmente durante aumentos repentinos, como lluvias intensas, lo que puede ocasionar desbordamientos o daños si no se manejan adecuadamente.
3. Sedimentos y obstrucciones: La acumulación de sedimentos, objetos extraños o bloqueos en las tuberías aumenta la presión y reduce la capacidad de transporte del sistema.
4. Vaciado de tanques sépticos: La liberación masiva de aguas residuales desde tanques sépticos puede generar presión en el sistema.
5. Presión de gases: En sistemas cerrados, como los alcantarillados a presión, la acumulación de gases puede generar presión, requiriendo ventilación adecuada para liberarla de manera segura.

La gestión efectiva de estas presiones incluye la monitorización constante del sistema, la limpieza periódica para prevenir obstrucciones y la implementación de medidas de alivio, como válvulas, para evitar daños en caso de presiones elevadas. Un diseño apropiado también considera las presiones esperadas y las fluctuaciones en el caudal.

## **2.5 Consideraciones de diseño**

### **2.5.1. Profundidades**

La disposición de la red de alcantarillado debe ser a una profundidad que permita la recolección de aguas residuales de las viviendas ubicadas en terrenos más bajos a ambos lados de las calles, utilizando la fuerza de la gravedad. También es esencial

garantizar una cobertura mínima para evitar posibles daños en las tuberías causados por cargas vivas, como las generadas por vehículos u otras fuentes. Por esta razón, se establece una profundidad mínima de 1,2 metros para cumplir con estos requisitos.

### **2.5.2. Criterio de Velocidad**

#### **➤ Velocidad mínima permisible**

Si las aguas residuales fluyen a baja velocidad durante mucho tiempo, los sólidos transportados se depositarán en las tuberías. Por lo tanto, se debe garantizar una velocidad suficiente para eliminar los sólidos sedimentados durante los períodos de flujo bajo (Neira et. al., 2009).

De acuerdo con la norma (CPE INEN 5 Parte 9-1, 1992), se establece que la velocidad mínima en la red de alcantarillado debe ser de 0.6 m/s, y en sus segmentos iniciales no debe descender por debajo de 0.4 m/s.

#### **➤ Velocidad máxima permisible**

El valor máximo permisible de la velocidad media en las tuberías que trabajan por gravedad depende de la susceptibilidad al desgaste del material. Estos valores deben justificarse adecuadamente según las propiedades del material, las propiedades abrasivas de las aguas residuales, la turbulencia del flujo de agua y el empotramiento de las tuberías (Neira et. al., 2009).

Se sugiere una velocidad máxima de 10 m/s para PVC y 5 m/s para otros tipos de materiales.

### **2.5.3. Criterio de pendientes**

#### **➤ Pendiente mínima permisible**

En un sistema de alcantarillado, es necesario asegurar una pendiente mínima para garantizar las condiciones de autolimpieza, mediante la aplicación del concepto de tensión tractiva. En el diseño convencional del sistema de alcantarillado, la pendiente mínima de las alcantarillas se determina según la inclinación necesaria para mantener una velocidad mínima de 0,6 m/s. Si las condiciones de flujo no son favorables en los tramos

iniciales debido al bajo caudal evacuado, se recomienda mantener una pendiente mínima del 0,8%.

### ***Ecuación 9***

$$S_{min} = \frac{\sigma_{\tau}}{p * g * R}$$

Dónde las variantes se identifican por:

- $S_{min}$ : Pendiente mínima de la tubería [m/m]
- $\sigma_{\tau}$ : Tensión Tractiva mínima
- $R$ : Radio hidráulico [m]
- $g$ : Aceleración debida a la gravedad [m/s<sup>2</sup>]

#### **➤ Pendiente máxima permisible**

Se calculará la pendiente máxima permitida en función de la velocidad máxima permitida. Está relacionada directamente con la velocidad máxima admisible en la red de alcantarillado.

## **2.6 Hidráulica de alcantarillas**

“Los sistemas de alcantarillados son diseñados para operar en condiciones de flujo libre no permanente. Sin embargo, para simplificar los cálculos se considera que el flujo es permanente y uniforme, de esta manera se puede aplicar las ecuaciones de Manning” (Torres, 2008b).

### **2.6.1. Flujo de tuberías**

El flujo en las tuberías de un sistema de alcantarillado es crucial para su funcionamiento eficiente y la gestión adecuada de aguas residuales y pluviales. Un flujo controlado previene obstrucciones, favorece la autolimpieza, facilita la evacuación de aguas pluviales, y contribuye a la preservación del medio ambiente y la eficiencia operativa del sistema. Un diseño adecuado y el mantenimiento regular son esenciales para garantizar un flujo eficiente y prevenir problemas operativos y ambientales.

### 2.6.1.1. Flujo de tuberías llena

La tubería trabaja en la totalidad de su sección, es decir el elemento trabajará a presión, por lo que el diámetro de la tubería influye directamente en la obtención del radio hidráulico, que será utilizado en la ecuación de Manning (Ecuación 10).

**Ecuación 10**

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

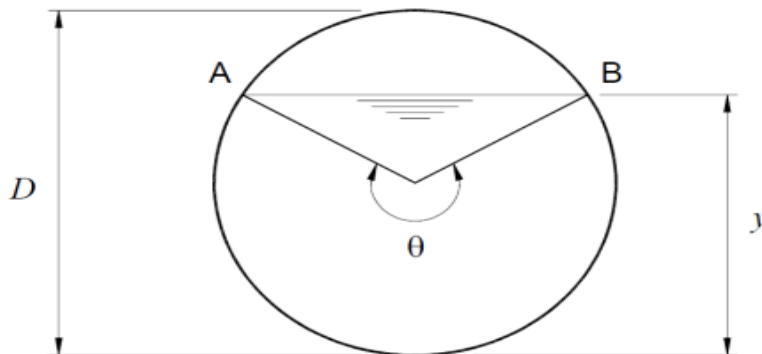
Dónde las variantes se identifican por:

- A: Área transversal [ $m^2$ ]
- R: Radio Hidráulico [m]
- S: Pendiente Longitudinal [m/m]
- n: Coeficiente de rugosidad de Manning

### 2.6.1.2. Flujo de tuberías parcialmente llena

Como mencionamos anteriormente, la tubería operará con una carga parcial, lo que significa que no funciona bajo presión y, desde un punto de vista hidráulico, actúa como un canal. Esto facilita la ventilación de los gases producidos. Para este cálculo específico, es necesario determinar las condiciones de la tubería cuando está parcialmente llena, alcanzando un 80% de su capacidad.

**Figura 20. Flujo parcialmente llena**

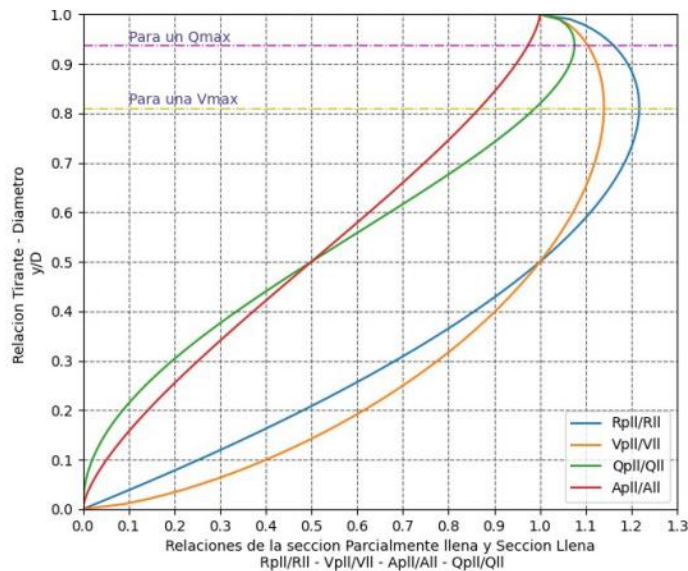


*Nota.* Esta figura muestra el flujo parcialmente lleno. Imagen obtenida de (Rocha, 2007).

### 2.6.2. Relaciones hidráulicas

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena para poder agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena. La velocidad y el caudal de una sección parcialmente llena se determina de acuerdo a las relaciones hidráulicas  $q/Q$ ,  $v/V$  y  $y/D$ .

**Figura 21. Relaciones entre flujos de parcialmente llena y llena**



*Nota.* Esta figura muestra las relaciones entre flujos de parcialmente lleno y lleno.

Imagen obtenida de (Blaz, 2021).

#### ➤ **Relación $q/Q$**

Este valor se calcula dividiendo el caudal de diseño determinado para cada segmento de tubería entre el caudal correspondiente al tubo lleno ( $Q$ ) calculado mediante la fórmula de Manning.

#### ➤ **Relación $v/V$ :**

Después de obtener el valor de  $q/Q$ , se determina esta relación dividiendo la velocidad de diseño entre la velocidad correspondiente al tubo lleno, calculada mediante la expresión de Manning mencionada previamente. Las curvas que representan las propiedades hidráulicas para tuberías de gravedad con superficie libre se utilizarán para calcular las relaciones de velocidades ( $v/V$ ), el radio hidráulico y la profundidad del agua para el caudal de diseño.

## 2.7 Encuestas

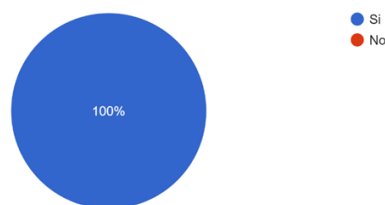
Para el diseño de alcantarillado se realizó una encuesta virtual y física para saber la población que posee el sector, el uso de la vivienda, la situación económica de los jefes de hogar, su manera de como abastecerse de agua en las cuales se tomó de igual manera sus necesidades básicas, se la entregó a cada familia, en el cual respondió cada jefe de hogar del sector de estudio.

A esta encuesta se la llamo " Diseño de Alcantarillado Barrio Pirincay" en la que participaron 50 personas como jefe de hogar de sus familias y para los que se logró obtener los diferentes resultados.

Se logró la aceptación de todos los habitantes en que se implemente un diseño de alcantarillado ya que ellos por necesidad lo quieren dando un 100% a la pregunta en la cual se la describió como se la muestra en la siguiente imagen:

**Figura 22. Importancia de un sistema de alcantarillado**

¿Piensa qué es importante que se implemente un sistema de alcantarillado para mejorar la calidad de vida del sector?  
50 respuestas



*Nota.* Esta figura muestra la importancia de un sistema de alcantarillado. Realizado por los autores.

Esto se pudo realizar mediante una encuesta en la que participaron una persona por casa, como resultado nos dio 50 encuestas y en las que se pudo ver las siguientes características de la población.

### 2.7.1 Distribución de la población y características socio económicas

La población de la zona de estudio se la distribuyo dependiendo de cuantas personas viven en cada una en la encuesta, como resultados observamos una población de alrededor

de 220 personas divididas en cada número de miembros de cada familia, se la puede visualizar de la siguiente manera.

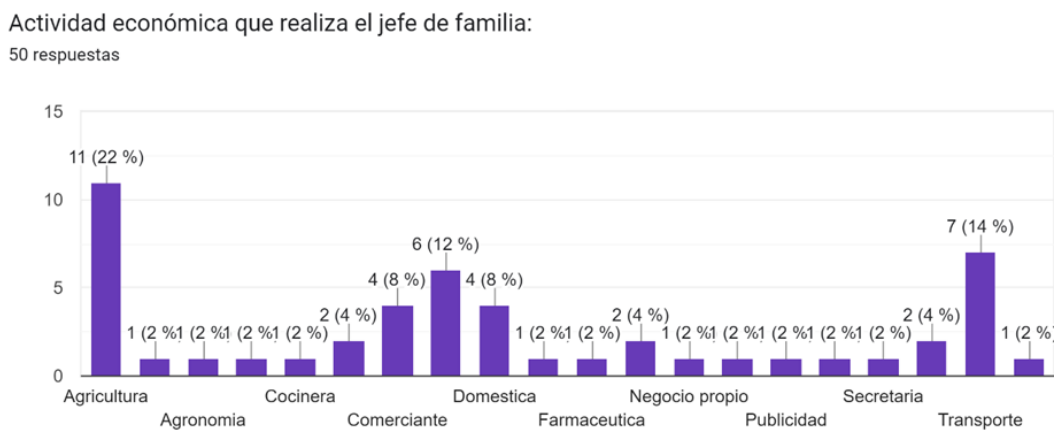
**Figura 23. Cantidad de personas por familia**



*Nota.* Esta figura muestra la cantidad de personas por familias. Realizado por los autores.

En la parte socio-económica se tomó a los jefes de hogar y preguntando su actividad económica, los resultados de la encuesta de la misma manera se la realizo se la pueden observar que a la actividad de Agricultura es la que más realizan con un 22%, como segunda el Transporte (14%), las diferentes actividades de las puede observar en la siguiente figura:

**Figura 24. Actividad económica**



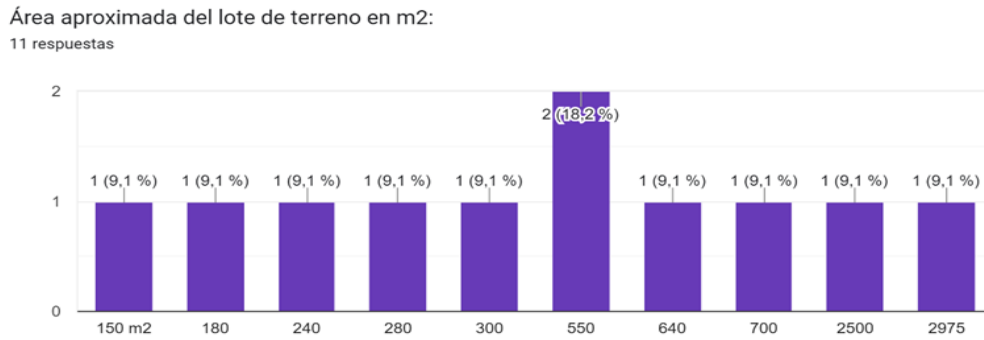
*Nota.* Esta figura muestra la actividad económica. Realizado por los autores.



### 2.7.2 Catastros

En este sentido, se tomó 50 casas ya que en cada una de ellas posee su jefe de hogar, por falta de datos de las áreas no se pudo ver como se distribuyen los predios para eso en el diseño se planteará a lo observado, por lo que en la encuesta se preguntó el área del terreno, pero lastimosamente no se acordaban, pero de los siguientes datos se tomara para el diseño, como en la figura siguiente se pueden ver algunas áreas.

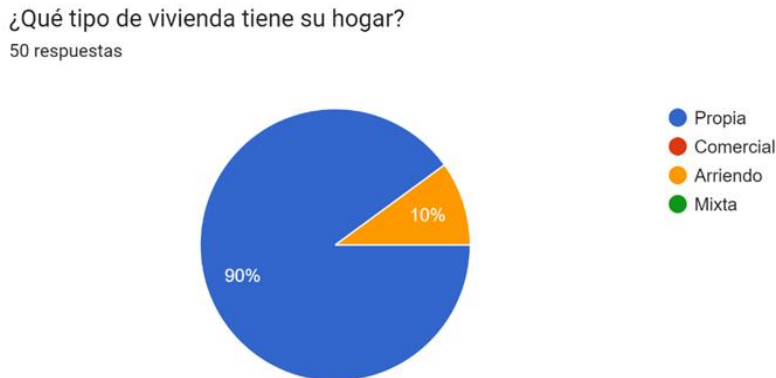
**Figura 25. Lotes de terreno**



*Nota.* Esta figura muestra los lotes de terreno. Realizado por los autores.

Cabe resaltar también el uso de esas viviendas por lo que en la encuesta también se encuestó y su mayoría tienen a ser propias. Como se lo demuestra en la siguiente figura.

**Figura 26. Tipo de vivienda**



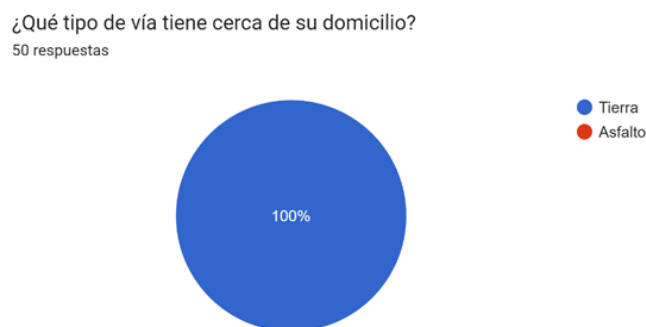
*Nota.* Esta figura muestra los tipos de viviendas. Realizado por los autores.

### 2.7.3 Servicios existentes

#### ➤ Tipo de vía

Las vías que se encuentran por el sector de Zhuzhun, barrio Pirincay son de tierra, se lo puede demostrar con las siguientes figuras, como parte de esto los moradores han hecho para la evacuación de lluvias, espacios a los extremos de la vía para que el agua lluvia no genere problemas. Cabe mencionar que la falta de agua ha provocado que en las quebradas se han secado y donde existe pura vegetación y en épocas de lluvia la vía se desgasta la capa de rodadura, por lo que se analiza la posibilidad de un sistema de alcantarillado combinad.

*Figura 27. Tipo de vía*



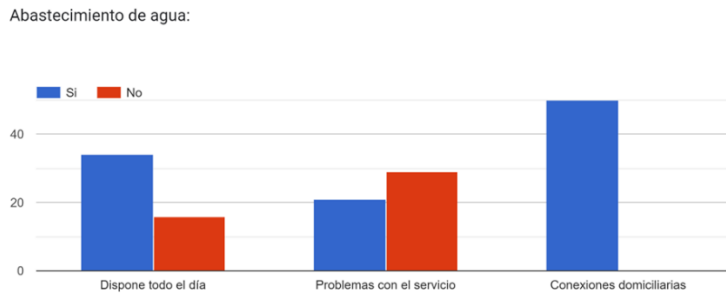
*Nota.* Esta figura muestra el tipo de vía. Realizado por los autores.

Pero en los espacios donde existía un río lastimosamente por la falta de agua se ha secado y los habitantes lo toman como un basurero.

#### ➤ Sistema de agua

El "Barrio Pirincay" en relación a como se abastece de agua posee diferentes servicios en donde se puede ver en las siguientes imágenes, en la que no tienen problema con el servicio y en la que poseen conexiones domiciliarias todas las casas, pero lo que han sufrido cortes por escasez de lluvias y en la mayoría usa sistema de agua potable y no posee muchos problemas.

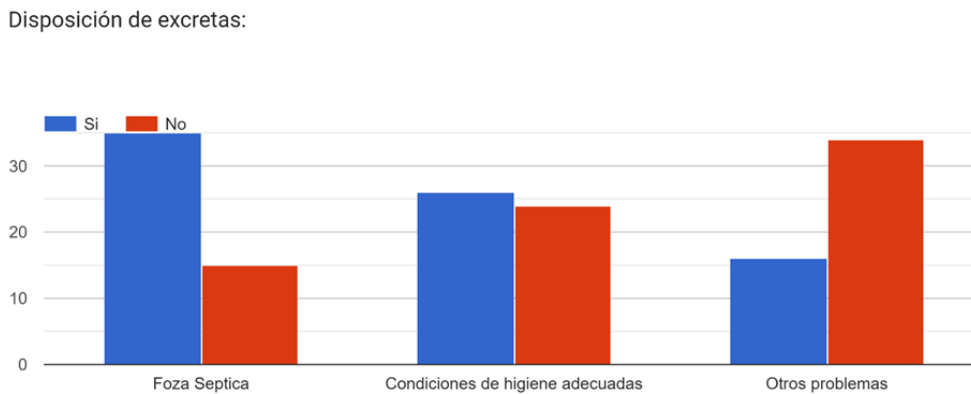
**Figura 28. Abastecimiento de agua**



*Nota.* Esta figura muestra el abastecimiento de agua. Realizado por los autores.

Como ya se ha mencionado la falta de una red de alcantarillado público en el “Barrio Pirincay”, es por lo que la necesidad de las personas ha motivado el desarrollo de este proyecto para mejorar las condiciones óptimas del servicio de alcantarillado a los habitantes. En la encuesta se dispuso una pregunta más en la que tiene referente al alcantarillado, en la cual nos dio como resultado que la mayoría si posee fosas sépticas.

**Figura 29. Disposición de excretas**



*Nota.* Esta figura muestra la disposición de estratos. Realizado por los autores.

Pero los problemas siempre persisten y entre ellos los más recalcados a mencionarse son; mal olor, mala organización, falta de agua potable por corte, problemas por bombeo, falta de alcantarillado, suciedad en las vías.

