



FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE “INGENIERIA CIVIL Y GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES”

TEMA:

“Diseño de la red de alcantarillado sanitario para el sector de La Alameda,
pertenecientes a la comunidad de Zhucay, parroquia de Tarqui, Provincia
del Azuay”

*Diseño del trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
Ingeniero Civil Con Énfasis En Gerencia De Construcciones*

AUTOR:

Diego Fernando Palacios Palacios

DIRECTOR:

Ing. Javier Fernández de Córdova Webster

Cuenca – Ecuador

2023

Dedicatoria

El presente trabajo de titulación va dedicado a Dios por brindarme la fortaleza, sabiduría y empeño para cumplir cada una de las metas propuestas.

A mis padres por el apoyo y esfuerzo constante que me han brindado en todo momento desde mi niñez hasta la actualidad.

A mis amigos, por haberme apoyado durante mi etapa universitaria, por brindarme largas noches de estudio, llantos y risas.

Al sector que me vio crecer.

Diego Palacios P.

Agradecimientos

Primeramente, a Dios que me ha dado el valor e impulso de conseguir todas mis metas planificadas, proponiéndome siempre lograr el éxito, teniendo en cuenta que nada es imposible, siendo así mi guía principal.

A mis padres por mostrarme el verdadero significado de la vida, sin descuidar lo primordial que son los estudios y el futuro de una persona, por haberme incentivado a lograr todo lo propuesto.

A mi tutor, Javier Fernández de Córdova por haber puesto su confianza en mí y permitirme realizar este proyecto para el sector.

A mis amigos por la ayuda necesaria en todo momento y por compartir conmigo lo bueno y lo malo de la vida universitaria.

Diego Palacios P.

Índice General

Dedicatoria	II
Agradecimientos	II
Índice General	III
Tablas de contenido de figuras	IV
Tablas de contenido de ecuaciones	IV
Tablas de contenido de tablas	V
Resumen	VI
Abstract	VII
Introducción.....	1
Capítulo I.....	1
Antecedentes	1
Problemática	1
Justificación	2
Objetivo General	2
Objetivos Específicos	2
Alcances y Resultados	2
Marco Teórico	3
Estado del Arte	5
Ubicación	8
Levantamiento de datos del sector	9
Topografía	9
Instrumentos de recolección de información.....	9
Infraestructura existente	11
Tipo de Vías	11
Sistemas de agua.....	13
Capítulo II	14
Consideraciones de diseño	14
Criterios de diseño.....	14
Periodo de diseño.....	14
Población de diseño.....	14
Población futura	15
Tasa de crecimiento poblacional	15
Método Geométrico	15
Áreas de aporte	16
Densidad poblacional	17
Dotación de agua potable.....	17
Pozos de revisión	18
Tuberías.....	19
Determinación de caudal de diseño.....	20
Caudal sanitario	20
Caudal por infiltración	21
Caudal por conexiones ilícitas	22
Criterios generales de diseño.....	22
Velocidades de diseño	22
Pendientes de diseño	23

Pendiente mínima	23
Diámetros de diseño.....	23
Diseño hidráulico.....	23
Flujo a sección llena.....	24
Flujo a sección parcialmente llena.....	25
Capítulo III.....	28
Diseño de la red de alcantarillado sanitario.....	28
Ubicación de pozos de revisión	28
Diámetro de pozos de revisión	30
Comprobación de normas vigentes	31
Capítulo IV.....	32
Estudio económico.....	32
Presupuesto.....	32
Análisis de precios unitarios	33
Especificaciones técnicas	34
Conclusiones.....	49
Recomendaciones.....	50
Bibliografía.....	51
ANEXOS.....	52