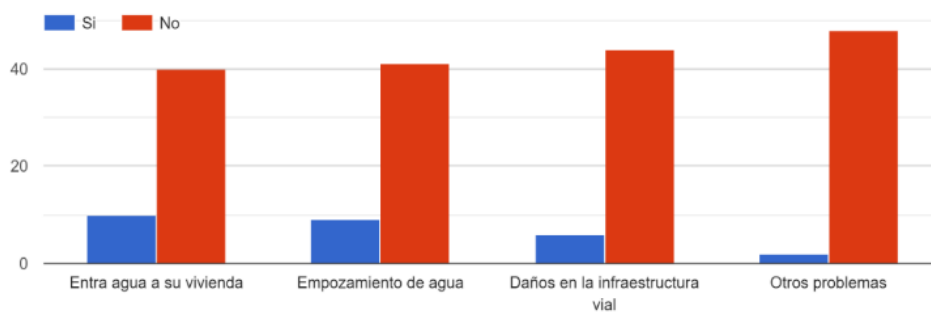
Otro factor a analizar es la evacuación de aguas lluvias ya que en partes de la vía y el sector han generado problemas tales como: La acumulación de agua lluvias entra a las viviendas, se forman charcos de agua en diferentes zonas, en la vía también sufre daños

de infraestructura, el sector tiende a tener deslizamientos por las quebradas y pendientes de taludes lo que ha causado enojos y sustos en los habitantes.

Para analizar esta situación en la encuesta se manifestó una pregunta a base de una necesidad de alcantarillado pluvial, la cual arrojó estos resultados que se los muestra a continuación.

**Figura 30. Alcantarillado pluvial**

Necesidad de alcantarillado pluvial:



*Nota.* Esta figura muestra la necesidad de alcantarillado pluvial. Realizado por los autores.

# **CAPÍTULO 3: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

## **3.1 Generalidades y Componentes del Sistema**

Son servicios públicos fundamentales para la comunidad en la salud, calidad de vida, el desarrollo urbano y el cuidado del medio ambiente. Los sistemas vinculados con la provisión de agua potable y la administración ambiental del saneamiento, englobando tanto el alcantarillado sanitario como el pluvial, además de las actividades de recolección, conducción y disposición final.

El diseño de un proyecto para la recolección y eliminación de aguas residuales implica la realización de estudios previos exhaustivos que aborden aspectos físicos y socioeconómicos de la zona. Estos estudios son cruciales para seleccionar la opción más adecuada en términos técnicos, económicos y financieros, priorizando la reducción del impacto ambiental (EMAAP, 2009c).

El proyecto propuesto busca implementar un sistema de alcantarillado sanitario que cumpla con las necesidades de las comunidades la zona de estudio, utilizando una red de tuberías sanitarias y obras complementarias para asegurar un eficiente proceso.

### **3.1.1. Calidad de materiales**

La importancia de los materiales y su calidad en obras es fundamental para garantizar la eficiencia, durabilidad y funcionamiento adecuado de la infraestructura que se quiere realizar en el proyecto. La calidad se consideró esencial para garantizar la durabilidad, integridad estructural y eficiencia hidráulica del sistema que se va implementar en este sector para beneficio de su comunidad. Se consideró una elección cuidadosa de materiales que cumplen con normativas y regulaciones, crucial para asegurar la seguridad y cumplir con estándares ambientales. Se detalló algunas consideraciones tomadas para la calidad de los materiales del proyecto:

- **Durabilidad y Vida Útil:** La elección de materiales resistentes y duraderos asegura que la infraestructura del alcantarillado tenga una vida útil prolongada. Esto minimiza la necesidad de reemplazos frecuentes y abarata los costos a largo plazo.

- **Integridad Estructural:** La calidad de los materiales afectara directamente la integridad estructural del sistema sanitario.
- **Resistencia:** Los materiales a utilizarse deben ser resistentes a la corrosión y a la acción de sustancias químicas presentes en las aguas residuales.
- **Salud Pública:** Los materiales influirán en la capacidad del sistema para mantener un ambiente higiénico y prevenir la filtración de aguas residuales que podrían contaminar el suelo y las fuentes de agua subterránea.
- **Eficiencia Hidráulica:** Se debió considerar el material adecuado y la calidad de su fabricación por el impacto en el sistema.
- **Cumplimiento Normativo:** Se usó materiales que cumplen con las normativas y regulaciones, es crucial para asegurar que el proyecto cumpla con los estándares de seguridad y ambientales establecidos.

### 3.1.2. Selección del material de las tuberías

La elección de las tuberías debe basarse en su dimensionado hidráulico y en la verificación de su resistencia estructural a las cargas externas. Las evaluaciones deben realizarse mediante comparaciones entre materiales que aseguren un rendimiento similar (tubería más rellena). Los materiales comúnmente utilizados en nuestra región son el Hormigón Armado (HA) y el Policloruro de Vinilo (PVC). Se podrán considerar otros materiales con justificación adecuada, siempre que cumplan con las normativas de cálculo estructural, hidráulico y de protección contra la corrosión. El proyectista deberá explicar el criterio utilizado para la selección de tubos, evaluando la economía a lo largo del periodo de diseño de la instalación y no necesariamente el costo inicial más bajo. Según la normativa CPE INEN (1992), se debe considerar:

- Cuando existe una red de agua potable las tuberías deben pasar por debajo, dejando una altura libre mínima de 0.3m cuando las tuberías sean paralelas y 0.20m cuando se crucen.
- Las tuberías se deben colocar a una profundidad capaz de recolectar las aguas residuales de ambos lados de la calzada.
- Se considerará un relleno mínimo de 1.2 m de altura sobre la clave del tubo para garantizar soporte al tránsito vehicular.
- Se sugiere una profundidad máxima permisible de 5m o una profundidad que no cause dificultades de construcción.

### 3.1.3. Periodo de diseño

El periodo de diseño o planificación debe establecer las condiciones fundamentales del proyecto, incluyendo la capacidad del sistema para satisfacer la demanda futura, la densidad actual y de saturación, la durabilidad de los materiales y equipos utilizados, así como la calidad de la construcción y su operación y mantenimiento. Además, la duración del periodo de diseño se determina en función de la demanda del servicio, la programación de inversiones, la viabilidad de ampliaciones y las tasas de crecimiento de la población, el comercio y la industria.

El periodo de diseño es función de la importancia de la obra, facilidades de ampliación de la obra luego de que termine el periodo, capacidad económica de la comunidad, tasa de crecimiento poblacional y el impacto ambiental producto de la ejecución de las obras (Martínez, 2011).

La selección del periodo de diseño implica considerar la vida útil de estructuras y equipos, el desgaste natural de materiales, la facilidad para ampliaciones y la proyección de crecimiento poblacional y desarrollo urbano en áreas adyacentes.

**Ecuación 11**      Período de Diseño = Vida Útil del material + (Inicio – Construcción)

**Tabla 5. Períodos de diseño**

Componentes		Vida Útil
Pozos		10 a 25
Conducciones	Hierro Dúctil	40 a 50
	PVC o AC	20 a 30

*Nota.* Esta tabla muestra los periodos de diseño. Información tomada de *Norma INEN*.

En este proyecto, se seguirá el periodo de diseño establecido, evitando proyectar obras definitivas con períodos menores a 15 años. En el caso del nuevo sistema de alcantarillado sanitario, se considerará un periodo de diseño de 20 años.

### 3.1.4. Pozos de inspección

Estas unidades corresponden a la infraestructura de alcantarillado, ubicados a cierta distancia, los cuales permiten el fácil acceso hacia los

colectores para tareas de inspección y limpieza, además de ser elementos indispensables en cambios de pendiente, diámetro, material, dirección o en la intercepción de los colectores (ANDA, 2009).

Por lo anteriormente mencionado los pozos deberán ser colocados conforme los siguientes criterios.

- Los pozos de inspección deben presentar una estructura cilíndrica con un diámetro interior no menor a un metro o una forma prismática con una sección interior mínima de 100 x 100 cm.
- Las tapas deben ser sólidas y adecuadas para las condiciones de instalación previstas, especialmente en áreas de tráfico vehicular.
- Las tapas al inicio de cada tramo y las intermedias, correspondientes a tramo sin conexiones domiciliarias o ventilaciones, deben incluir aberturas para permitir la ventilación del sistema.
- En cada cambio de dirección o pendiente, así como en modificaciones de diámetro o material de conducción.
- En cualquier punto de intersección de tuberías.
- A una distancia compatible con el sistema de desobstrucción planificado, con un límite máximo de 100 metros.
- Al inicio de todas las tuberías.
- La profundidad será suficiente para realizar las conexiones de las tuberías.
- El fondo se diseñará en forma de canales o media caña, con parámetros apropiados para las tuberías de entrada y salida.
- Los pozos de inspección en los sistemas de alcantarillado sanitario deben colocarse estratégicamente para evitar el ingreso de aguas pluviales hacia ellos.
- Los pozos de revisión serán construidos con hormigón, y la tapa tendrá un diámetro de 60 cm.

#### ➤ **Diámetro de pozos de inspección**

El diámetro de un pozo de revisión es una característica crucial que influye en su eficacia y funcionalidad. Se determina principalmente por el tamaño y la capacidad de la red de alcantarillado que está conectada a él. Los pozos de inspección deben permitir la entrada de personal para llevar a cabo labores de mantenimiento e inspección del



sistema. Dichos pozos tendrán una forma cilíndrica, y en la parte superior, la abertura mínima del pozo será de 60 cm.

Debe ser lo suficientemente grande para permitir el paso sin restricciones del flujo de aguas residuales, esencial para evitar obstrucciones y asegurar un funcionamiento eficiente del sistema. Siguiendo las normativas y principios para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, se establece que el diámetro. Un diámetro apropiado también facilita la entrada y salida seguras del personal encargado de las labores de mantenimiento. Debe ser lo suficientemente amplio para permitir el trabajo seguro dentro del pozo.

La tapa y el brocal de los pozos de inspección serán estructuras prefabricadas de hormigón con una resistencia característica a la compresión de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Estos elementos se colocarán en la parte superior del cono, y el brocal deberá adecuar un espacio confinado para el asentamiento de la tapa.

### **3.1.5. Tuberías**

La tubería de alcantarillado se compone de tubos y conexiones acoplados mediante un sistema de unión hermético, el cual permite la conducción de las aguas residuales. El material que se elija para construir el alcantarillado es muy importante porque de esto dependen las características de resistencia, durabilidad, capacidad de conducción, economía, flexibilidad en el diseño, entre otras. (...) Es necesario un diámetro mínimo debido a que, hay veces en las que se introducen objetos en las alcantarillas y podría afectar el funcionamiento del sistema de alcantarillado (Conagua, 2009).

## **3.2 Trazado de la red**

El trazado de la red se refiere a la planificación y diseño de la disposición física de las tuberías y estructuras que componen el sistema de alcantarillado destinado a la evacuación de aguas residuales. Este proceso implica determinar la ubicación estratégica de las tuberías, conexiones, registros y demás componentes para garantizar una eficiente recolección y transporte de las aguas residuales desde las zonas urbanas o edificaciones hasta su destino final, que generalmente es una planta de tratamiento o un punto de vertido seguro. Algunos aspectos clave del trazado de la red de alcantarillado sanitario incluyen:

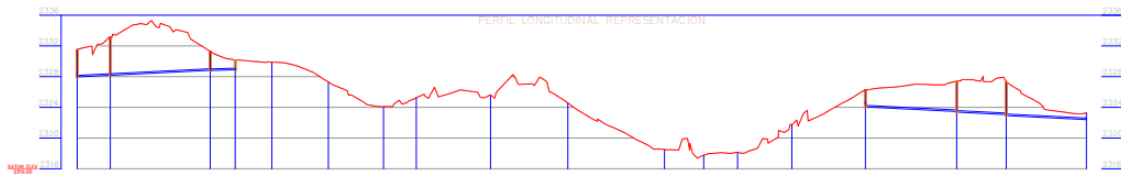
- **Planificación de Rutas:** Definir las rutas por las cuales se instalarán las tuberías, considerando la topografía del terreno, la ubicación de edificaciones, y evitando obstáculos como otras infraestructuras y servicios públicos.
- **Evaluación de Pendientes:** Determinar las pendientes adecuadas para garantizar un flujo gravitacional eficiente de las aguas residuales a lo largo de las tuberías.
- **Ubicación de Accesos:** Identificar puntos de acceso para inspección, mantenimiento y limpieza de la red, como pozos de visita o registros.
- **Consideraciones Ambientales:** Evitar descargas no tratadas en cuerpos de agua y minimizar cualquier impacto ambiental negativo, planificando la disposición final de las aguas residuales de manera responsable.
- **Capacidad de Diseño:** Dimensionar la capacidad de la red de alcantarillado de acuerdo con la demanda actual y futura, garantizando un sistema eficiente y sostenible a lo largo del tiempo.

### **3.2.1. Trazado de la red de alcantarillado sanitario**

El trazado de la red de alcantarillado sanitario se diseñó con el objetivo de lograr la evacuación eficiente y económica de las aguas residuales de la población de diseño, dirigiéndolos hacia su destino final, que estuvo previamente determinado y localizado en la zona de estudio. Este destino final es el empate de dos alcantarillados ya existentes y en servicio cercanos a al área del proyecto.

Este diseño se basa en los parámetros mencionados en el proyecto y en el criterio de los diseñadores. El trazado de las redes sanitarias se realizó de manera estratégica, considerando la topografía natural del terreno para permitir que el sistema funcione por gravedad en lugar de presión. Las redes atraviesan la vía principal de la comunidad, facilitando la evacuación de la gran mayoría de aguas residuales de las viviendas del sector ZhuZhún. En cuanto a la ausencia de red sanitaria en el tramo que se encuentra entre las dos redes, se debe a la factibilidad de los parámetros tomados anteriormente para el trazado de las otras. Planimetría del tramo1 se encuentra en el *Anexo 2* y Planimetría y perfil longitudinal del tramo 2 se encuentra en el *Anexo 3*.

**Figura 31. Representación de Zona Sin Alcantarillado**



*Nota.* Esta figura se muestra el tramo sin alcantarillado del sistema sanitario. Realizada por los autores.

La parte de la economía no se reduce únicamente al proyecto de menor costo inicial; es crucial asegurar un rendimiento óptimo a lo largo de la vida proyectada de los materiales y equipos elegidos, durante toda la duración de la obra. El diseño y la construcción del proyecto están planteados para garantizar la inexistencia de filtraciones o desbordes que puedan causar contaminación en el suelo o las capas acuíferas subterráneas. También se debe contemplar la prevención de obstrucciones en las diversas instalaciones del sistema. Dado que la sedimentación de material sólido es difícil de evitar, especialmente al inicio del periodo de diseño, se planifico los accesos para posible desobstrucción.

**Tabla 6. Parámetros Sanitario para tramo 1**

Pozos		Excavación								Rasante				Batea			Energía	
Pz I	Pz F	Longitud m	h1	h2	Q [ps]	S	Vel (m s <sup>-1</sup> )	T [m]	Rh	Arrastre Pa	Flujo	E Esp	CR I	CR F	CB I	CB F	CE I	CE F
[3]	[4]	[5]	[29]	[30]	[31]	[32]	[46]	[49]	[50]	[51]	[52]	[60]	[61]	[62]	[65]	[66]	[69]	[70]
1	2	40,09	1,20	3,00	2,20	0,0098	0,65	0,148	0,020	1,952	Supercrítico	0,0545	2329,88	2331,29	2328,68	2328,29	2328,73	2328,34
2	3	65,17	2,50	5,50	2,25	0,0178	0,81	0,140	0,018	3,114	Supercrítico	0,0623	2331,29	2333,13	2328,79	2327,63	2328,85	2327,69
3	4	21,57	5,50	4,10	2,30	0,0097	0,66	0,150	0,021	1,978	Supercrítico	0,0557	2333,13	2331,52	2327,63	2327,42	2327,69	2327,48
4	5	49,21	4,10	2,90	2,34	0,0098	0,66	0,150	0,021	1,997	Supercrítico	0,0562	2331,52	2329,84	2327,42	2326,94	2327,48	2327,00
5	6	82,62	2,90	1,90	2,40	0,0672	1,33	0,123	0,014	8,903	Supercrítico	0,1121	2329,84	2323,29	2326,94	2321,39	2327,05	2321,50
6	7	16,55	1,90	2,30	2,41	0,0810	1,43	0,121	0,013	10,297	Supercrítico	0,1245	2323,29	2322,35	2321,39	2320,05	2321,51	2320,17
7	8	34,46	2,30	1,50	2,43	0,0943	1,51	0,119	0,013	11,616	Supercrítico	0,1365	2322,35	2318,30	2320,05	2316,80	2320,19	2316,94
8	9	16,24	1,50	1,20	2,44	0,0807	1,43	0,122	0,013	10,326	Supercrítico	0,1250	2318,30	2316,69	2316,80	2315,49	2316,93	2315,62
9	10	24,74	1,20	1,90	2,45	0,1451	1,78	0,114	0,011	16,169	Supercrítico	0,1794	2316,69	2313,80	2315,49	2311,90	2315,67	2312,08
10	11	22,12	1,90	1,90	2,46	0,1189	1,66	0,117	0,012	13,929	Supercrítico	0,1584	2313,80	2311,17	2311,90	2309,27	2312,06	2309,43
11	12	33,55	1,90	1,70	2,48	0,1678	1,89	0,112	0,011	18,162	Supercrítico	0,1984	2311,17	2305,34	2309,27	2303,64	2309,47	2303,84
12	13	21,07	1,70	2,00	2,49	0,2772	2,27	0,106	0,010	26,641	Supercrítico	0,2782	2305,34	2299,80	2303,64	2297,80	2303,92	2298,08
13	14	29,00	2,00	1,80	2,50	0,0766	1,41	0,123	0,013	10,031	Supercrítico	0,1231	2299,80	2297,38	2297,80	2295,58	2297,92	2295,70
14	15	46,31	1,80	1,20	2,52	0,0570	1,28	0,127	0,014	8,027	Supercrítico	0,1057	2297,38	2294,14	2295,58	2292,94	2295,69	2293,05
15	16	36,14	1,20	1,50	2,56	0,1959	2,01	0,111	0,011	20,741	Supercrítico	0,2234	2294,14	2287,36	2295,58	2285,86	2293,16	2286,08
16	17	15,42	1,50	1,70	2,59	0,2529	2,22	0,108	0,010	25,324	Supercrítico	0,2669	2287,36	2283,66	2285,86	2281,96	2286,13	2282,23
17	18	44,41	1,70	2,20	2,61	0,2144	2,09	0,110	0,011	22,417	Supercrítico	0,2397	2283,66	2274,64	2281,96	2272,44	2282,20	2272,68
18	19	33,88	2,20	2,30	2,66	0,1880	2,00	0,113	0,011	20,479	Supercrítico	0,2217	2274,64	2268,37	2272,44	2266,07	2272,66	2266,29
19	20	30,75	2,30	2,00	2,69	0,1798	1,98	0,113	0,011	19,906	Supercrítico	0,2166	2268,37	2262,54	2266,07	2260,54	2266,29	2260,76
20	21	54,64	2,00	2,10	2,75	0,2277	2,17	0,111	0,011	24,064	Supercrítico	0,2564	2262,54	2250,20	2260,54	2248,10	2260,80	2248,36
21	22	24,36	2,10	1,60	2,76	0,1700	1,95	0,115	0,012	19,308	Supercrítico	0,2114	2250,20	2245,56	2248,10	2243,96	2248,31	2244,17
22	23	21,80	1,60	1,40	2,79	0,1674	1,94	0,115	0,012	19,190	Supercrítico	0,2105	2245,56	2241,71	2243,96	2240,31	2244,17	2240,52
23	24	23,41	1,40	1,30	2,80	0,1828	2,01	0,114	0,011	20,550	Supercrítico	0,2235	2241,71	2237,33	2240,31	2236,03	2240,53	2236,25
24	25	41,67	1,30	2,30	2,82	0,2630	2,30	0,110	0,011	27,178	Supercrítico	0,2865	2237,33	2227,37	2236,03	2225,07	2236,32	2225,36
25	26	74,82	2,30	2,20	2,86	0,2061	2,11	0,113	0,011	22,737	Supercrítico	0,2447	2227,37	2211,85	2225,07	2209,65	2225,31	2209,89
26	27	10,34	2,20	1,30	2,87	0,0377	1,14	0,136	0,017	6,206	Supercrítico	0,0931	2211,85	2210,56	2209,65	2209,26	2209,74	2209,35
27	28	18,41	2,20	2,00	2,88	0,1505	1,88	0,118	0,012	17,970	Supercrítico	0,1995	2210,56	2208,49	2209,26	2206,49	2209,46	2206,69
28	29	53,33	2,00	1,90	2,93	0,0902	1,57	0,125	0,014	12,246	Supercrítico	0,1474	2208,49	2203,58	2206,49	2201,68	2206,64	2201,83
29	30	35,30	1,90	1,30	2,98	0,0125	0,77	0,154	0,022	2,696	Supercrítico	0,0663	2203,58	2202,54	2201,68	2201,24	2201,75	2201,31
30	31	61,02	1,30	1,30	3,08	0,0892	1,59	0,126	0,014	12,421	Supercrítico	0,1506	2202,54	2197,10	2201,24	2195,80	2201,39	2195,95
31	32	82,13	1,30	1,20	3,31	0,0586	1,39	0,134	0,016	9,298	Supercrítico	0,1244	2197,10	2192,19	2195,80	2190,99	2195,92	2191,11
32	33	88,32	1,20	1,20	3,39	0,0360	1,17	0,142	0,018	6,468	Supercrítico	0,0997	2192,19	2189,01	2190,99	2187,81	2191,09	2187,91

Nota. Esta tabla muestra los parámetros sanitarios para tramo 1. Realizada por los autores.

**Tabla 7. Parámetros Sanitarios para tramo 2**

Pozos		Excavación								Rasante				Batea			Energía			
Tramo	Inicio	Pz I	Pz F	Longitud m	h1	h2	Q [ps]	S	Vel (m s <sup>-1</sup> )	T [m]	Rh	Arrastre Pa	Flujo	E Esp	CR I	CR F	CB I	CB F	CE I	CE F
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[29]	[30]	[31]	[32]	[46]	[49]	[50]	[51]	[52]	[60]	[61]	[62]	[65]	[66]	[69]	[70]
T - 33	T	34	35	59,51	1,20	2,95	2,20	0,0101	0,66	0,148	0,020	1,991	Supercrítico	0,0547	2326,25	2327,40	2325,05	2324,45	2325,10	2324,50
T - 34		35	36	32,33	2,95	3,83	2,24	0,0288	0,96	0,193	0,016	4,493	Supercrítico	0,0729	2327,40	2327,35	2324,45	2323,52	2324,52	2323,59
T - 35		36	37	52,27	3,83	1,82	2,27	0,0392	1,08	0,129	0,015	5,738	Supercrítico	0,0835	2327,35	2323,29	2323,52	2321,47	2323,60	2321,55
T - 36		37	38	27,13	1,82	3,03	2,28	0,0096	0,65	0,150	0,021	1,946	Supercrítico	0,0553	2323,29	2324,24	2321,47	2321,21	2321,53	2321,27
T - 37		38	39	22,09	3,03	3,45	2,29	0,0104	0,67	0,149	0,020	2,079	Supercrítico	0,0561	2324,24	2324,43	2321,21	2320,98	2321,27	2321,04
T - 38		39	40	25,01	3,45	1,97	2,30	0,0100	0,66	0,149	0,021	2,019	Supercrítico	0,0559	2324,43	2322,70	2320,98	2320,73	2321,04	2320,79
T - 39		40	41	73,62	1,97	1,20	2,34	0,0436	1,13	0,129	0,015	6,312	Supercrítico	0,0891	2322,70	2318,72	2320,73	2317,52	2320,82	2317,61

Nota. Esta tabla muestra los parámetros sanitarios para tramo 2. Realizada por los autores.

### 3.2.2. Profundidad de pozos de inspección

Para el sistema de saneamiento se utilizó 33 pozos para el tramo 1 y 8 para el tramo 2.

Todo usando diámetros de 1.20 m con profundidades de 1.2 m hasta 6m.

*Tabla 8. Pozos de Inspección de tramo 1*

BUZON	DIAMETRO	TAPA	FONDO	PROFUNDIDAD	NORTE	ESTE
Numero	[m]	Cota	Cota	[m]		
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
Bz - 1	1,20	2329,88	2328,68	1,20	9691399,7343	748085,4138
Bz - 2	1,20	2331,29	2328,30	2,99	9691362,3946	748070,8143
Bz - 3	1,20	2333,13	2327,10	6,03	9691319,9055	748021,4033
Bz - 4	1,20	2331,52	2326,90	4,62	9691298,4701	748023,8279
Bz - 5	1,20	2329,84	2326,40	3,44	9691251,0683	748010,5968
Bz - 6	1,20	2323,29	2320,90	2,39	9691168,8660	748002,3465
Bz - 7	1,20	2322,35	2319,50	2,85	9691153,6530	747995,8227
Bz - 8	1,20	2318,30	2316,30	2,00	9691133,2181	747968,0735
Bz - 9	1,20	2316,69	2314,90	1,79	9691123,8521	747954,8087
Bz - 10	1,20	2313,80	2311,30	2,50	9691105,1057	747938,6638
Bz - 11	1,20	2311,17	2308,70	2,47	9691090,2038	747922,3208
Bz - 12	1,20	2305,34	2303,00	2,34	9691060,9023	747905,9731
Bz - 13	1,20	2299,80	2297,20	2,60	9691043,4017	747917,7145
Bz - 14	1,20	2297,38	2295,00	2,38	9691014,9346	747923,2368
Bz - 15	1,20	2294,14	2292,30	1,84	9690974,5247	747945,8538
Bz - 16	1,20	2287,36	2285,20	2,16	9690939,5279	747954,8831
Bz - 17	1,20	2283,66	2281,30	2,36	9690925,7797	747961,8741
Bz - 18	1,20	2274,64	2271,80	2,84	9690901,8232	747999,2724
Bz - 19	1,20	2268,37	2265,40	2,97	9690871,7988	748014,9721
Bz - 20	1,20	2262,54	2259,90	2,64	9690842,0413	748022,7360
Bz - 21	1,20	2250,20	2247,40	2,80	9690795,3809	748051,1731
Bz - 22	1,20	2245,56	2243,30	2,26	9690772,2242	748058,7355
Bz - 23	1,20	2241,71	2239,60	2,11	9690750,6168	748055,8308
Bz - 24	1,20	2237,33	2235,30	2,03	9690733,1670	748040,2316
Bz - 25	1,20	2227,37	2224,40	2,97	9690725,4177	747999,2928
Bz - 26	1,20	2211,85	2209,00	2,85	9690713,5200	747925,4229
Bz - 27	1,20	2210,56	2208,50	2,06	9690705,8600	747918,4846
Bz - 28	1,20	2208,49	2205,80	2,69	9690689,4115	747926,7561
Bz - 29	1,20	2203,58	2201,00	2,58	9690669,2180	747976,1182
Bz - 30	1,20	2202,54	2200,50	2,04	9690642,2799	747998,9332
Bz - 31	1,20	2197,10	2195,00	2,10	9690632,5654	748059,1721
Bz - 32	1,20	2192,19	2190,20	1,99	9690643,0146	748140,6305
Bz - 33	1,20	2189,01	2187,81	1,20	9690654,2521	748228,2335

*Nota.* Esta tabla muestra los pozos de Inspección de tramo 1. Realizada por los autores.

**Tabla 9. Pozos de inspección de tramo 2**

BUZON	DIAMETRO	TAPA	FONDO	PROFUNDIDAD	NORTE	ESTE
Numero	[m]	Cota	Cota	[m]		
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
Bz - 34	1,20	2326,25	2325,05	1,20	9691764,6107	748156,7383
Bz - 35	1,20	2327,40	2324,40	3,00	9691824,1125	748155,6010
Bz - 36	1,20	2327,35	2323,50	3,85	9691851,4682	748172,8243
Bz - 37	1,20	2323,29	2321,50	1,79	9691903,6510	748175,7799
Bz - 38	1,20	2324,24	2321,20	3,04	9691926,9576	748189,6707
Bz - 39	1,20	2324,43	2321,00	3,43	9691948,2293	748195,6179
Bz - 40	1,20	2322,70	2320,70	2,00	9691957,8860	748218,6935
Bz - 41	1,20	2318,72	2317,52	1,20	9691963,2219	748292,1154

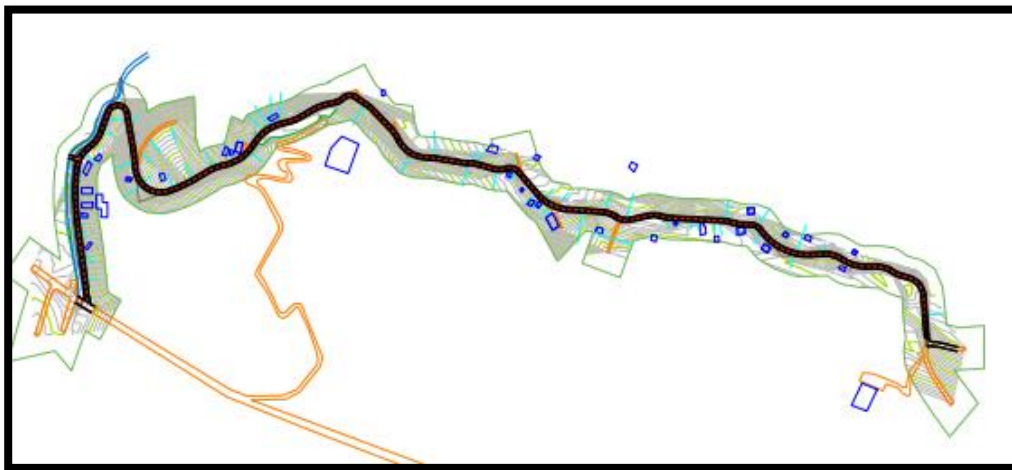
*Nota.* Esta tabla muestra los pozos de Inspección de tramo 2. Realizada por los autores.

### 3.3 Metodología

#### 3.3.1. Levantamiento Topográfico

Mediante el uso de una estación total y su respectivo equipamiento, se obtuvieron las coordenadas para el trazado potencial de la red de alcantarillado, así como para las viviendas, puntos de control y levantamiento de la vía en la comunidad de Zhuzhún. Dada la topografía del lugar, se tomó la decisión de realizar dos tramos para el sistema de red de alcantarillados sanitarios que beneficien a la mayor cantidad de viviendas. Este levantamiento también considera los tramos del trazado de la red de alcantarillado convencional que se establecerá en la comunidad.

**Figura 32. Topografía**



*Nota.* Esta figura muestra el levantamiento topografía de la zona. Realizada por los autores.

### **3.3.2. Tipo de Sistema**

Un sistema de alcantarillado es el conjunto de obras destinadas para para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y los escurrimientos superficiales producidos por las lluvias en el área de aportación. Utilizando para esto una estructura conformada por redes de tuberías y obras complementarias

Tomando en cuenta la tasa de crecimiento poblacional de la comunidad del sector ZhuZhún, la topografía y la densidad poblacional. El sistema de alcantarillado simplificado, debido a las encuestas realizadas y analizadas, se encuentra que la gente del sector por lo general en el día sale al campo a laborar, y regresan en la tarde noche, y no se en centran edificaciones donde se emplee bastante personal o donde puedan habitar grandes cantidades de gente por lo que el mantenimiento de este sistema no sería atendido. Además, se cuenta con el apoyo de la municipalidad de Paute, y que La comunidad del sector es territorio de expansión se prevé, adoptar el diseño de sistema de alcantarillado convencional.

### **3.3.3. Área de cobertura y servicio**

Resulta fundamental establecer la zona de aportación, también conocida como área tributaria del proyecto, mediante la identificación de la región de alcantarillado. Esto implica la delimitación en planos detallados y actualizados que incluyan los lotes o predios abarcados por el proyecto. Asimismo, se deben tener en cuenta la topografía del área y los diversos usos de suelo que podrían estar presentes en la misma.

A través de la realización de un estudio y levantamiento topográfico, la correspondiente generación de la superficie del terreno, se determinó la extensión a intervenir y servir, incluyendo la mayor porción de terreno posible según el análisis de las pendientes. Esto condujo a la delimitación de una superficie total del terreno a ejecutar el proyecto es de 16.17 hectáreas.

### **3.3.4. Población Actual**

En Zhuzhún se llevó a cabo una encuesta a las familias para obtener datos sobre la comunidad. Según los resultados, se identificó la presencia de aproximadamente 57 viviendas, con una media de 4 miembros por familia. Esto arroja un total aproximado de 248 personas que actualmente residen en la comunidad. Sin embargo, como ya se ha mencionado en el documento el proyecto se dividió en dos tramos dejando así una “tramo

sin alcantarillado” provocando una división de la población para cada uno. Se podrá apreciar en la siguiente tabla:

**Tabla 10. Viviendas y habitantes por cada tramo del sistema sanitario**

Descripción	Viviendas	Habitantes
Encuesta	57	248
Tramo 1	37	152
Tramo 2	5	22
Tramo sin alcantarillado	15	74

*Nota.* Esta tabla muestra las viviendas y habitantes por cada tramo del sistema sanitario. Realizada por los autores.

### **3.3.5. Tasa de Crecimiento Poblacional**

La tasa de crecimiento poblacional fue escogida por recomendación de los registros de población la tasa de crecimiento la cual fue de 1.64%

### **3.3.6. Población Futura**

Se examinó la población futura según los datos recopilados, determinando una población de saturación basada en el número actual de residentes del sector del proyecto y la tasa de crecimiento poblacional anteriormente establecida. Se recomienda usar el Método Geométrico perteneciente a la *Ecuación 2*.



**Tabla 11. Parámetros para la aplicación del Método Geométrico**

Método Geométrico				
Descripción	Población Inicial	Tasa de Crecimiento	de Número de Años a Proyectar	Población Futura
Tramo 1	152	1.64%	20	202
Tramo 2	22	1.64%	20	30

*Nota.* Esta tabla muestra los parámetros para la aplicación del método geométrico. Realizada por los autores.

### 3.3.7. Densidad poblacional

Se llevó a cabo un análisis de las encuestas realizadas a los residentes, mediante visitas de campo a la comunidad para identificar áreas de gran relevancia. A través de las encuestas, se obtuvo la población actual, y utilizando ecuaciones de proyección poblacional se determinó la población futura. Lo cual, se realizó con los dos tramos del sistema de alcantarillados a establecerse en sus respectivas áreas. Se utilizó la *Ecuación 4*.

### 3.3.8. Dotación de Agua Potable

Considerando los parámetros establecidos, para poblaciones menores a 5000 habitantes, se debe tomar la dotación mínima fijada de 100 [lt/hab/día].

### 3.3.9. Caudales

Una vez ubicado los pozos en la topografía, obtenemos las distancias entre los mismo para determinar las longitudes de la tubería. A partir de allí se procede a determinar el caudal de diseño para cada uno de los tramos de la red de alcantarillado.



## **CAPÍTULO 4: ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO**

### **4.1 Presupuesto**

Es la estimación financiera detallada que contempla todos los costos asociados con la planificación, diseño, construcción y finalización del proyecto de construcción o infraestructura. Proporciona una visión completa de los recursos financieros necesarios para llevar a cabo la obra y se utiliza como una herramienta de gestión para controlar los gastos y garantizar que el proyecto se desarrolle dentro de los límites presupuestarios establecidos. Un aspecto fundamental en todo proyecto es la elaboración de un presupuesto, el cual se determina en función de las cantidades de trabajo a realizar y del valor unitario asignado a cada componente considerado. Donde el presupuesto se calcula con el precio unitario multiplicado por las cantidades de obra.

El presupuesto además se realiza en referencia a parámetros nacionales actualizados para la estimación de los precios unitarios de cada uno de los componentes. Finalmente, cabe recalcar que lo que muestra a continuación es un presupuesto referencial y puede ser sometido a cambios si así fuese necesario.

**Tabla 14. Presupuesto Referencial de la Red de Alcantarillado Sanitario.**

PRESUPUESTO REFERENCIAL						
	Rubro	Detalle	Und.	Cantidad	Precios	
					Unitario	Total
<b>1</b>		<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>\$ 14,403.75</b>
1.1	1	Replanteo y nivelación	ml	1,520.99	\$ 1.04	\$ 1,581.83
1.2	2	Excavación mecánica en suelo sin clasificar 0<H<2 m	m3	2,603.10	\$ 3.67	\$ 9,553.39
1.3	3	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m3	300.27	\$ 4.68	\$ 1,405.25
1.4	4	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	137.01	\$ 8.20	\$ 1,123.44
1.5	5	Excavación manual en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m3	15.80	\$ 17.54	\$ 277.19
1.6	6	Excavación manual en suelo sin clasificar, 4<H	m3	22.61	\$ 20.46	\$ 462.65
<b>2</b>		<b>RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>				<b>\$ 68,335.28</b>
2.1	7	Sum. y colo. de arena para envoltura de tubería	m3	164.27	\$ 23.36	\$ 3,837.28
2.2	8	Relleno compactado con material de sitio al 95%	m3	2,239.36	\$ 5.21	\$ 11,667.08
2.3	9	Relleno compactado con material de mejoramiento al 95%	m3	636.66	\$ 39.74	\$ 25,301.00
2.4	10	Sum + Instalación de tubería anillada PVC 200 mm	ml	1,520.99	\$ 18.10	\$ 27,529.92
<b>3</b>		<b>POZOS DE REVISION</b>				<b>\$ 22,713.87</b>
3.1	11	Pozo de revisión h = 1.5 a 2 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavación, cargado y desalojo	u	10.00	\$ 458.81	\$ 4,588.10
3.2	12	Pozo de revisión h = 2 a 2,5 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavación, cargado y desalojo	u	13.00	\$ 545.87	\$ 7,096.31
3.3	13	Pozo de revisión h = 2.5 a 3 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavación, cargado y desalojo	u	13.00	\$ 560.24	\$ 7,283.12
3.4	14	Pozo de revisión h = 3 a 3.5 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavación, cargado y desalojo	u	3.00	\$ 592.48	\$ 1,777.44
3.5	15	Pozo de revisión h = 3.5 a 4 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavación, cargado y desalojo	u	1.00	\$ 612.23	\$ 612.23
3.6	16	Pozo de revisión h = 4.5 a 5 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavación, cargado y desalojo	u	1.00	\$ 651.91	\$ 651.91
3.7	17	Pozo de revisión h = 5.5 a 6 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavación, cargado y desalojo	u	1.00	\$ 704.76	\$ 704.76
<b>4</b>		<b>CARGADO Y TRANSPORTE DE MATERIAL</b>				<b>\$ 4,809.13</b>
4.1	18	Cargado de material manualmente esponjamiento 30%	m3	41.38	\$ 5.10	\$ 211.05
4.2	19	Cargado de material con minicargadora esponjamiento 30%	m3	786.28	\$ 1.69	\$ 1,328.81
4.3	20	Transporte de materiales hasta 6 km	m3	827.66	\$ 3.95	\$ 3,269.27
<b>5</b>		<b>SEÑALIZACION</b>				<b>\$ 2,210.55</b>
5.1	21	Letreros de Obra 3,00X4,0m	u	1.00	\$ 1,098.63	\$ 1,098.63
5.2	22	Señalización de seguridad tipo pedestal	u	6.00	\$ 185.32	\$ 1,111.92
<b>6</b>		<b>CIERRE Y ABANDONO</b>				<b>\$ 1,150.50</b>
6.1	23	Desmontaje, limpieza y restauración de las zonas de construcción	u	1.00	\$ 1,150.50	\$ 1,150.50
					<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 113,623.08</b>
					<b>IVA 12%</b>	<b>\$ 13,634.77</b>
					<b>TOTAL</b>	<b>\$ 127,257.85</b>

*Nota.* Esta tabla muestra el presupuesto referencial del sistema de red de alcantarillado. Realizada por los autores.

El presupuesto referencial para el proyecto es de 127,922.66 dólares estadounidenses.

## 4.2 Cantidades de obra

Las cantidades de trabajo o de obra para el sistema de alcantarillado sanitario, se evalúan las opciones de material como PVC y hormigón. En el caso del proyecto se optó por el PVC corrugado, ya que cumplía con las especificaciones y la calidad para el trabajo a realizarse. El propósito es determinar la opción más apropiada tanto en términos económicos como funcionales para la futura construcción. La cuantificación de las cantidades de trabajo en el proyecto es crucial para una estimación económica precisa, implicando la identificación de recursos y materiales, así como la determinación de la unidad de medida. Con estos detalles establecidos, se procede a cuantificar la cantidad estimada de cada insumo, considerando que cada uno se convierte en un rubro dentro del

presupuesto. La obtención de las cantidades de trabajo se basó en planos, detalles de diseño y especificaciones técnicas, con cálculos de áreas, volúmenes y longitudes realizados mediante hojas electrónicas y el software AutoCAD Civil 3D.