Tablas de contenido de figuras

<i>Figura 1.1: Ubicación geográfica de la zona de estudio.</i>	8
<i>Figura 1.2: Pendientes de la Provincia del Azuay</i>	9
<i>Figura 1.3: Promedio de habitantes por vivienda</i>	10
<i>Figura 1.4: Porcentaje según el número de habitantes por vivienda</i>	10
<i>Figura 1.5: Camino longitudinal</i>	11
<i>Figura 1.6: Camino transversal</i>	12
<i>Figura 1.7: Punto de encuentro de las aguas servidas</i>	12
<i>Figura 2.8: Áreas de aporte</i>	16
<i>Figura 2.9: Flujo a sección parcialmente llena</i>	26
<i>Figura 2.10: Flujo a sección parcialmente llenas</i>	26
<i>Figura 3.11: Ubicación de los pozos de revisión</i>	29
<i>Figura 3.12: Características del pozo de revisión</i>	31
<i>Figura 4.13: Análisis de precios unitarios</i>	33

Tablas de contenido de ecuaciones

<i>Ecuación 2.1: Variación poblacional con respecto al tiempo</i>	15
<i>Ecuación 2.2: Fórmula de la Densidad Poblacional</i>	17
<i>Ecuación 2.3: Determinación del caudal de Diseño</i>	20
<i>Ecuación 2.4: Caudal Sanitario</i>	20
<i>Ecuación 2.5: Factor de mayoración. (Larriva)</i>	21
<i>Ecuación 2.6: Caudal por infiltración</i>	21
<i>Ecuación 2.7: Caudal por conexiones ilícitas</i>	22
<i>Ecuación 2.8: Pendiente mínima</i>	23
<i>Ecuación 2.9: Radio hidráulico (tubería a sección llena)</i>	24
<i>Ecuación 2.10: Velocidad (tubería a sección llena)</i>	24
<i>Ecuación 2.11: Caudal (tubería a sección llena)</i>	25
<i>Ecuación 2.12: Ecuación sustituida por área de la tubería</i>	25

Tablas de contenido de tablas

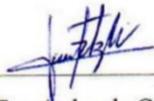
<i>Tabla 1.1: Acceso a agua potable Tarqui</i>	13
<i>Tabla 1.2: Acceso a alcantarillado Tarqui</i>	13
<i>Tabla 2.3: Dotación Neta y Bruta para distintas zonas</i>	17
<i>Tabla 2.4: Distancia según el diámetro de la tubería</i>	18
<i>Tabla 2.5: Diámetros recomendados de pozos de revisión</i>	18
<i>Tabla 2.6: Relaciones hidráulicas</i>	27
<i>Tabla 3.7: Altura en los pozos de diseño</i>	30
<i>Tabla 4.8: Porcentajes de esponjamiento</i>	45
<i>Tabla 4.9: Propiedades de PE y PVC (ETAPA, s.f.)</i>	47

Diseño de la red de alcantarillado sanitario para el sector de La Alameda, pertenecientes a la comunidad de Zhucay, parroquia de Tarqui, Provincia del Azuay

Resumen

Para el bienestar y el desarrollo de una sociedad es indispensable contar con varios factores que ayuden a mejorar las condiciones de vida diaria de la población y su entorno, tales como agua potable, alcantarillado, luz eléctrica, etc. Por este motivo es fundamental tener un sistema de recolección de aguas residuales, para su recolección y posterior depuración en una planta de tratamiento, hasta llegar a su disposición final, para devolverla nuevamente en la naturaleza. En este proyecto se diseña un sistema de alcantarillado para el sector de La Alameda, reduciendo la contaminación, enfermedades y costos elevados dentro de sistemas propios de recolección como es el caso de los pozos sépticos y biodigestores. El estudio incluye el sistema de alcantarillado sanitario y un presupuesto general para la obra, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población luego de su construcción.

Palabras clave: alcantarillado, aguas residuales, sistema sanitario



Ing. Javier Fernández de Córdova Webster

Director del Trabajo de Titulación



Ing. José Fernando Vázquez Calero

Director de Escuela



Diego Fernando Palacios Palacios

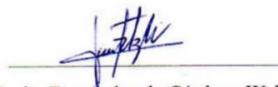
Autor

Designs for a sewage sanitation system for the La Alameda sector, which pertains to the Zhucay community, Tarqui area, Province of Azuay

Abstract

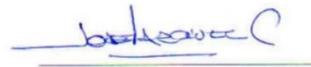
For the well-being and development of a society, it is essential to have several factors that help improve the daily living conditions of the population and their environment, such as potable water, sewage system, electricity, etc. For this reason, it is important to have a waste-water collection system, for collection and later purification in a treatment plant, until it reaches its final destination: to be returned once again to nature. In this project, a sewage system was designed for the La Alameda sector, reducing pollution, diseases, and high costs by using private collection systems like septic tanks and bio digesters. This study includes the sanitary sewage system and a general budget for construction work, all for the purpose of improving the quality of life of the community after its construction.