### **4.3 APUS (Análisis de precios unitarios)**

El análisis de precio unitario es una técnica de estimación que desglosa los costos por unidad de medida en pequeños paquetes de trabajo llamados rubros. Este desglose incluye aspectos como el costo y la cantidad de insumos, rendimiento, mano de obra, equipo, transporte y costos indirectos. La técnica se basa en la experiencia del analista, quien determina el valor promedio del consumo, insumo y desperdicio. Además, existen documentos actualizados que facilitan la determinación de precios para mano de obra y materiales, disponibles para su uso. Estos estarán referenciados en bases de datos actualizadas al mes de noviembre del 2023. Los elementos que se tomaron en cuenta en el análisis del presupuesto del alcantarillado sanitario para el sector Zhuzhún son:

1. Equipos y maquinaria: Costo de alquiler o adquisición de maquinaria y equipo necesario para la ejecución de la obra.
2. Mano de obra: Gastos asociados con los salarios y beneficios de los trabajadores que participarán en la construcción.
3. Materiales: Costo de los materiales necesarios para la construcción, como cemento, acero, pvc, etc.
4. Transporte: Ajustar de los costos con la distancia del proveedor, costos de transporte de materiales y adaptaciones específicas necesarias para la ubicación geográfica.

### **4.4 Cronograma valorado de la obra**

Se propone un cronograma valorado en el cual nos permite controlar la ejecución de lo que se propone en el presupuesto a base de los capítulos ya mencionados y este cronograma nos permite para saber en qué porcentaje de avance está el proyecto. A continuación, se describe el cronograma para la construcción del sistema de alcantarillado ubicada en el sector Zhuzhún, en la ciudad de Paute. Para el proyecto se ha distribuido para un plazo de 56 días. En la siguiente figura se lo puede ver más definido, con la curva de avance programado.

**Tabla 15. Cronograma valorado de la construcción del sistema de alcantarillado**

Nota. Esta tabla muestra el cronograma valorado de la construcción del sistema de

Rubro	Detalle	Und.	Cantidad	Precios		Mes 1								Mes 2				Mes 3				Mes 4			
				Unitario	Total	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8				
<b>CRONOGRAMA VALORADO</b>																									
<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>																									
1	Replanteo y nivelación	m <sup>2</sup>	1,520.08	\$ 1.04	\$ 1,580.88	\$ 790.44	\$ 790.44																		
2	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0x1x2 m	m <sup>3</sup>	2,683.10	\$ 3.07	\$ 8,238.11	\$ 4,716.70	\$ 4,716.70																		
3	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2x1x4 m	m <sup>3</sup>	300.27	\$ 4.88	\$ 1,465.32																				
4	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0x1x2 m	m <sup>3</sup>	137.01	\$ 6.20	\$ 849.15	\$ 849.15																			
5	Excavación manual en suelo sin clasificar, 2x1x4 m	m <sup>3</sup>	15.80	\$ 17.54	\$ 277.14																				
6	Excavación manual en suelo sin clasificar, 4x1	m <sup>3</sup>	22.61	\$ 42.86	\$ 969.15																				
<b>RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>																									
<b>\$ 61,355.28</b>																									
7	Sum. y cota. de arena para envoltura de tubería	m <sup>3</sup>	164.27	\$ 23.36	\$ 3,837.28					\$ 575.59	\$ 575.59	\$ 575.59	\$ 575.59	\$ 767.48	\$ 767.48										
8	Refraso compactado con material de sílice al 95%	m <sup>3</sup>	2,235.36	\$ 5.21	\$ 11,667.09																				
9	Refraso compactado con material de mejoramiento al 95%	m <sup>3</sup>	636.66	\$ 39.74	\$ 25,301.00					\$ 2,530.10	\$ 2,530.10	\$ 2,530.10	\$ 2,530.10	\$ 3,765.15	\$ 3,765.15	\$ 5,000.20	\$ 5,000.20	\$ 6,235.35	\$ 6,235.35	\$ 7,470.50	\$ 7,470.50				
10	Sum + Instalación de tubería amilada PVC 200 mm	m <sup>l</sup>	1,520.99	\$ 16.10	\$ 24,487.83					\$ 4,129.49	\$ 4,129.49	\$ 4,129.49	\$ 4,129.49	\$ 4,129.49	\$ 8,258.98	\$ 8,258.98	\$ 12,388.47	\$ 12,388.47	\$ 16,517.96	\$ 16,517.96	\$ 20,647.45				
<b>POZOS DE REVISIÓN</b>																									
<b>\$ 22,713.87</b>																									
11	Pozo de revisión h = 1.5 a 2 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavación, cargado y desdiseño	u	10.00	\$ 458.81	\$ 4,588.10					\$ 458.81	\$ 458.81	\$ 458.81	\$ 458.81	\$ 458.81	\$ 458.81	\$ 1,376.43	\$ 1,376.43	\$ 1,376.43	\$ 1,376.43	\$ 1,376.43	\$ 1,376.43				
12	Pozo de revisión h = 2 a 2.5 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavación, cargado y desdiseño	u	13.00	\$ 545.87	\$ 7,096.31					\$ 709.63	\$ 709.63	\$ 709.63	\$ 709.63	\$ 709.63	\$ 709.63	\$ 2,128.89	\$ 2,128.89	\$ 2,128.89	\$ 2,128.89	\$ 2,128.89	\$ 2,128.89				
13	Pozo de revisión h = 2.5 a 3 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavación, cargado y desdiseño	u	13.00	\$ 900.24	\$ 11,703.12											\$ 2,194.94	\$ 2,194.94	\$ 2,194.94	\$ 2,194.94	\$ 2,194.94	\$ 2,194.94				
14	Pozo de revisión h = 3 a 3.5 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavación, cargado y desdiseño	u	3.00	\$ 592.48	\$ 1,777.44											\$ 688.72	\$ 688.72	\$ 688.72	\$ 688.72	\$ 688.72	\$ 688.72				
15	Pozo de revisión h = 3.5 a 4 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavación, cargado y desdiseño	u	1.00	\$ 612.23	\$ 612.23											\$ 612.23	\$ 612.23	\$ 612.23	\$ 612.23	\$ 612.23	\$ 612.23				
16	Pozo de revisión h = 4 a 5 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavación, cargado y desdiseño	u	1.00	\$ 651.91	\$ 651.91											\$ 651.91	\$ 651.91	\$ 651.91	\$ 651.91	\$ 651.91	\$ 651.91				
17	Pozo de revisión h = 5 a 6 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavación, cargado y desdiseño	u	1.00	\$ 704.76	\$ 704.76											\$ 704.76	\$ 704.76	\$ 704.76	\$ 704.76	\$ 704.76	\$ 704.76				
<b>CARGADO Y TRANSPORTE DE MATERIAL</b>																									
<b>\$ 4,899.12</b>																									
18	Cargado de material manualmente espesamiento 30%	m <sup>3</sup>	41.38	\$ 5.10	\$ 2,110.58															\$ 105.53	\$ 105.53				
19	Cargado de material con minicargadora espesamiento 30%	m <sup>3</sup>	798.20	\$ 1.89	\$ 1,508.60															\$ 265.78	\$ 265.78				
20	Transporte de materiales hasta 6 km	m <sup>3</sup>	627.66	\$ 3.95	\$ 2,489.27															\$ 483.65	\$ 483.65				
<b>SEÑALIZACIÓN</b>																									
<b>\$ 2,216.55</b>																									
21	Lustrado de Obra 3,000x0m	u	1.00	\$ 1,098.63	\$ 1,098.63																				
22	Señalización de seguridad tipo pedestal	u	8.00	\$ 185.32	\$ 1,482.56					\$ 277.98	\$ 277.98	\$ 277.98	\$ 277.98	\$ 277.98	\$ 277.98										
<b>CIERRE Y ABANDONO</b>																									
<b>\$ 1,150.50</b>																									
23	Desmontaje, limpieza y restauración de las zonas de construcción	u	1.00	\$ 1,150.50	\$ 1,150.50																\$ 1,150.50				
<b>Total sin IVA \$ 113,623.08</b>																									
<b>Inversión 100%</b>																									
<b>\$ 6,666.24 \$ 6,666.24 \$ 6,367.50 \$ 6,743.43 7893.99 7893.99 8595.40 12813.27 12343.02 9742.42 7930.06 6833.07 5253.57 3398.95 2873.09 2202.99</b>																									
<b>Avance % 5.07% 5.98% 5.62% 5.93% 6.77% 6.77% 7.96% 11.10% 10.86% 8.57% 8.96% 6.01% 4.62% 2.96% 2.53% 1.94%</b>																									
<b>Inversión acumulada 100%</b>																									
<b>6666.24 13351.91 19738.84 26483.27 34177.26 41971.25 50466.73 63000.26 75423.29 86165.77 93101.80 99934.66 105198.46 108547.02 111420.03 113623.08</b>																									
<b>Avance acumulada % 5.67% 11.79% 17.37% 23.31% 30.08% 36.85% 44.42% 52.92% 66.38% 74.95% 81.94% 87.95% 92.58% 95.53% 96.08% 100.00%</b>																									
<b>Inversión 80%</b>																									
<b>5332.992 10665.984 15998.976 21331.968 27106.640 32881.312 38655.984 47044.736 56433.488 65822.240 73110.992 79399.744 83788.496 87177.248 89565.992 91954.736</b>																									
<b>Avance % 4.69% 4.71% 4.73% 4.75% 5.42% 5.42% 6.05% 6.88% 6.88% 6.88% 5.59% 4.81% 3.70% 2.38% 2.02% 1.55%</b>																									
<b>Inversión acumulada 80%</b>																									
<b>5332.992 10665.984 15998.976 21331.968 27106.640 32881.312 38655.984 47044.736 56433.488 65822.240 73110.992 79399.744 83788.496 87177.248 89565.992 91954.736</b>																									
<b>Avance acumulada % 4.69% 9.40% 13.90% 18.60% 24.00% 29.40% 35.30% 44.41% 53.10% 59.90% 65.50% 70.30% 74.00% 76.43% 78.45% 80.00%</b>																									

alcantarillado. Realizada por los autores.

## 4.5 Especificaciones técnicas

### 4.5.1. Replanteo y nivelación

Este rubro se refiere a determinar la ubicación exacta en la que se llevarán a cabo las obras en el terreno, utilizando alineaciones y cotas proporcionadas en los planos. Es esencial tener en cuenta estas especificaciones de construcción para garantizar la precisión necesaria que permita una ubicación óptima en el terreno de cada una de las estructuras relacionadas con el diseño del alcantarillado.

#### a. Especificaciones

Antes de comenzar el replanteo, el Constructor inspeccionará el sitio de las obras, proponiendo modificaciones si es necesario. Se colocarán hitos de hormigón como puntos de control en la ubicación de la obra. En caso de obstáculos no previstos, el Contratista y el Fiscalizador propondrán ajustes. El Fiscalizador verificará los trabajos y corregirá cualquier ubicación inapropiada.

Antes de iniciar la construcción, el Contratista entregará a la Fiscalización un plano constructivo con todas las modificaciones y una lista detallada de lo que se construirá. El Fiscalizador proporcionará al Contratista los planos y referencias necesarias para la localización de las obras. La recepción de estas referencias se formalizará mediante un Acta firmada por ambas partes.

El Contratista tendrá la responsable de mantener las referencias básicas, y él mismo llevará a cabo el replanteo y la nivelación de las líneas y puntos secundarios. El Fiscalizador deberá verificar todas las líneas y niveles sin causar perjuicios, y la precisión de estas será responsabilidad del Contratista. Las modificaciones y cálculos realizados por el Contratista se registrarán en las libretas correspondientes.

El Fiscalizador establecerá normas para llevar las libretas y determinará la metodología para cálculos y dibujos. El Contratista informará con anticipación al Fiscalizador sobre fechas y lugares de trabajos basados en coordenadas. El Contratista contará con personal técnico adecuado para localización, replanteo y referencia de las obras.

El Contratista ubicará ejes de tuberías según planos y datos proporcionados por el Fiscalizador. Detalles de instalaciones existentes en planos no buscan precisión, solo información para el Contratista que realizará sondeos y ajustes necesarios. Para control, el Contratista instalará mojones de concreto cada 500 metros y junto a edificaciones. Personal técnico especializado realizará trabajos de replanteo utilizando instrumentos de precisión como estaciones totales y niveles.

#### **b. Medición y Forma de Pago**

Para proyectos con colectores de alcantarillado, el replanteo y nivelación de ejes, medido en metros lineales, está estrechamente vinculado a la colocación de niveles, alineaciones y pendientes. Se incorporarán puntos de control para garantizar la precisión del proyecto. Respecto a los planos de taller, el Contratista debe elaborarlos antes de la construcción, y es esencial considerar los costos de esta actividad como parte de los costos indirectos del contrato.

#### **4.5.2. Excavaciones**

Se comprenderá por excavación de forma mecánica o a mano los cortes de terreno para ajustar plataformas, taludes o zanjas para situarlas en otro punto tuberías, cimentar estructuras u otros asuntos y mantener estas excavaciones por el tiempo necesario para construir las obras o colocar en el lugar las tuberías.

##### **a. Especificaciones:**

Las excavaciones incluyen diversas operaciones que el Constructor llevará a cabo para reducir manualmente o con maquinaria el material antes de realizar la excavación, especialmente en terrenos conglomerados o rocosos. También implica el control de aguas, ya sean servidas, potables o provenientes de lluvias u otras fuentes no subterráneas (aguas freáticas), para permitir un drenaje natural durante la excavación. En este caso, el Contratista determinará las condiciones necesarias, como la creación de cunetas, dentro o fuera de ellas, para evitar la entrada de agua de la escorrentía superficial. Estas obras están integradas a la excavación y forman parte del análisis de precios unitarios en nuestro estudio.

Las obras de drenaje planificadas para un propósito específico serán retiradas con la aprobación de la Fiscalización. Si durante la excavación se causan daños a la fundación, superficies excavadas, estructuras o propiedades cercanas, el Contratista debe reparar satisfactoriamente estos daños. La excavación debe seguir las indicaciones de los planos o las instrucciones de la Fiscalización. Se favorece el uso de métodos mecánicos para conservar contornos y crear superficies uniformes. La excavación manual se reserva para obras más pequeñas, considerando las sugerencias de la Fiscalización o las condiciones específicas de la obra.

La clasificación de suelos se basa en estudios geológicos y geotécnicos, considerando tipos como normal, conglomerado, roca y suelos de alta consolidación, con niveles freáticos en algunas excavaciones. Se establecerán especificaciones para cada situación.

La excavación en suelo sin clasificar se refiere a la remoción de terrenos normales que contienen materiales finos mezclados o no con arenas, gravas y piedras de hasta 20



cm de diámetro, con un porcentaje de volumen que no excede el 20%. Esta actividad incluye la remoción de suelos categorizados por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y suelos granulares, utilizando métodos convencionales como pico, pala, máquinas excavadoras o boleas sin actividades complementarias.

➤ **Excavación en Conglomerado:**

Se define como conglomerado al terreno que contiene un 60% de piedra de un tamaño hasta 50 cm de diámetro, mezclado con arena, grava o suelo fino.

➤ **Excavación en Roca:**

Se considera como roca aquel material presente en la excavación que no puede ser removido mediante los métodos convencionales como pico, pala o máquinas excavadoras, requiriendo el uso de explosivos, martillos mecánicos, cuñas, entre otros, siempre que no afecten el terreno cercano y cuenten con autorización escrita del Ingeniero Fiscalizador. El Ingeniero Fiscalizador establecerá medidas para el uso de explosivos.

En el caso de roca dispersa, solo se considerarán los fragmentos con un volumen superior a 0,2 m<sup>3</sup> y un diámetro de 0,72 m. Si el fondo de la zanja es de conglomerado o roca, se excavará hasta 0,15 m por debajo del asiento del tubo, rellenándolo con arena y grava fina. Si es necesario excavar más allá de los límites establecidos, el hueco resultante será rellenado con un material aprobado por el Ingeniero Fiscalizador, a cargo del Constructor en caso de sobre excavación por incumplimiento u otras razones.

➤ **Excavación en Suelos de Alta Consolidación:**

La remoción del estrato de alta consolidación, se encuentra caracterizado por su resistencia al corte y que facilita la formación de taludes verticales sin riesgo de hundimiento o colapso, implica la extracción de areniscas generalmente más profundas. Para llevar a cabo esta excavación, se requiere el uso de equipos especiales como compresores equipados con romper-pavimentos, y queda prohibido el uso de dinamita u otros sistemas explosivos.

## **b. Profundidad de las Excavaciones:**

Cuando se usan excavaciones a base de zanjas y solo en terrenos que se pueden clasificar como suelos sin clasificar y conglomerado, la acción de quitar el material hasta lograr finalizar al plano donde va a asentarse la estructura, se fijan las siguientes profundidades de excavación:

- Excavación de 0 a 2 m: se lo define como la acción de remover y quitar el material de terreno en condiciones propias, hasta una profundidad de 2m.
- Excavación de 2 a 4 m: se lo define como la acción de remover y quitar el material desde una profundidad de 2 m que fueron medidos a partir del terreno en condiciones normales, hasta una profundidad de 4 m.
- Excavación de 4 a 6 m: se lo define como la acción de remover y quitar el material desde una profundidad de 4 m que fueron medidos a partir del terreno en condiciones normales, hasta una profundidad de 6 m.

## **c. Tipos de Excavaciones según la manera de ejecutarla**

### **➤ Excavación Manual:**

Este trabajo se da a lugar como un grupo de actividades que son obligatorias para eliminar materiales de la excavación a base de medios comunes como picos y pala. Usando para excavar la última capa de la zanja, o en los sitios donde se vea difícil el uso de un equipo mecánico.

### **➤ Excavación Mecánica:**

Para este uso se necesitará un equipo caminero que tenga como propósito para la ejecución de las excavaciones. Este tipo se usará para los respectivos cortes antes de la conformación de terraplenes donde se pondrá para las diferentes estructuras. De tal manera para la construcción de sub-drenes, ya sea que sean de infraestructura sanitaria o las que sean necesarias en el lecho de los ríos para construir los pasos subfluviales.

### **➤ Excavaciones en Zanjas:**

Este tipo de excavación para la instalación de tuberías se realiza conforme a las dimensiones, pendientes y alineaciones indicadas en los planos o especificadas por las

dimensiones. La excavación tiene como objetivo la eliminación de raíces, troncos y otros materiales que puedan dificultar la colocación de la tubería. Se evita realizar excavaciones profundas con maquinaria para evitar que el suelo en el lecho de la tubería quede flojo o pueda ser removido. Para el último estrato a excavar, se empleará el método manual con pico y pala, a una profundidad de 0,10 m.

El ancho de la zanja a nivel de la rasante será de 80 cm, adecuado para la colocación de tuberías de hasta 300 mm. En profundidades superiores a 2 m, el ancho de la zanja se ajustará a un mínimo de 1 m por razones de seguridad y practicidad. Se realizarán ajustes precisos en las excavaciones para garantizar que las dimensiones no excedan los 0,05 m de desviación, asegurando que cualquier variación no sea sistemática. Para profundidades superiores a 2,00 m, se establece el talud máximo de la pared de la zanja según las recomendaciones sugeridas:

- De 0-3 m. de profundidad el talud máximo será de, 1H: 8V
- De 0-4 m. de profundidad el talud máximo será de 1H: 6V
- De 0-5 m. de profundidad el talud máximo será de 1H: 4V
- De 0-6 m. de profundidad el talud máximo será de 1H: 4V

Es importante señalar que la excavación de zanjas no deberá llevarse a cabo en presencia constante de agua proveniente del subsuelo, lluvias, inundaciones u otras operaciones que generen el flujo de agua. Las zanjas deben mantenerse sin la entrada de agua hasta aproximadamente 6 horas después de la instalación completa de las tuberías o colectores.

Los materiales excavados que se utilizarán para el relleno se colocarán lateralmente a un solo lado de la zanja para evitar molestias al tráfico vehicular o peatonal. Se permitirá el acceso sin restricciones a todos los servicios que requieran disposición para su ejecución y control.

En cuanto a los pagos, se tomarán en cuenta las profundidades de la obra, divididas en intervalos de 0 a 2 m, de 2 m a 4 m y de 4 m a 6 m. Se considerará el nivel del terreno natural como nivel 0 para la medición de las profundidades.

➤ **Excavación para la construcción en sitio de tuberías de alcantarillado.**

La excavación para la construcción in situ de tuberías de alcantarillado se lleva a cabo en el eje del colector existente, tomando precauciones para evitar dañar o interrumpir temporalmente los servicios de energía, agua potable y alcantarillado.

En este tipo de excavación in situ, se construye directamente la tubería en la zanja utilizando encofrados internos mediante moldes neumáticos o metálicos. Antes de comenzar la excavación, se realizan sondeos en los puntos de cruce de redes de agua y alcantarillado, así como en las conexiones domiciliarias, con el objetivo de minimizar el impacto en los usuarios y prevenir posibles roturas. En caso de que el Constructor cause daños, se espera que realice las reparaciones correspondientes sin que se le devuelva el pago.

Los costos asociados con los sondeos y las reparaciones se incluirán en los costos indirectos de la obra. En la medición de la excavación, el ancho del fondo de la zanja se establece como  $A=B+0.3$ , donde A es el ancho del fondo de la excavación, B es el ancho de la estructura de hormigón, y 0.30 m es el ancho utilizado para el encofrado lateral, con un apuntalamiento recomendado de 0.15 m a cada lado.

Si el Contratista elige un método constructivo alternativo que no utilice encofrado y aproveche los taludes naturales del terreno, sin considerar sobreechamientos adicionales en el fondo de la zanja, se tendrá  $A=B$ . Cualquier volumen adicional generado por el método constructivo elegido por el Contratista será de su responsabilidad y deberá pagar los costos asociados.

Dependiendo de la clasificación del suelo, el Constructor debe tomar medidas obligatorias para prevenir deslizamientos, utilizando métodos como el entubamiento. En el caso de arcillas y areniscas de alta consolidación, no se requieren sobreechamientos y el corte se realizará en el ancho fijo de la estructura, eliminando la necesidad de encofrados en esta situación específica. Es fundamental tener en cuenta que la excavación no debe superar el doble de la longitud del tramo que se va a fundir para evitar posibles variaciones en las paredes debido a condiciones climáticas que puedan generar deslizamientos.

### ➤ **Excavaciones para pozos de revisión**

Es fundamental tener en cuenta que la excavación no debe superar el doble de la longitud del tramo que se va a fundir para evitar posibles variaciones en las paredes debido a condiciones climáticas que puedan generar deslizamientos.

En cuanto a las excavaciones para pozos de revisión, se aplican diferentes criterios según si se construyen in situ o si se utilizan pozos de revisión prefabricados.

Excavación para pozos de revisión in situ: El cálculo del diámetro de la excavación en el fondo se determina como  $A = B + 0.9$ , donde B representa el diámetro interno del fondo del pozo y A es el diámetro de la excavación.

Excavación para pozos de revisión prefabricados: En este escenario, el cálculo del diámetro de la excavación en el fondo se realiza como  $A = B + 0.4$ , teniendo en cuenta que B es el diámetro interno del fondo del pozo y A es el diámetro de la excavación. Para profundidades que superan los 2,0 m, se establece un talud máximo en las paredes según la descripción siguiente:

- De 0-3 m. de profundidad el talud máximo será de 1H: 8V.
- De 0-4 m. de profundidad el talud máximo será de 1H: 6V.
- De 0-5 m. de profundidad el talud máximo será de 1H: 4V.
- De 0-6 m. de profundidad el talud máximo será de 1H: 4V.

#### **d. Medición y Forma de Pago**

La medición de las excavaciones, ya sea de forma mecánica o manual, se realizará considerando los volúmenes delimitados por la línea del terreno antes de la ejecución de las excavaciones y las líneas teóricas de excavación indicadas en los planos o determinadas por la Fiscalización. La unidad de medida será el metro cúbico excavado. No se tomarán en cuenta deslizamientos, desprendimientos o derrumbes causados por la negligencia del Contratista, ya que estos se consideran errores que no serán pagados.

El pago incluirá los costos asociados a la mano de obra, equipo, materiales, herramientas y cualquier otro gasto necesario que el Contratista haya incurrido para llevar a cabo el trabajo de acuerdo con las especificaciones establecidas. No se realizarán pagos por excavaciones que el Contratista haya decidido llevar a cabo por su cuenta; estos costos deben estar contemplados en los costos indirectos de la obra.

La excavación final, realizada en los últimos 10 centímetros para la instalación de tuberías o pozos de revisión, se pagará como excavación a mano en terreno sin clasificar o conglomerado, en función de la profundidad. Este enfoque garantiza una compensación justa y transparente por el trabajo realizado de acuerdo con las especificaciones definidas.

#### **4.5.3. Arenas**

Se la conocerá de la forma de elaboración del fondo de la zanja, las adaptaciones necesarias en el terreno y el suministro y colocación de la cama y envoltura de arena previo y para futuro de la instalación de las tuberías.

##### **a. Especificaciones**

Antes de la instalación de las tuberías, se llevará a cabo un ajuste con la rasante del fondo de la zanja. En este proceso, se considera esencial que los tubos se coloquen de manera que permanezcan firmes y nivelados a lo largo de toda su longitud. Se sugiere realizar una sobre excavación en las áreas donde se ubicarán las uniones de tuberías para evitar que estas actúen como puntos de apoyo. Este enfoque ayuda a garantizar una base uniforme y estable para la colocación de las tuberías, contribuyendo a la integridad y durabilidad del sistema.

Después de nivelar el fondo de la zanja, se llevará a cabo la compactación utilizando un pisón manual. Posteriormente, se colocará una cama de apoyo compuesta por material granular, en este caso, arena. Cuando falten los últimos 10 cm de profundidad en toda la zanja, esta porción se excavará manualmente hasta alcanzar el punto más profundo según la cota del proyecto.

Adicionalmente, se realizará una excavación manual en la franja central, aproximadamente  $\frac{2}{3}$  del diámetro exterior de la tubería, hasta una profundidad de 10 cm por debajo de la cota del proyecto. Inmediatamente después, se ajustará la rasante de la zanja con el ancho especificado, logrando una superficie uniforme.

Para proporcionar una base adecuada y uniforme que garantice una distribución de cargas segura y no dependa del material o tipo de tubería (las cuales suman 39 en total), se requerirá una capa de arena con un espesor de hasta 0,10 m. Este enfoque busca asegurar la estabilidad y durabilidad de la instalación de tuberías.

Después de instalar las tuberías, se procederá a colocar una capa de arena en la parte superior, con un espesor de aproximadamente 20 a 30 cm. El propósito de esta capa de arena es mantener uniformes tanto la capa inferior como la parte superior de las tuberías. En la última capa, se permitirá la colocación de material de mejoramiento compactado, contribuyendo así a la estabilidad y consolidación de la zanja y la infraestructura de tuberías. Este enfoque busca asegurar que la instalación sea duradera y resistente, proporcionando una base sólida y uniforme para las tuberías.

#### **b. Medición y Forma de pago**

La preparación de la base y el fondo, que proporciona la superficie adecuada para la aplicación de la arena requerida en la ejecución correcta de los trabajos mencionados, se pagará en metros cúbicos. Esto se calcula considerando el ancho del fondo de la zanja y la longitud que conecta la línea domiciliaria a la matriz, excluyendo la porción correspondiente a las tuberías existentes. La excavación manual se realizará específicamente para la colocación del material granular (arena), y esta actividad tiene su propia categoría en el análisis de precios.

#### **4.5.4. Rellenos**

Se denomina relleno a la acción de colocar material de mejoramiento y/o aquel que fue extraído de la excavación (de sitio), con el propósito de alcanzar el nivel del suelo adyacente.

##### **a. Especificaciones**

Una vez finalizadas las obras y con la aprobación de la Fiscalización, se procederá a realizar los rellenos utilizando material de mejoramiento o el material resultante de la excavación. Los detalles específicos de este proceso se describirán en los párrafos siguientes.

##### **➤ Relleno de Zanjas**

Para elevar la altura a 30 centímetros por encima de la tubería, todas las zanjas se llenarán manualmente con material aprobado por la Fiscalización. Si el material extraído es aceptado, puede ser utilizado en esta fase de relleno, siempre y cuando la primera capa

no contenga piedras. En el caso de que el material extraído no sea aceptado, el Contratista suministrará arena u otro material aprobado en cantidad suficiente para completar la zanja.

El proceso de relleno se llevará a cabo mediante la compactación con un pisón manual en capas de 15 centímetros de altura, hasta alcanzar un mínimo de 30 centímetros desde la parte superior de la tubería. El material de relleno se colocará en ambos lados de la tubería simultáneamente para mantenerla segura contra movimientos. La compactación se realizará de manera que garantice la transmisión segura de esfuerzos al suelo circundante. En caso de que el material esté húmedo, será rechazado; si está seco, se hidratará antes de utilizarse en el relleno.

Para el resto del relleno de la zanja, se utilizará un pisón de mano o equipo aprobado, colocando el material en capas de 30 centímetros de espesor. Este material debe ser granular, con aproximadamente un 40 por ciento de tierra fina y piedras menores a 10 centímetros de diámetro. Se deberá tener cuidado en la compactación en zanjas abiertas en vías donde se requiera ajuste de calzada, como asfalto o adoquinado. En estas situaciones, se realizarán pruebas de muestras cada 200 metros para verificar el grado de compactación.

El relleno se realizará para minimizar daños o raspaduras en la superficie de la tubería. En caso de problemas, el Contratista deberá corregirlos sin costo adicional, incluyendo la retirada y reinstalación de la tubería, corrección del recubrimiento y reparación de tramos con defectos. En terrenos destinados a la siembra de césped, el relleno se llevará hasta 15 centímetros por debajo del nivel del terreno natural, utilizando tierra vegetal para completar los últimos 15 centímetros.

#### **b. Relleno con material para cambio de suelo**

Durante la fase de relleno, se empleará el material excavado para garantizar una mayor calidad, y en caso de que este no sea adecuado, se seleccionará otro que cumpla con las especificaciones técnicas y cuente con la aprobación de la Fiscalización. El material utilizado como reemplazo del suelo debe cumplir con las siguientes especificaciones:



- El límite de plasticidad no debe superar el 15%.
- El límite líquido no debe exceder el 40%.
- La densificación del material no debe ser inferior al 95% de la densidad máxima obtenida mediante ensayos de laboratorio, según el ensayo Proctor Modificado.
- El tamaño máximo de los granos debe ser menor a 2", y cualquier grano que supere este tamaño debe ser removido.

El material en el sitio destinado para el relleno puede ser cohesivo, pero debe cumplir con ciertos requisitos:

- No debe contener material orgánico ni residuos de plásticos u otros elementos que modifiquen sus propiedades.
- El límite líquido no debe ser mayor al 50%.
- Se deben remover todas las partículas mayores a 2".
- El espesor de cada capa de relleno debe ser menor a 30 cm.
- La densificación de cada capa debe ser igual o mayor al 95% de la densidad máxima obtenida en laboratorio mediante el ensayo de Proctor Modificado.

El Constructor no puede comenzar las tareas de relleno sin la aceptación del Contratante, manifestada a través del libro de obra o comunicación escrita. Para rellenos en vías y caminos, el material utilizado debe ser similar al utilizado en la estructura original del camino, manteniendo los mismos espesores y límites de compactación para restablecer las características originales del camino.

### **c. Relleno compactado para terraplenes o plataformas**

Todo material aceptado por la Fiscalización para rellenos se colocará en capas horizontales uniformes y continuas con un espesor máximo de 25 centímetros de material suelto, a menos que la Fiscalización indique lo contrario. Posteriormente, se hidratará y compactará hasta alcanzar una densidad igual o superior al 95% del Proctor Estándar Modificado.

En el caso de una pendiente transversal del terreno superior al 20%, se deberá realizar un corte escalonado en la ladera con un ancho suficiente para permitir el trabajo de los equipos de compactación. Si se trata de terraplenes, cada capa se cortará antes de aplicar la siguiente.

La ejecución de relleno debe suspenderse en caso de lluvias o cuando el contenido de humedad del material esté fuera del rango  $\pm 2\%$  de la humedad óptima. Si el Contratista coloca material con un contenido de humedad diferente al especificado, la Fiscalización ordenará su retiro, independientemente de la posición del Contratista. En caso de detención de los trabajos por lluvia, el Contratista ajustará la superficie del relleno para mejorar el drenaje antes de reanudar los trabajos. Antes de reiniciar, se cortará la superficie del relleno para ajustar la humedad a los límites establecidos, retirando el material que no cumpla con la densidad requerida.

Si la construcción de un terraplén se detiene por un período prolongado, se tomarán medidas para evitar la circulación sobre la superficie y mantener la seguridad del relleno. Cualquier material modificado se removerá antes de reanudar el trabajo.

La nivelación y compactación de cada capa del terraplén se realizarán con equipos aceptados por la Fiscalización, como motoniveladoras, rodillos lisos, rodillos pata de cabra, vibradoras, pisones a motor, entre otros, según el tipo de material empleado y su facilidad de uso. No se permitirá, a menos que la Fiscalización lo autorice, la compactación con el paso de tractores o vehículos pesados de transporte.

#### **d. Relleno cerca de las estructuras**

El relleno necesario cerca o detrás de las estructuras se compactará para lograr el 95% de la máxima densidad seca según el ensayo Proctor Estándar Modificado. La compactación se llevará a cabo utilizando una apisonadora manual o de acción mecánica controlada manualmente. No se recomienda el uso de rodillos vibratorios a una distancia menor de 2 metros de las estructuras.

La compactación del relleno cerca de las estructuras no comenzará antes de 14 días después del vaciado del hormigón. El material se colocará en capas horizontales uniformes con un espesor máximo de 20 cm, y la última capa no deberá contener rocas o piedras retenidas por el tamiz de 76 mm (3"). Se deben tomar precauciones durante los entibados para evitar la formación de huecos al retirarlos.

#### **e. Relleno Compactado**

El relleno compactado implica la incorporación de material de la misma zanja o de préstamo en capas horizontales de no más de 0,20 m de espesor, debidamente

compactadas para alcanzar las alturas establecidas por la Fiscalización. Estas capas deben tener una densidad in situ igual o superior al 95% de la densidad máxima. La compactación se realiza con compactadores mecánicos como rodillos compactadores o compactadores de talón, evitando el uso de planchas vibratorias en zanjas para prevenir daños.

La cantidad de humedad del material utilizado para el relleno debe ser cuidadosamente controlada para lograr una compactación óptima. Se suministrará agua según sea necesario. Si el material está seco, se agregará la cantidad necesaria de agua, y si tiene demasiada humedad, se secará antes de su uso. Para alcanzar la humedad adecuada, el material de relleno se rociará fuera de la zanja antes de colocarse.

En la ejecución, el equipo mínimo necesario incluirá un vibro apisonador y herramientas manuales, mientras que la mano de obra mínima constará de un peón, operador de equipo liviano y maestro de obra. Para eliminar el exceso de humedad, se realizará un secado extendiendo capas delgadas que permitan la evaporación del exceso de agua, asegurando así una compactación adecuada.

Antes de comenzar el relleno de las zanjas, el Fiscalizador verificará que las paredes tengan los taludes permitidos y sean seguras. Si se han producido derrumbes debido a imperfecciones en la ejecución de la excavación, creando socavaciones o bóvedas que impidan una compactación adecuada, se deberán remover mediante sobre excavación, a cargo del Contratista

#### **f. Ensayos**

La Fiscalización llevará a cabo un control de calidad de los materiales para relleno mediante ensayos que garanticen el cumplimiento de los requisitos establecidos. El Contratista realizará ensayos en muestras provenientes de cada frente de aprovisionamiento, y en caso de modificaciones en los materiales, las entregará a la Fiscalización para su aprobación. Los ensayos incluirán pruebas de abrasión, resistencia a la compresión, análisis petrográfico y otros que la Fiscalización considere obligatorios.

Con el fin de verificar que la densidad especificada en los rellenos compactados se está alcanzando de manera adecuada, el Contratista tomará muestras en presencia de la Fiscalización y llevará a cabo los ensayos mencionados anteriormente, así como cualquier

otro que la Fiscalización requiera. Las muestras se obtendrán de las capas compactadas en lugares y números indicados por la Fiscalización.

La Fiscalización tiene el derecho de realizar ensayos de materiales y rellenos en cualquier momento, y el Contratista facilitará el acceso y la recogida de muestras. El Contratista será responsable de proporcionar y transportar las muestras para los ensayos a un laboratorio previamente aceptado por la Fiscalización. Todos los costos asociados con las muestras y los ensayos serán cubiertos por el Contratista.

#### **g. Medición y Forma de Pago**

La medición y pago de la preparación, entrega e incorporación de materiales en los rellenos se efectuarán en metros cúbicos. La compactación seguirá las indicaciones de los planos o las especificaciones de la Fiscalización. El pago se hará según la tabla de cantidades y precios, sin pagos adicionales por preparación del terreno, relleno de depresiones menores ni construcción de muros de confinamiento. Los costos de control de calidad, a cargo del Contratista, cubrirán mano de obra, herramientas, equipo y materiales aceptados por la Fiscalización.

#### **4.5.5. Tubería PVC para alcantarillado**

Forman parte La tubería de Policloruro de Vinilo (PVC) para alcantarillado es un componente fundamental en sistemas de evacuación de aguas residuales. Estos tubos deben cumplir con los estándares establecidos por la norma INEN 2059:2004. Pueden clasificarse en diferentes tipos, según sus características específicas:

Tipo A1:

- *Descripción:* Elemento flexible de conducción con un perfil abierto nervado. Se acopla en circunferencia o de manera espiral para formar un conducto liso en su interior, con nervaduras exteriores.
- *Características:* Conducto liso internamente con nervaduras exteriores para mayor resistencia y flexibilidad.

Tipo A2:

- *Descripción:* Elemento flexible de conducción con un perfil cerrado. Se acopla en circunferencia o en espiral para conformar un conducto liso tanto en su pared exterior como en la interior (perfil cerrado).

- *Características:* Conducto liso tanto interna como externamente, lo que facilita el flujo y la resistencia a obstrucciones.

Tipo B:

- *Descripción:* Elemento flexible de conducción con un perfil de extrusión continua. Posee una pared interior lisa y exterior corrugada.
- *Especificaciones:* Elaborada con cloruro de polivinilo tipo 1, grado 1, compuesto 12454-B, de acuerdo con la especificación ASTM D 1784.
- *Características:* Pared interior lisa para un flujo eficiente y exterior corrugado para mayor resistencia estructural.

#### **a. Especificaciones**

##### **➤ Tubería PVC**

Las tuberías de Policloruro de Vinilo (PVC) destinadas para la evacuación de aguas servidas o pluviales deben cumplir con especificaciones adicionales para garantizar su correcto funcionamiento y durabilidad. A continuación, se detallan estas especificaciones:

1. Capacidad de Soportar Rellenos:
  - Las tuberías deben ser capaces de soportar rellenos con una densidad que no exceda los 1800 kg/m<sup>3</sup> y una compactación superior al 90% de la máxima densidad según el ensayo Proctor Standard.
2. Normativa y Carga Total de Relleno:
  - Las tuberías deben cumplir con la Norma INEN 2059, Tabla 1, con un mínimo de serie 2.
  - Se seguirán las Normas ASTM D 3835, ASTM D 3034, ASTM F 679, ASTM F714 y ASTM F-949 para evitar deflexiones verticales negativas. La distorsión no debe superar el 5% del diámetro interno real medido en sitio después de 30 días de la instalación.
3. Condiciones del Material:
  - Las tuberías y accesorios deben ser rectos, con una sección transversal circular y sin defectos como hundimientos, grietas, fisuras, perforaciones, protuberancias o incrustaciones de material extraño.
4. Inspección y Ensayos:

- El Fiscalizador verificará diámetro interior, diámetro exterior, espesor de la pared, límites de rigidez, resistencia al impacto, resistencia al aplastamiento y resistencia a la acetona.
  - Las uniones deben cumplir con los estándares de hermeticidad según la Norma INEN 2059:2004.
5. Marcado de Tuberías:
- Deben estar marcadas con información relevante, incluyendo marca del fabricante, tipo de tubo (A1, A2 o B), material de fabricación, diámetro nominal, serie del tubo, rigidez, método de ensayo, normativa de referencia y número de lote.
6. Longitud de los Tubos:
- La longitud puede variar entre 3 y 12 metros con tolerancias especificadas por la Norma INEN 2059:2004. El Contratista debe garantizar que no haya daños durante el transporte y almacenamiento.
7. Almacenamiento y Manipulación:
- Las tuberías deben almacenarse bajo techo según las recomendaciones del fabricante.
  - Se debe utilizar equipo mecanizado para la manipulación, evitando el uso de cables metálicos para prevenir daños.
8. Tipos de Tubería y Diámetros Mínimos:
- Se especifica que los tres tipos de tubería (A1, A2, B) indicados en la Norma INEN 2059 se basan en diámetros mínimos específicos. El Contratista debe proporcionar un único tipo de tubería para cada diámetro.

Estas especificaciones garantizan que las tuberías de PVC cumplan con los estándares necesarios para su uso eficiente y duradero en sistemas de alcantarillado. El cumplimiento de estas normas es crucial para asegurar un rendimiento adecuado y la integridad del sistema.

#### ➤ **Instalación de Tubería PVC para Alcantarillado**

La fiscalización debe aceptar estos trabajos con anterioridad y permitirá su desarrollo. La instalación de la tubería de PVC para alcantarillado se llevará a cabo siguiendo un procedimiento preciso y asegurando la correcta alineación y pendiente. A continuación, se detallan los pasos y consideraciones para esta fase del proyecto:

1. Inicio de la Instalación:
  - Se comenzará la instalación desde la parte inferior de los tramos, aplicando esfuerzo hacia arriba.
  - La campana o la caja de la tubería se mantendrán en la posición más alta del tubo durante la instalación.
2. Alineación Vertical y Horizontal:
  - Se mantendrá una alineación continua y recta entre pozos, tanto en sentido vertical conservando la pendiente constante del diseño como en horizontal.
  - La tubería debe permanecer centrada en relación al lecho preparado y al ancho de la zanja.
  - Se instalarán "maestras" en el lomo y el costado de la tubería para asegurar la correcta alineación.
3. Verificación de Cotas y Niveles:
  - Se colocarán cotas indicadas en el proyecto mediante un nivel cada 20 metros de longitud, si es posible.
  - Se evitará que la desviación sea mayor a 5 milímetros en la alineación horizontal y vertical para tuberías hasta 600 mm de diámetro, o 10 mm para diámetros más grandes, en los tramos entre pozos.
4. Control de Desviación:
  - Antes de iniciar las actividades de relleno, se verificará nuevamente la alineación y pendiente del proyecto.
  - La fiscalización debe supervisar y aceptar estos trabajos antes de proceder con el relleno lateral y cubrimiento total de la tubería.

#### **b. Medición y Forma de Pago**

La medición y forma de pago de la tubería de Polivinilo (PVC) para alcantarillado se llevará a cabo de la siguiente manera:

1. Medición:
  - La tubería PVC se medirá por metro lineal, redondeando el valor a un decimal.
2. Forma de Pago:
  - El pago se realizará mediante el rubro denominado "sum + Instalación de tubería anillada PVC 200 mm", considerando su tipo, clase y diámetro.

- El pago se efectuará una vez que la tubería haya sido instalada y probada en obra, cumpliendo con las especificaciones establecidas y generando satisfacción por parte de la Fiscalización.
  - El rubro incluirá el costo del anillo de caucho y el lubricante necesario, de acuerdo con las especificaciones de instalación mencionadas.
3. Mano de Obra Mínima:
- La mano de obra mínima requerida para la ejecución de los trabajos relacionados con la tubería y accesorios PVC incluirá:
    - Peón.
    - Plomero.
    - Maestro de obra.
4. Equipos:
- Se utilizarán herramientas manuales para asegurar la instalación adecuada de la tubería.

Este enfoque garantiza una medición precisa y una forma de pago justa, vinculada a la correcta instalación y funcionamiento de la tubería PVC. La inclusión de la mano de obra necesaria y el uso de herramientas manuales aseguran la ejecución eficiente de los trabajos. La aprobación de la Fiscalización es un requisito antes de proceder con el pago, asegurando la calidad y conformidad con las especificaciones establecidas.

#### **4.5.6. Pozos de Revisión**

Los pozos de revisión son componentes esenciales del sistema de alcantarillado, ubicados estratégicamente para facilitar inspecciones y mantenimiento. Se clasifican según el diámetro predominante de las tuberías que convergen en un punto específico.

##### **a. Especificaciones**

Los pozos de revisión destinados a tuberías con diámetro interior inferior a 630 mm pueden ser construidos in situ o prefabricados utilizando hormigón de alta resistencia (210 kg/cm<sup>2</sup>). La ubicación de estos pozos seguirá las indicaciones de los planos o las sugerencias de la Fiscalización, permitiendo ajustes según cambios en el diseño.



➤ **Profundidad y Base del Pozo:**

- La profundidad del pozo seguirá niveles de excavación similares a los indicados para la zanja.
- Se asentará sobre un replanteo de piedra de 0,20 m de espesor.
- En la base se colocará una losa de hormigón simple de 210 kg/cm<sup>2</sup> con 0,15 m de espesor.

➤ **Dimensiones y Zócalo:**

- La base se calculará según la fórmula  $A = B + 0,90$  m para pozos hechos in situ y  $A = B + 0,40$  m para los prefabricados.
- Se añadirá un zócalo de hormigón ciclópeo sobre la losa, ocultando la tubería de mayor diámetro más 10 cm.
- La altura del zócalo variará según la posición de la descarga más alta.

➤ **Paredes del Pozo:**

- Las paredes, ya sea in situ o prefabricadas, tendrán una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- En el caso de elementos prefabricados, los anillos tendrán un espesor de 0,10 m, altura mínima de 0,30 m y se unirán con malla metálica electrosoldada.

➤ **Impermeabilización:**

- Ante filtraciones por juntas entre anillos, se realizará la impermeabilización, siendo responsabilidad y costo del Contratista.

➤ **Terminados Interiores:**

- Deben ser de buena calidad, utilizando cofres metálicos para evitar abolladuras y asegurar un estado adecuado.
- En caso de porosidad o malos acabados, se exigirá el resane sin pago adicional.

➤ **Zócalo de Apoyo para Pared:**

- Construida in situ según planos, compuesto por un anillo de hormigón ciclópeo de 0,3 m de ancho.
- Su altura variará tapando la descarga más alta más 10 cm con relación al piso.

➤ **Protección de Tuberías:**

- Se colocará una protección en el zócalo para tuberías de entrada y salida, con sobreancho de 0.05 m, altura de  $d+10$  cm y ancho  $d+10$  cm, donde "d" es el diámetro de la tubería.

➤ **Consideraciones Finales:**

- Las estructuras y las instalaciones de brocales y tapas se completarán al finalizar el relleno y la capa de rodadura.
- Se garantizará un orden y acceso conveniente, incluyendo una escalerilla con escalones de varillas de acero.

Estas especificaciones detalladas aseguran la construcción robusta y eficiente de pozos de revisión en el sistema de alcantarillado, cumpliendo con los estándares de calidad y funcionamiento requeridos.

Pozos de revisión para tuberías que tienen un diámetro interior igual o superior a 630 mm:

➤ **Construcción del Cajón:**

- Los pozos de revisión para tuberías con diámetro interior igual o superior a 630 mm serán elaborados en sitio y contruidos de hormigón armado.
- La dimensión y forma del cajón se determinarán según el diámetro de la tubería, siguiendo las indicaciones de los planos.

➤ **Características del Hormigón:**

- El hormigón utilizado tendrá una resistencia a compresión de 280 kg/cm<sup>2</sup>.
- El acero de refuerzo será de calidad 4200 kg/cm<sup>2</sup>.

➤ **Base y Paredes del Pozo:**

- Los pozos se asentarán firmemente sobre un replanteo de piedra con 0,20 m de espesor.
- La losa y las paredes de hormigón armado tendrán 0,20 m de espesor, según lo mostrado en los planos.
- Las paredes tendrán una altura variable, asegurando la firme enterradora de las tuberías de entrada y salida.

- **Construcción de la Losa Superior:**
  - Se construirá una losa superior de hormigón armado, incorporando un cerco metálico enterrado para soportar la tapa de hormigón tipo A.
- **Ubicación y Seguridad:**
  - Los pozos se ubicarán según lo indicado en los planos, asegurando la seguridad de su emplazamiento.
- **Terminados Interiores y Encofrados:**
  - Los terminados interiores de los pozos de revisión deberán tener una calidad excelente.
  - Se utilizarán encofrados en buen estado para garantizar acabados óptimos.
  - En caso de porosidad o malos acabados, el Constructor será responsable del enlucido de los pozos, sin generar costos adicionales.

#### **b. Medición y forma de pago**

Las mediciones de los pozos de revisión, ya sean de hormigón elaborado en el lugar o prefabricados, se realizarán por unidad. En términos de medición, la altura se define como la distancia entre el fondo del pozo acabado (por donde fluye el agua) y el nivel donde el brocal se mantendrá enterrado de manera segura. Esta altura se categoriza en rangos específicos según los ítems establecidos. El pago comprende la mano de obra, el equipo, las herramientas y los materiales necesarios para una ejecución eficiente del trabajo. No incluye el brocal y la tapa, los cuales se abonan como ítems independientes.

#### **4.5.7 Brocales y Tapas de Hormigón Prefabricado**

Los brocales y tapas son elementos prefabricados esenciales para la culminación de los pozos de revisión en el sistema de alcantarillado. Estos se caracterizan por ser estructuras de hormigón armado con una resistencia a la compresión de  $f'c=300\text{kg/cm}^2$ . La función principal del brocal es proporcionar un ajuste y confinamiento adecuado para la tapa sobre el cono del pozo.

##### **a. Especificación**

Las características generales de los brocales y las tapas de hormigón prefabricado son las siguientes:

- Alto del brocal: 0,2 m (Tipo A)
- Diámetro de las tapas: 0,7 m
- Espesor de las tapas: 0,10 m o 0,07 m
- Parrillas de hierro (malla electrosoldada): 10 mm
- Material del cerco metálico: Acero al carbono ASTM A-36
- Espesor mínimo del cerco metálico: 4 mm
- Altura del cerco metálico: Igual a la altura de la tapa

Se especifica que las tapas contarán con una parrilla de hierro mediante el uso de malla electrosoldada con varillas de 10 mm de diámetro. Además, se aplicarán las Especificaciones Técnicas correspondientes al hormigón para garantizar la calidad del material.

Es importante señalar que no se permitirá la construcción de brocales ni tapas en el sitio de la obra, reforzando la necesidad de utilizar elementos prefabricados con las dimensiones y especificaciones indicadas en los planos.

#### **4.5.8 Escalones**

Los escalones de los pozos de revisión se componen de varillas de acero con las siguientes características:

- Diámetro de las varillas: 20 mm
- Ancho de los escalones: 0,30 m
- Longitud sobresaliente de los escalones: 0,20 m
- Espaciamiento vertical de los escalones: 0,35 m

Estos escalones se fijan en las paredes de los pozos de revisión mediante el uso de una resina epoxica. Previamente, se perforan agujeros con un diámetro de 1 ¼ pulgadas para insertar las varillas de acero. Los escalones están diseñados para facilitar el acceso a los pozos de revisión, proporcionando puntos de apoyo de manera espaciada y firme.

##### **a. Medición y Forma de Pago**

Los En el caso de los pozos de revisión destinados para tuberías con un diámetro inferior a 630 mm, los escalones no serán objeto de medición ni pago directo. Su costo se encuentra incluido dentro del rubro general de los "Pozos de Revisión de Alcantarillado", el cual se determina según la altura de los pozos.

En cambio, para los pozos de revisión destinados a tuberías con un diámetro igual o superior a 630 mm, los escalones se medirán y pagarán por unidad. Este pago se realizará una vez que los escalones estén instalados y hayan sido aceptados satisfactoriamente por la Fiscalización.

#### **4.5.9. Cargado, desalojo, limpieza y sobre acarreo de material**

El término "desalojo de material" se refiere al proceso de cargar y trasladar el material excavado que no es adecuado para relleno. Este material se transporta desde el lugar de excavación hasta los bancos de desperdicio designados en el proyecto o según las indicaciones del ingeniero fiscalizador.

Es importante destacar que estos rubros no incluyen los residuos de materiales, desperdicios y cualquier excedente resultante de la ejecución de la obra. La responsabilidad de la gestión, recogida, carga, transporte, descarga y otras actividades relacionadas con estos residuos recae en el contratista. La limpieza y correcta disposición de los residuos son aspectos cruciales para mantener un entorno de trabajo seguro y respetuoso con el medio ambiente.

##### **a. Especificaciones**

El proceso de carga del material resultante de la excavación se llevará a cabo utilizando equipo mecánico en condiciones óptimas, con el objetivo de minimizar interrupciones en el tráfico vehicular y evitar molestias para los residentes. Para garantizar la eficiencia y seguridad durante esta actividad, se establecen las siguientes pautas:

##### **1. Condiciones del Equipo Mecánico**

Se exigirá que el equipo mecánico empleado en la carga del material esté en buenas condiciones operativas. Esto incluye la inspección regular de la maquinaria para garantizar su funcionamiento adecuado y eficiente.

##### **2. Evitar Interrupciones en el Tráfico**

Se deberá planificar y ejecutar el proceso de carga de manera que no cause interrupciones significativas en el tráfico de vehículos. Se recomienda coordinar las operaciones de carga en horarios que minimicen el impacto en la circulación vial.

### **3. Prevención de Molestias a los Habitantes**

Se tomarán medidas para reducir al mínimo las molestias ocasionadas a los residentes cercanos durante el proceso de carga. Esto incluye limitar el ruido excesivo y adoptar prácticas que minimicen la generación de polvo.

### **4. Cubierta en Volquetes**

Todos los volquetes utilizados para transportar el material deberán contar con una capa que cubra completamente la carga. Esta medida tiene como objetivo prevenir derrames debidos a factores como el viento o el movimiento del vehículo durante el transporte.

### **5. Inspecciones y Supervisión Continua**

Será responsabilidad del personal encargado llevar a cabo inspecciones regulares tanto del equipo mecánico como de los volquetes, asegurándose de que se cumplan las condiciones establecidas. La supervisión constante contribuirá a garantizar el cumplimiento de los estándares de seguridad y eficiencia.

Estas especificaciones buscan asegurar un proceso de carga del material de excavación que sea seguro, eficiente y respetuoso con el entorno circundante, cumpliendo con las normativas y generando el menor impacto posible en la comunidad.

#### **b. Medición y Forma de Pago**

##### **1. Método de Medición**

La medición de los materiales de desalojo, ya sea cargado manualmente o mediante equipos mecánicos, se realizará en metros cúbicos (m<sup>3</sup>). La medición se llevará a cabo sobre el perfil resultante de la excavación.

##### **2. Precio Unitario y Esponjamiento**

El precio unitario para el pago se establecerá por metro cúbico medido en el perfil excavado. Además, se aplicará un ajuste del 30% para tener en cuenta el esponjamiento. Este porcentaje adicional tiene como objetivo considerar la expansión o aumento de volumen que puede ocurrir al retirar el material del sitio de excavación.

##### **3. Fórmula de Pago**

La fórmula para calcular el monto total a pagar será la siguiente:

Monto Total= (Volumen Medido en Perfil×Precio Unitario) × (1+Porcentaje de Esponjamiento)

#### **4. Registro y Verificación**

Se llevará un registro detallado de las mediciones realizadas, indicando el volumen medido en el perfil excavado. Este registro será verificado y certificado por personal competente.

#### **5. Frecuencia de Medición**

Las mediciones y cálculos para el pago se realizarán de manera regular, acordando una frecuencia específica que permita un seguimiento adecuado del progreso de la excavación y el desalojo de materiales.

#### **4.5.10 Transporte de material**

El transporte se refiere a la acción de mover el material excavado en la obra hacia bancos de desperdicio o áreas de almacenamiento designadas por el proyecto o el Ingeniero Fiscalizador, siempre que estas se encuentren a distancias iguales o menores a 6 km. La Fiscalización verificará que tanto el sitio de la obra como su zona de influencia estén completamente libres de desechos y limpios antes de considerar el uso del rubro de desalojo.

##### **a. Especificaciones**

##### **1. Medio de Transporte**

El material resultante de las excavaciones será transportado exclusivamente mediante el uso de volquetes.

##### **2. Cubierta Protectora en Volquetes**

Todos los volquetes utilizados para el transporte deberán estar equipados con una carpa o cubierta adecuada. Esta carpa tiene como objetivo principal cubrir el material y prevenir derrames debidos a factores como el viento o el movimiento del vehículo durante el trayecto.

##### **3. Funcionalidad de la Cubierta**

La carpa debe ser funcional y resistente, capaz de mantener el material contenido de manera segura. Se debe verificar que la cubierta esté en buenas

condiciones antes de iniciar cada viaje y reparar cualquier daño o defecto de inmediato.

#### **4. Protección contra Elementos Atmosféricos**

La cubierta deberá ofrecer protección efectiva contra las condiciones climáticas adversas, especialmente el viento. Asimismo, se espera que resguarde el material de posibles desplazamientos internos durante el transporte.

#### **5. Inspecciones Previas al Transporte**

Antes de cada carga, se realizarán inspecciones previas para asegurar que la carpa esté correctamente instalada y en condiciones óptimas para cumplir su función. Esto incluye verificar la integridad de los elementos de sujeción.

#### **6. Responsabilidad del Operador**

El operador del volquete será responsable de garantizar que la carpa esté debidamente asegurada antes de iniciar el transporte. Esto incluye la verificación visual y el aseguramiento de los mecanismos de sujeción.

#### **7. Cumplimiento de Normativas Locales**

Se deberán cumplir todas las normativas locales y disposiciones legales relacionadas con el transporte de materiales, incluyendo aquellas que aborden la seguridad y la prevención de la dispersión de partículas durante el transporte.

Estas especificaciones buscan asegurar que el transporte del material excavado se realice de manera segura y respetuosa con el entorno, minimizando la posibilidad de derrames y cumpliendo con las normativas vigentes. La incorporación de una carpa en los volquetes es esencial para garantizar la contención adecuada del material durante el trayecto.

### **b. Medición y Forma de Pago**

El transporte de material de desalojo hasta 6 km se lo contara y pagara en metros cúbicos. El volumen se medirá sobre el perfil que fue excavado. El precio unitario se tomará en cuenta un 30% de esponjamiento.

#### **1. Distancia de Transporte**

El transporte del material de desalojo, realizado en distancias de hasta 6 kilómetros, será contado y pagado en metros cúbicos.



## **2. Método de Medición**

La medición del volumen del material de desalojo se realizará sobre el perfil que fue excavado.

## **3. Precio Unitario con Esponjamiento**

El precio unitario para el pago se establecerá por metro cúbico medido en el perfil excavado. Además, se aplicará un ajuste del 30% de esponjamiento. Este porcentaje adicional tiene como objetivo considerar la posible expansión o aumento de volumen que puede ocurrir al retirar el material del sitio de excavación.

## **4. Fórmula de Pago**

La fórmula para calcular el monto total a pagar será la siguiente:

Monto Total= (Volumen Medido en Perfil×Precio Unitario) × (1+Porcentaje de Esponjamiento)

## **5. Registro y Verificación**

Se llevará un registro detallado de las mediciones realizadas, indicando el volumen medido en el perfil excavado. Este registro será verificado y certificado por personal competente.

## **6. Frecuencia de Medición**

Las mediciones y cálculos para el pago se realizarán de manera regular, acordando una frecuencia específica que permita un seguimiento adecuado del progreso del transporte de material de desalojo.

## **7. Certificación de Calidad**

El contratista deberá proporcionar documentación que certifique la calidad y cantidad de los materiales de desalojo transportados, asegurando que cumplen con los estándares y especificaciones requeridos.

Estas medidas buscan establecer un método transparente y justo para la medición y pago del transporte de material de desalojo, considerando la distancia de transporte, el volumen real medido en el perfil excavado y el ajuste por esponjamiento. La documentación y certificación de calidad son elementos clave para garantizar el cumplimiento de los términos contractuales.

#### **4.5.11 Señalización**

##### **➤ Letreros de Obra (3,00 x4,00 m)**

###### **a) Definición**

Este rubro se centra en el suministro de letreros de obra de dimensiones específicas, 3,00 metros de ancho por 4,00 metros de altura, diseñados para proporcionar información esencial en concordancia con el Programa de Salud y Seguridad establecido para el proyecto.

###### **b) Especificaciones**

###### **1. Material de la Lona**

Los letreros serán confeccionados en lona para exteriores impresa a todo color. La lona debe ser resistente a las condiciones climáticas y de alta durabilidad.

###### **2. Calidad de Impresión**

La impresión se realizará con tintas solventes de mínimo 720 DPI para garantizar una calidad óptima. Se aplicará una capa de laca solvente de protección para aumentar la durabilidad y resistencia a la intemperie.

###### **3. Bastidor**

El bastidor estará conformado por tubo cuadrado estructural de 2 x 2 pulgadas y 6 metros de longitud, junto con una lámina de Tool galvanizado de 1/25 pulgadas de espesor.

###### **4. Soportes**

Los soportes serán elaborados con tubos metálicos de sección cuadrada de al menos 3 x 3 pulgadas y 6 metros de longitud. Para el letrero tipo 1, se requieren 2 soportes; para los letreros tipo 2 y 3, se necesitarán tres soportes.

###### **5. Preparación de Elementos Metálicos**

Antes de ser pintados, los elementos metálicos deberán estar limpios de escamas, grasa, arcilla y oxidación. Se aplicarán dos capas de pintura anticorrosiva.

###### **6. Pintura Reflectiva**

Los elementos metálicos se cubrirán con una capa de pintura reflectiva. La aplicación se realizará con soplete mediante un compresor adecuado, asegurando capas uniformes sin añadiduras ni traslapos.

## **7. Unión de Elementos**

La unión de todos los elementos se realizará con soldadura en cordón para lámina de acero inoxidable, garantizando una conexión sólida y duradera.

## **8. Leyenda Adhesiva**

Todos los letreros llevarán la leyenda adhesiva con el diseño proporcionado por la empresa a través de la Fiscalización.

## **9. Criterio de Tamaño**

El tamaño de los letreros se determinará de acuerdo con un criterio específico que será establecido. Este criterio puede incluir consideraciones de visibilidad, ubicación y mensajes a transmitir.

## **10. Retiro y Entrega**

Una vez finalizados los trabajos, los letreros y sus estructuras deberán ser retirados y entregados en el sitio designado por la Fiscalización, a menos que se disponga lo contrario expresamente.

Estas especificaciones aseguran la confección de letreros robustos, duraderos y visualmente efectivos para comunicar de manera clara y segura información relacionada con el Programa de Salud y Seguridad en el lugar de trabajo.

### **c) Medición y forma de pago**

#### **1) Unidad de Medida**

El suministro de letreros informativos se medirá en unidades. Cada letrero constituirá una unidad.

#### **2) Cantidad Real Autorizada**

El pago se calculará en función de la cantidad real de letreros suministrados y que haya sido autorizada y aprobada por la Fiscalización. Solo se reconocerán los letreros que cumplan con los estándares y requisitos establecidos en las especificaciones técnicas.

#### **3) Responsabilidad del Contratista**

No se reconocerán pagos adicionales por letreros informativos que sean retirados o sustraídos del lugar de instalación. Es responsabilidad del Contratista reponer dichos letreros hasta que el proyecto lo requiera.

#### **4) Reposición de Letreros Retirados**

En caso de que los letreros sean retirados por alguna razón, el Contratista será responsable de reponerlos según las especificaciones y estándares definidos, sin generar costos adicionales al proyecto.

#### **5) No Reconocimiento de Pagos Duplicados**

No se reconocerá ningún pago por letreros informativos que hayan sido utilizados previamente en otro lugar y que ya hayan sido registrados y pagados por la Fiscalización. La duplicidad de pagos no será considerada en el proceso de liquidación.

#### **6) Registro y Aprobación de la Fiscalización**

La Fiscalización llevará un registro detallado de los letreros suministrados y, una vez que la cantidad haya sido verificada y aprobada, se procederá al proceso de pago.

#### **7) Verificación de Conformidad**

Antes de autorizar el pago, la Fiscalización verificará que los letreros suministrados cumplen con todas las especificaciones técnicas y requisitos establecidos en el contrato.

Estas condiciones de medición y pago buscan asegurar la transparencia y la conformidad con las normativas del suministro de letreros informativos, evitando pagos duplicados y promoviendo la responsabilidad del Contratista en el mantenimiento y reposición de los letreros.

### **➤ Señalización de seguridad tipo pedestal**

#### **a) Definición**

Este rubro se enfoca en la provisión e instalación de señales verticales sobre estructuras tipo pedestal, las cuales cumplirán con las especificaciones del Programa de Salud y Seguridad establecido para el proyecto.

#### **b) Especificaciones**

##### **1. Tipos de Señales según Códigos de Rubros**

El material para este rubro consistirá en señales de varios tipos, conforme al Programa de Salud y Seguridad y de acuerdo con los códigos asociados a las siguientes especificaciones técnicas:

- Para código 525023: Señales A-0014 a A-0015.

- Para código 525024: Señales A-0016 a A-0018.
- Para código 525027: Señales A-0021 a A-0023.
- Para código 525037: Señales A-0004.
- Para código 525038: Señales A-0010.
- Para código 525039: Señales A-0019.
- Para código 525061: Señales A-0001 a A-0003, A-0005 a A-0009.

## **2. Tableros de Señales**

Los tableros para todas las señales estarán hechos de lámina de acero laminado en frío con un espesor de 1,5 mm  $\pm$  0,15 mm, revestida por ambas caras con una capa de zinc aplicada por inmersión en caliente o por electrólisis.

## **3. Preparación del Tablero**

Antes de la aplicación de la lámina reflectiva, el tablero debe ser limpiado, desengrasado y secado de toda humedad. La cara frontal debe estar libre de óxido blanco. En la cara posterior, después de cortada y pulida la lámina, se aplicará una pintura base (wash primer o poxipoliamida), seguida de una capa de esmalte sintético blanco.

## **4. Estructuras para Señales Pequeñas**

Las señales se instalarán sobre estructuras construidas en tubo galvanizado de 50 x 50 x 3 mm, de primera clase. En el extremo inferior, dispondrán de un pedestal hecho de perfil laminado en frío - Acero A36 para garantizar su estabilidad.

## **5. Instalación y Rigidez**

La rigidez de las láminas de los tableros se garantizará fijándolas a la cruceta formada entre el poste y sus brazos. Los brazos deben formar un plano de apoyo en contacto continuo con la lámina.

## **6. Unión de Elementos**

La unión de todos los elementos, incluyendo postes y brazos, se realizará con soldadura 60-11 1/8".

## **7. Retiro y Entrega**

Una vez terminados los trabajos, las señales y sus estructuras deberán ser retiradas y entregadas en el sitio indicado por la Fiscalización, salvo disposición expresa en contrario.

Estas especificaciones garantizan la calidad, durabilidad y cumplimiento normativo de la señalización de seguridad tipo pedestal, así como la responsabilidad del contratista en la instalación y mantenimiento adecuado de dichas señales.

### **c) Medición y forma de pago**

#### **1. Unidad de Medida**

El suministro de señales verticales se medirá en unidades. Cada señal constituirá una unidad.

#### **2. Cantidad Real Autorizada**

El pago se calculará en función de la cantidad real de señales verticales suministradas y que haya sido autorizada y aprobada por la Fiscalización. Solo se reconocerán las señales que cumplan con los estándares y requisitos establecidos en las especificaciones técnicas.

#### **3. Responsabilidad del Contratista**

No se reconocerán pagos adicionales por señales verticales que sean retiradas sin la autorización de la Fiscalización o sustraídas del lugar de instalación. Es responsabilidad del Contratista reponer dichas señales hasta que el proyecto lo requiera.

#### **4. Reposición de Señales Retiradas**

En caso de que alguna señal sea retirada por alguna razón no autorizada, el Contratista será responsable de su reposición según las especificaciones y estándares definidos, sin generar costos adicionales al proyecto.

#### **5. Registro y Aprobación de la Fiscalización**

La Fiscalización llevará un registro detallado de las señales suministradas y, una vez que la cantidad haya sido verificada y aprobada, se procederá al proceso de pago.

#### **6. Verificación de Conformidad**

Antes de autorizar el pago, la Fiscalización verificará que las señales suministradas cumplen con todas las especificaciones técnicas y requisitos establecidos en el contrato.

#### **7. Responsabilidad en Caso de Retiro No Autorizado**

En caso de retiro no autorizado de señales, el Contratista asumirá la responsabilidad de su reposición hasta que el proyecto lo requiera, sin generar costos adicionales al proyecto.

Estas condiciones de medición y pago buscan garantizar la transparencia y la conformidad con las normativas del suministro de señales verticales, evitando pagos duplicados y promoviendo la responsabilidad del Contratista en el mantenimiento y reposición de las señales.

#### **4.5.12 Desmontaje, limpieza y restauración de las zonas de construcción**

##### **a. Definición**

El trabajo de limpieza y desbroce del terreno es una actividad esencial en el proceso de preparación del sitio de construcción. Este trabajo se llevará a cabo después de realizar el desbosque, que implica el desenraizamiento y la eliminación de arbustos, hierbas u otro material vegetal presente en el área del proyecto.

Este trabajo de limpieza y desbroce contribuye a establecer un lienzo limpio y preparado para la construcción, facilitando la ejecución eficiente de las actividades subsiguientes en el proyecto.

##### **b. Especificaciones**

###### **1) Uso de Equipos Mecánicos**

Se permitirá y se alienta el uso de equipos mecánicos para llevar a cabo eficientemente las operaciones de desbroce. Estos equipos deben estar en buenas condiciones y operados por personal capacitado.

###### **2) Ubicación de Material Vegetal Desbrozado**

Todo el material vegetal producto del desbroce deberá ser transportado y colocado fuera de las zonas destinadas a la construcción, según las

indicaciones precisas del fiscalizador. La disposición adecuada del material es crucial para mantener la limpieza y la seguridad en el sitio.

### **3) Responsabilidad por Daños a Propiedad Privada**

Cualquier daño o perjuicio ocasionado a la propiedad privada colindante con la zona del proyecto debido a los trabajos de desbroce será responsabilidad del constructor. Se deben tomar precauciones adicionales para evitar impactos negativos en áreas circundantes.

### **4) Planificación para Evitar Entorpecimientos**

Los trabajos de desbroce deben ser planificados con la suficiente anticipación para evitar entorpecer la normal ejecución de la obra. Se debe coordinar eficientemente con otras actividades y fases del proyecto para garantizar una transición sin contratiempos.

### **5) Preparación Completa del Terreno**

El constructor asumirá la responsabilidad de asegurar que el terreno esté completamente listo para dar inicio a la ejecución de la obra. Esto implica no solo la eliminación de la vegetación, sino también la preparación del terreno de manera que sea idóneo para las fases posteriores de la construcción.

### **6) Cumplimiento Normativo**

Todas las operaciones de desbroce se llevarán a cabo de acuerdo con las regulaciones y normativas locales aplicables para minimizar el impacto ambiental y garantizar la seguridad en el lugar de trabajo.

### **7) Supervisión del Fiscalizador**

La supervisión del fiscalizador será esencial para asegurar el cumplimiento de todas las directrices y requisitos establecidos durante el desbroce. Se deberá mantener una comunicación fluida con el fiscalizador para recibir orientación y ajustar los procedimientos según sea necesario.

Estas consideraciones adicionales refuerzan la importancia de una planificación cuidadosa, la gestión adecuada de los residuos vegetales, la prevención de daños



a la propiedad colindante y el cumplimiento de normativas durante el proceso de desbroce del terreno.

**c. Medición y Forma de Pago**

**1) Unidad de Medida**

El desbroce del terreno se medirá y pagará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>). Cada metro cuadrado de área desbrozada constituirá la unidad de medida para fines de pago.

**2) Áreas Designadas para Desbroce**

Solo se considerará para el cálculo y pago del desbroce aquellas áreas que estén dentro de los límites especificados en el proyecto (ancho de 1.20 metros). Estas áreas designadas para desbroce se establecerán de acuerdo con las indicaciones y planos proporcionados en el proyecto.

**3) Orden del Fiscalizador para Desbroce Adicional**

Únicamente se considerará para el pago aquel desbroce que esté dentro de las áreas definidas en el proyecto, a menos que el fiscalizador emita una orden por escrito indicando la necesidad de desbrozar áreas adicionales. En tal caso, las áreas adicionales especificadas por el fiscalizador también se incluirán en el cálculo para el pago.

**4) No Estimación de Desbroce Fuera de Áreas Especificadas**

No se estimará ni se considerará para fines de pago el desbroce que realice el constructor fuera de las áreas designadas (1.20 metros de ancho), a menos que exista una orden escrita y específica del fiscalizador para desbrozar áreas adicionales.

**5) Registro Detallado de Áreas Desbrozadas**

Se llevará un registro detallado de las áreas desbrozadas, especificando la cantidad de metros cuadrados despejados en cada área designada. Este registro será revisado y aprobado por el fiscalizador antes de proceder con el cálculo del pago.

**6) Protección de Áreas no Designadas**

El constructor será responsable de garantizar que no se realice desbroce fuera de las áreas especificadas en el proyecto, a menos que se cuente con una autorización expresa por escrito del fiscalizador. Se deben tomar medidas para proteger las áreas no designadas.

#### **7) Coordinación con Fiscalización**

La coordinación con el fiscalizador será clave para asegurar la correcta ejecución del desbroce, la medición precisa de las áreas desbrozadas y el cumplimiento de las condiciones establecidas para el pago.

Estas directrices buscan proporcionar claridad en la medición y pago del desbroce del terreno, asegurando que solo se considere para fines de pago el trabajo realizado dentro de las áreas designadas y establecidas en el proyecto, a menos que exista una orden expresa por escrito del fiscalizador para desbrozar áreas adicionales.

## Conclusiones

- Basándonos en los datos recopilados durante las visitas a la comunidad de Zhuzhún, se evidencia que varias viviendas están descargando aguas residuales directamente al suelo. Aunque algunas cuentan con pozos sépticos, la mayoría presenta deficiencias en su diseño o fabricación. Como resultado, la comunidad enfrenta desafíos significativos en la gestión de aguas residuales, lo que ocasiona un alto riesgo de enfermedades y una contaminación constante del entorno.
- La comunidad de Zhuzhún está experimentando un proceso de desarrollo, por lo que el proyecto de implementación sanitaria beneficiará al sector y a 174 residentes que se encuentran en la actualidad, incluyendo a personas de la tercera edad y personas con discapacidad. El diseño del sistema sanitario considera un periodo de retorno de 20 años, asegurando así que el proyecto pueda operar de manera efectiva sin necesidad de obras complementarias a corto plazo.
- La planificación del sistema de alcantarillado proporcionará beneficios a todos los habitantes que residen en la zona del proyecto. Este diseño cumple con todas las recomendaciones establecidas por diversas normativas nacionales y regionales, adaptándose de manera efectiva a las condiciones específicas del lugar.
- Se decidió trazar la red de alcantarillado de manera que se redujeran los costos, lo que llevó a la necesidad de dividir el sistema en dos tramos que cumplan con los servicios de saneamiento a la mayor parte de la comunidad del sector. En ningún punto, la red atravesó directamente los lotes o terrenos, ya que se tomaron medidas para respetar los linderos y evitar perjudicar a los residentes o propietarios.
- Se eligió utilizar tuberías de PVC en el diseño de la red debido a sus ventajas superiores en comparación con las tuberías de hormigón. El PVC presenta menor rugosidad, una impermeabilidad mejorada, una velocidad de conducción más alta y contribuye a mejorar la eficiencia durante la ejecución del proyecto.
- La totalidad de la red de alcantarillado está diseñada utilizando tuberías de PVC con un diámetro de 200 mm. Es importante destacar que los tramos del sistema de red de alcantarillado están trazados por la vía principal y brinda cobertura a la mayoría de las viviendas en la comunidad de ZhuZhún. La longitud total del sistema está alrededor de los 1.545 km.

- El costo estimado del proyecto es de 127,257.85 dólares estadounidenses, con un IVA del 12% incluido. Este presupuesto contempla la implementación de un sistema sanitario con una longitud aproximada de 1.545 kilómetros, la construcción de 41 pozos de revisión con alturas que varían entre 1.2 metros y 6 metros.

## Recomendaciones

- Explorar opciones alternativas para las viviendas que no fueron incluidas en este proyecto debido a las irregularidades del terreno. Se sugiere la implementación de una red secundaria que abarque “el tramo sin alcantarillado” y baje por la quebrada que se encuentra en medio de esta zona hasta el alcantarillado ya existente en la vía principal del cantón Paute que se puede observar en la *Figura 32*.
- En caso de que no sea viable la alternativa de la red secundaria, se plantea una solución mediante el uso de biodigestores con ayuda de gestión municipal.
- Se aconseja llevar a cabo la ejecución del proyecto de manera inmediata, ya que se percibe como una necesidad prioritaria para los residentes de esta comunidad.
- Se sugiere utilizar los diseños y consideraciones presentados en este documento como punto de partida para asegurar el adecuado funcionamiento de la infraestructura de saneamiento. En caso de realizar alguna modificación en la construcción, se recomienda que estas se realicen teniendo en cuenta la experiencia y el juicio prudente del constructor.
- Se sugiere que los profesionales municipales realicen una charla con los residentes de la zona donde no fue posible ejecutar el proyecto, con el objetivo de explicarles el funcionamiento y la importancia de estos sistemas de saneamiento. Para que puedan aceptar la ayuda de este servicio básico para cualquier comunidad.

## Referencias bibliográficas

- Alcaldía de Paute. (2019). *Turismo Paute*. Azuay, Ecuador. <https://www.paute.gob.ec/turismo/>
- Aldás, J. (2011). *Diseño del Alcantarillado Sanitario y Pluvial y Tratamiento de Aguas Servidas de 4 Lotizaciones Unidas (Varios Propietarios) del Cantón el Carmen*. [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/2650>
- Blaz, A. (16 de marzo de 2021). *Relaciones Hidráulicas de una sección circular*. <https://www.faneci.com/relaciones-hidraulicas-de-una-seccion-circular/>
- Bravo, D., & Solis, E. (2018). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio Los Laureles, comunidad de Nero, de la parroquia Baños, cantón Cuenca*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31523>
- Cárdenas, T., & Lema B. (2023). *Modelación del Alcantarillado de la Calle Pío Bravo, Cuenca*. [Tesis de Maestría, Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/13389>
- Carmona, R. (2016). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras*. [Archivo PDF]. [https://www.academia.edu/44942566/Dise%C3%B1o\\_y\\_Construcciones\\_de\\_Alcantarillados\\_Sanitario\\_Pluvial\\_y\\_Drenaje\\_en\\_Carreteras\\_Rafael\\_P%C3%A9rez\\_Carmona](https://www.academia.edu/44942566/Dise%C3%B1o_y_Construcciones_de_Alcantarillados_Sanitario_Pluvial_y_Drenaje_en_Carreteras_Rafael_P%C3%A9rez_Carmona)
- Cazar, F., Calle, D., & Pauta J. (2021). *Evaluación y plan de mejoramiento para el sistema de agua potable de la comunidad de santa teresita, parroquia Chiquintad*. [Tesis de Pregrado, Universidad del Azuay]. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/11368>
- Chiliquinga, M., & Sandoval, E. (2018) *Diseño de un sistema de alcantarillado combinado en el barrio Chaupi-Molino, parroquia Pifo*. [Tesis de Pregrado, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19693>

- Chumacero, R. (2020). *Diseño del sistema de alcantarillado para el caserío el porvenir, sector rural ubicado en el distrito de la Arena, provincia de Piura, departamento de Piura*. [Tesis de Pregrado, Universidad Católica los Ángeles Chimbote]. <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/19077>
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2009). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México. ISBN: 978-607-626-009-8. <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro20.pdf>
- CPE INEN 5 Parte 9-1 de 1992. Normas para estudio y diseño de Sistemas de agua potable y Disposición de agua residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. CO: 01.09-603. Instituto Ecuatoriano de Normalización – INEN. [https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/normas\\_disec3b1o\\_cpe\\_in\\_en\\_5\\_parte\\_9-1\\_1992-mas-de-1000-hab.pdf](https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/normas_disec3b1o_cpe_in_en_5_parte_9-1_1992-mas-de-1000-hab.pdf)
- Ecopolis. (2019). *ANEXO X – Memorias de cálculo de servicios públicos*. [Archivo PDF]. [https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/memorias\\_de\\_calculo\\_servicios\\_publicos.pdf](https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/memorias_de_calculo_servicios_publicos.pdf)
- Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, ETAPA. (2018). *Especificaciones Técnicas Generales - Cuenca*. ETAPAEP. [Archivo PDF]. [https://www.etapa.net.ec/Portals/0/Documentos/convocatoriasanjose2018/9.2.-Especificaciones%20T%C3%A9cnicas\\_Feb\\_2018\\_v01.pdf](https://www.etapa.net.ec/Portals/0/Documentos/convocatoriasanjose2018/9.2.-Especificaciones%20T%C3%A9cnicas_Feb_2018_v01.pdf)
- Equipo de Planificación de Alcantarillado, ANDA. (2009). *Manual para el Desarrollo de la Planificación de Alcantarillado*. [Archivo PDF]. [https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12044350\\_05.pdf](https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12044350_05.pdf)
- Flores, E. (2022). *Diseño del alcantarillado combinado para los 6 barrios que conforman la parte central de la parroquia de Alóag, ubicado en el cantón Mejía, provincia de Pichincha*. [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23002>
- Gavilán, D. (2016). *Diseño de alcantarillado sanitario*. ISBN: 100818764. <https://es.slideshare.net/SANTIAGODAVIDGAVILAN/100818764-disenodealcantarilladosanitario>

- González, E. (2014). *Flujo transitorio mixto en un sistema de alcantarillado que contiene aire atrapado*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México].  
[https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/DGB\\_UNAM/TES01000716008/3/0716008.pdf](https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/DGB_UNAM/TES01000716008/3/0716008.pdf)
- González, C., & Narváez, A. (2019). *Evaluación y rediseño de la planta de tratamiento de aguas residuales Acchayacu, parroquia Tarqui, del cantón Cuenca, Ecuador*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Cuenca].  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/33577>
- Guillen, F., & Macias, L. (2018). *Diseño del Sistema de Alcantarillado Pluvial para la Comuna de Joa, cantón Jipijapa*. [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2010>
- INEC. (2001). *Censo de Población y Vivienda*. Ecuador.
- INEC. (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Ecuador.
- INEC. (2023). *Censo, Ecuador*. <https://www.censoecuador.gob.ec/>
- Ingenia UDEA. (1 de noviembre de 2016). *Planos para trazar un sistema de alcantarillado de aguas residuales - 08*. [Video]. YouTube.  
<https://www.youtube.com/watch?v=28TKLYgWX4Q&list=LLHjcpjKrTPSpoAicbpj-n4A>
- Larriva, J., & Orellana, J. (2022). *Diseño de una red de alcantarillado combinado para el sector La Estancia, parroquia San Joaquín del cantón Cuenca, provincia del Azuay*. [Tesis de Pregrado, Universidad del Azuay].  
<https://biblioteca.uazuay.edu.ec/buscar/item/89528>
- López, R. (2000). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados*. Centro Editorial, Escuela Colombiana de Ingeniería. Colombia. ISBN 958-95742-0-3.  
[https://www.academia.edu/43690289/Elementos\\_de\\_Diseño\\_para\\_Acueductos\\_y\\_Alcantarillados](https://www.academia.edu/43690289/Elementos_de_Diseño_para_Acueductos_y_Alcantarillados)
- López, R. (2003). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Segunda Edición. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, [2003](#). ISBN: 9588060362.



<https://biblioteca.ucatolica.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=29382>

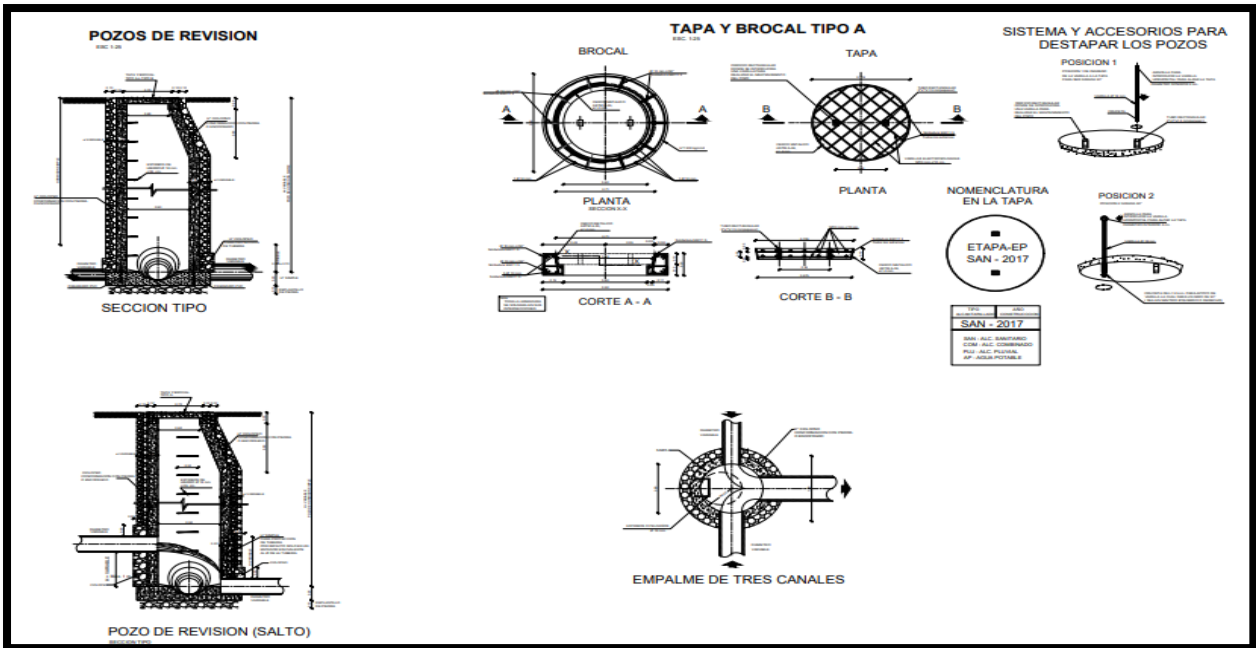
- López, N., & Juela, J. (2016). *Diseño de alcantarillado sanitario y pluvial y planta de tratamiento de aguas residuales, para la comunidad Metzankin del cantón Limón Indanza, provincia de Morona Santiago*. [Tesis de Pregrado, Universidad del Azuay]. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/5579>
- Lugo, J. (15 de diciembre de 2021). *Diseño de alcantarillado sanitario. Parte 1*. [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=6YMi50UmqeY>
- Lugo, J. (16 de noviembre de 2022). *Diseño de alcantarillado sanitario. Parte 2: Diseño de empate*. [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=O9uHnD9LhyU>
- Lugo, J. (17 de noviembre de 2022). *Diseño de alcantarillado sanitario. Parte 3: Diseño de empate*. [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=PYIw70CexM4>
- Madero, L. (2020). *Diseño del sistema de alcantarillado en el centro poblado Jesús María, sector rural ubicado en el distrito de La Arena-provincia de Piura, departamento de Piura, octubre 2019*. [Tesis de Pregrado, ULADECH Católica, Perú]. <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/19018>
- Martínez, O. (2011). *Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario para el barrio El Centro y Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para el barrio La Tejera, municipio de Jan Juan Ermita, departamento de Chiquimula*. [Tesis de Pregrado, Universidad San Carlos de Guatemala]. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3229\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3229_C.pdf)
- Mercado, Á., Cossío, C. X., & Copa, M. (2020). *Eficiencia vinculada a la operación y mantenimiento de pequeñas plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas en Cochabamba, Bolivia*. [Archivo PDF]. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S168307892020000100004&script=ci\\_abstract](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S168307892020000100004&script=ci_abstract)
- Morán, M. (2024). *Agua y saneamiento - Desarrollo sostenible*. [Archivo PDF]. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

- Moya, D., et. al. (2021). *Diseño del alcantarillado sanitario y pluvial para mejorar la calidad de vida de la parroquia Puerto Misahuallí, cantón Tena, provincia de Napo*. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/33080>
- Moya, D. (2018). *Metodología de diseño del drenaje urbano*. Ambato, Ecuador. [Archivo PDF]. <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-tecnica-deambato/alcantarillado/libro-de-alcantarillado-dm/44786552>
- Neira, J., et. al. (2009). *Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q*. Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua potable, Quito, Ecuador. [https://www.aguaquito.gob.ec/Alojamientos/PROYECTO%20LA%20MERCE/D/ANEXO%20%20NORMAS\\_ALCANTARILLADO\\_EMAAP.pdf](https://www.aguaquito.gob.ec/Alojamientos/PROYECTO%20LA%20MERCE/D/ANEXO%20%20NORMAS_ALCANTARILLADO_EMAAP.pdf)
- Norma Codificada CO 10.07 – 601 de 2012. Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. 4 de enero de 2012. No. 6-1992-08-18. Código Ecuatoriano de la Construcción de parte IX de Obras Sanitarias. SENAGUA. <https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/norma-co-10-7-602-poblacion-mayor-a-1000-habitantes.pdf>
- Norma Codificada CO 10.07 – 602 Revisión de 2012. Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural. 4 de enero de 2012. Secretaria del Agua - SENAGUA. <https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/norma-co-10-7-602-area-rural.pdf>
- Nueva Generación Civil. (13 de abril de 2022). *Creación y Edición de Etiquetas en Planta - Buzón y Tuberías en Civil 3D*. [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=1DolZ82V9o0&list=RDCMUcxIgetYaY-hxSqUG7qFDgxxg&index=13>
- Organización Panamericana de la Salud. (2005). *Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado*. Lima: UNATSABAR. [Archivo PDF]. [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/CEPISO~1.PDF](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CEPISO~1.PDF)

- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*.  
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Remigio, R. (2020). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Paute*. Municipio de Paute, Azuay, Ecuador.  
<https://www.paute.gob.ec/wp-content/uploads/2021/03/PDOT-PAUTE-2020-DIAGNOSTICO-PROPUESTA-Y-MODELO.pdf>
- Rocha, A. (2007). *Hidráulica de tuberías y Canales*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.  
<https://es.slideshare.net/FidelAndreRivasFerna/hidraulica-de-tuberias-y-canales-rocha-2007>
- Sarmiento, P. (2023). *Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario para la Comunidad de Pastopamba, Paute, Azuay*. [Tesis de Pregrado, Universidad del Azuay]. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/13401>
- Torres, J. (2008). *Material Didáctico para la asignatura de Acueductos y Alcantarillados*. Universidad Industrial de Santander. [Archivo PDF].  
<https://www.academia.edu/26657380/>
- Vallejo, I. (2018). *Diseño de la Red del Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la Comunidad de Zhipta de la Parroquia Jima, Cantón Sígsig, Provincia del Azuay*. [Tesis de Pregrado, Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/7777>
- Wilder, H. (14 de noviembre de 2015). *CIVIL 3D 2016 - 2024 RED ALCANTARILLADO SANITARIO (SANEAMIENTO BASICO) (SB 1/2)*. [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=q4lbf19>

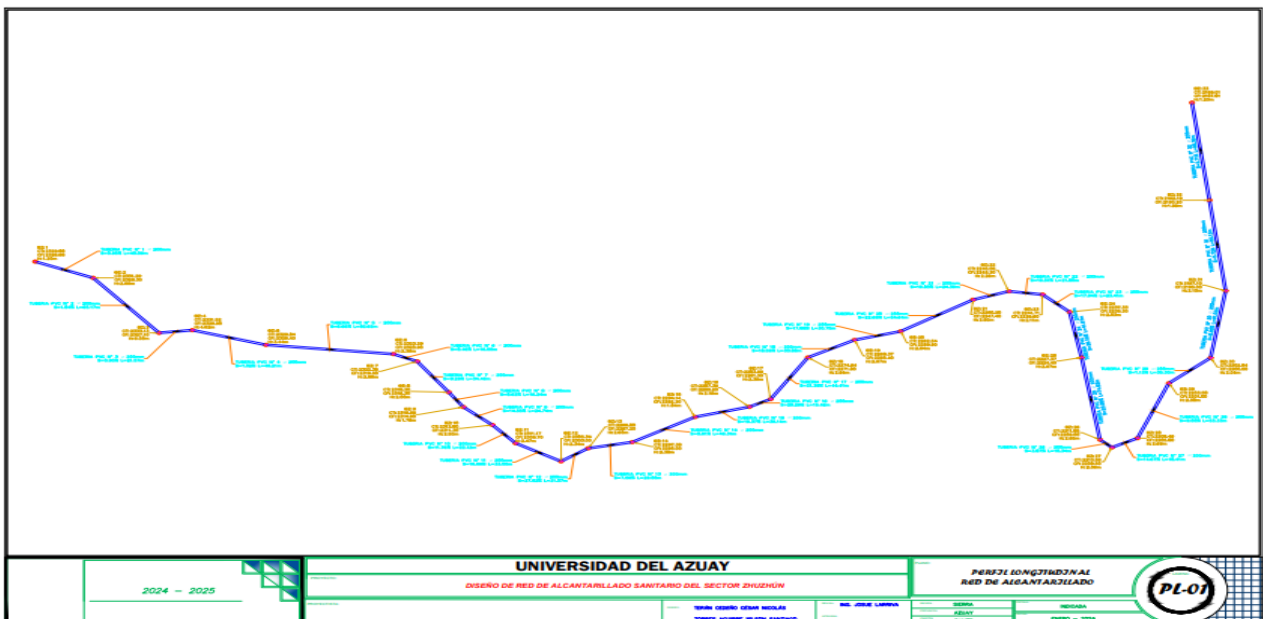
# Anexos

## Anexo I Pozo de inspección, tapas y brocal



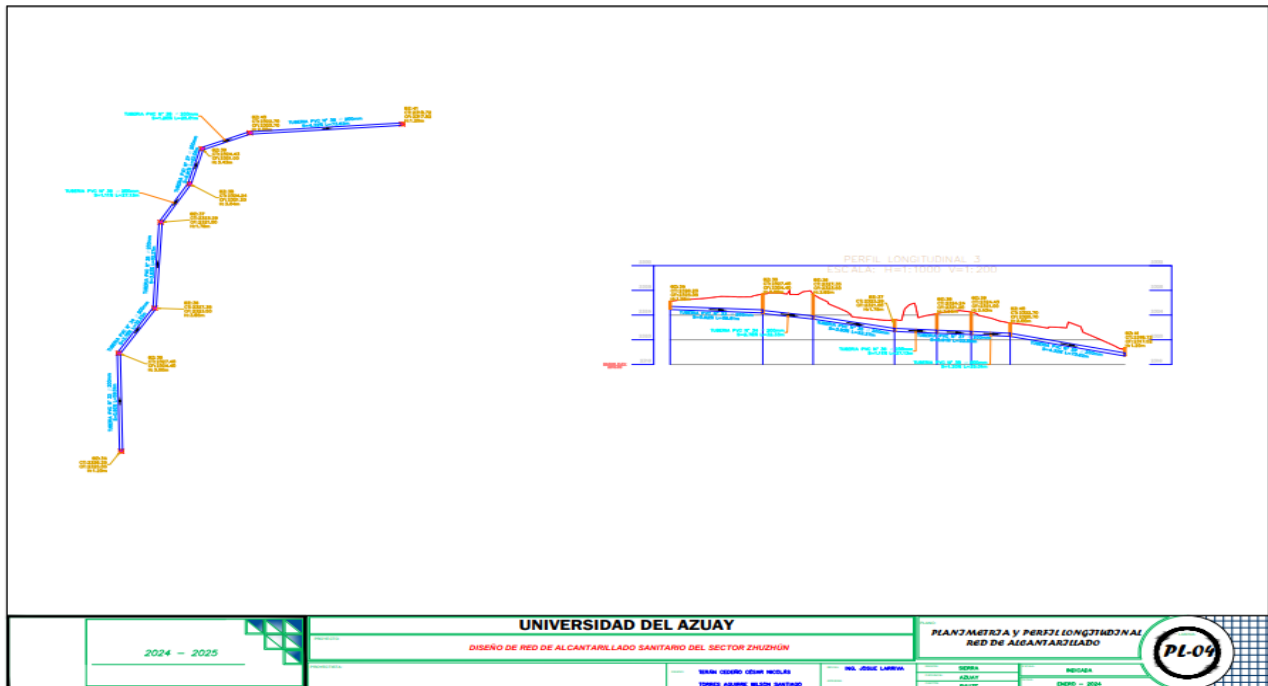
Nota. Esta imagen muestra los pozos de inspección, tapas y brocal. Imagen obtenida de ETAPA.

## Anexo II Planimetría del tramo 1 de la Red de alcantarillado



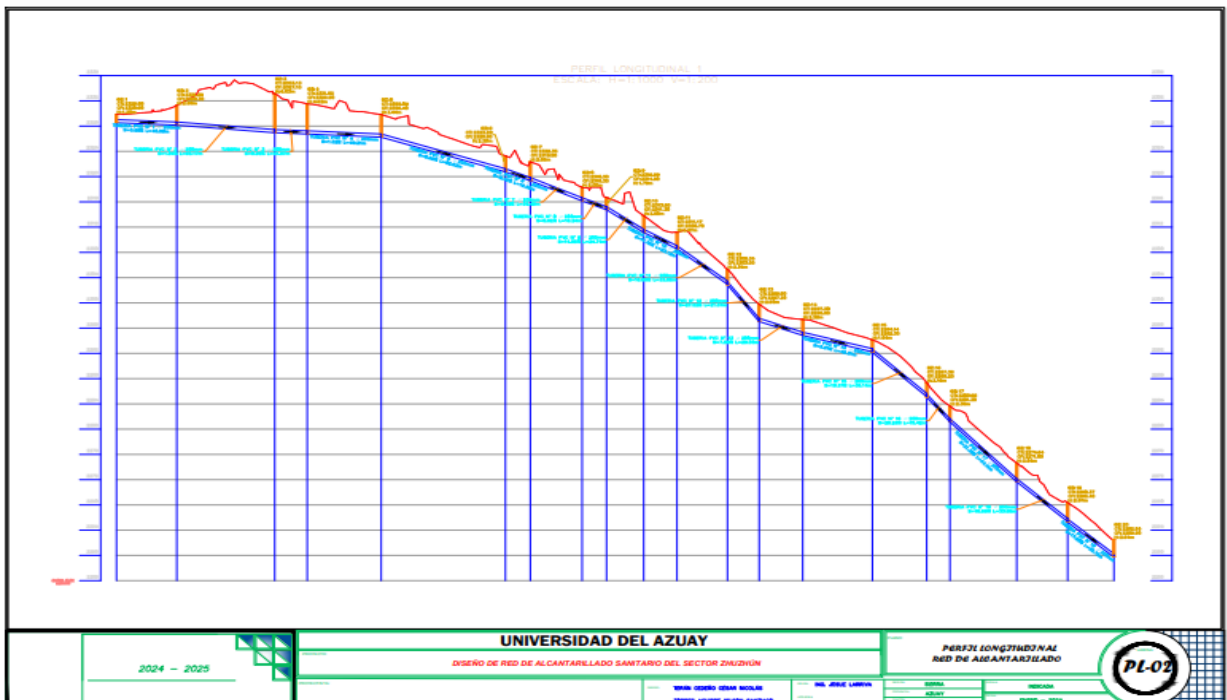
Nota. Esta lámina muestra la planimetría del tramo 1 de la Red de alcantarillado. Realizada por los atures.

**Anexo III Perfil longitudinal y Planimetría del tramo 2 Red de alcantarillado**



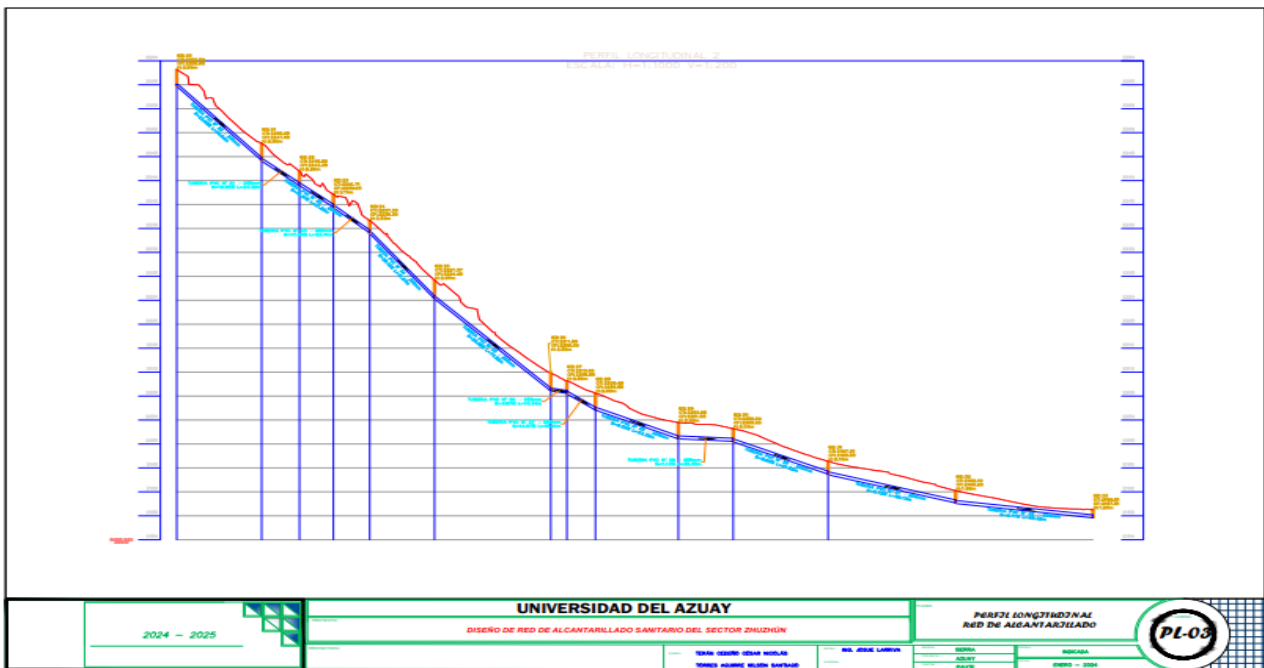
Nota. Esta lámina muestra el perfil longitudinal y Planimetría del tramo 2 Red de alcantarillado. Realizada por los atures.

**Anexo IV Perfil longitudinal del tramo 1 desde el poso 1 al 20**



Nota. Esta lámina muestra el perfil longitudinal del tramo 1 desde el poso 1 al 20. Realizada por los atures.

## Anexo V Perfil longitudinal del tramo 1 desde el pozo 20 al 33



*Nota.* Esta lámina muestra el perfil longitudinal del tramo 1 desde el pozo 20 al 33.

Realizada los atures.