Keywords: sewer system, sewage water, health system



Ing. Javier Fernández de Córdoba Webster

Thesis Director



Ing. José Fernando Vázquez Calero

School Coordinator



Diego Fernando Palacios Palacios

Author

Translated by:



Diego Fernando Palacios Palacios



Introducción

Capítulo I Antecedentes

Dentro del país, toda la población necesita contar con servicios básicos, con el fin de lograr una mejor calidad de vida; por ello, el presente trabajo de titulación tiene como objeto aportar un saneamiento de aguas residuales al sector denominado “La Alameda” perteneciente a la comunidad de Zhucay, de la parroquia Tarqui, provincia del Azuay.

El siguiente proyecto es nuevo, se lo realizó de forma práctica, en el cual se unió la red de diseño con la red de alcantarillado ya establecida en el margen del río Tarqui, siendo una nueva implementación para el sector La Alameda; el mismo se trabajó en el campo relacionado a la ingeniería sanitaria e hidráulica.

El siguiente proyecto fue desarrollado con la participación de los habitantes del sector La Alameda, el mismo que incluye el estudio, cálculos, diseño y un presupuesto, con la finalidad de aproximar a valores reales para su futura construcción.

La comunidad de Zhucay, perteneciente a la parroquia Tarqui, tiene una altura de 2597 m.s.n.m. y sus respectivas delimitaciones al Norte por la parroquia Baños, al Sur por Atueloma, al Este por Acchayacu y al Oeste por la parroquia Tarqui. Dentro de la comunidad de Zhucay, la población se ha incrementado debido a la cercanía con la ciudad de Cuenca; por ello varias familias han adquirido terrenos para la construcción de sus viviendas por las características que ofrece la zona como el clima, precio y distancia, que hacen de esta comunidad un lugar habitable.

Problemática

El sector la alameda, no cuenta con un manejo adecuado de saneamiento de aguas servidas, por esta razón los usuarios han tenido que solventar sus necesidades adecuando pozos sépticos individuales o biodigestores dentro de cada área de terreno para tratar las aguas residuales.

Por lo mismo, se considera obligatorio un sistema de alcantarillado para que ayude a la población con el grave problema sanitario mencionado anteriormente, ya que debido a esto, existen inconvenientes en cuanto a olores, contaminación y propagación de mosquitos o roedores, siendo estos nocivos para la salud humana.

Justificación

Para un diseño óptimo se evaluó la zona mediante la ubicación y alturas, con el fin de obtener un trazado funcional; para ello, la topografía del terreno aproximó a las cotas más bajas para delimitar la zona de la red de diseño.

De igual manera, mediante encuestas se determinó la población actual de la zona con el fin de brindar el servicio dentro de un tiempo de vida moderado para el diseño de la red, para finalmente realizar el presupuesto del proyecto, determinando el precio final del mismo.

Objetivo General

Diseñar la red de alcantarillado sanitario para el sector de La Alameda perteneciente a la comunidad de Zhucay de la Parroquia Tarqui, cantón Cuenca, Provincia del Azuay.

Objetivos Específicos

- Analizar la población a la que beneficiará el proyecto.
- Levantar y procesar información topográfica para el diseño de red de alcantarillado.
- Diseñar la red del alcantarillado sanitario.
- Realizar un presupuesto para la construcción de la red de alcantarillado.

Alcances y Resultados

El propósito de este trabajo es diseñar un sistema de alcantarillado sanitario; el proyecto tiene como finalidad el servir a la comunidad estudiada de la parroquia Tarqui en el cantón Cuenca. Este proyecto presenta un sistema tentativo para el desarrollo futuro de la población y así brindar mejores condiciones de vida a sus habitantes.

Como resultado, se determina mediante encuestas el número de personas que serán beneficiadas con este proyecto y de esta manera entregar planos, en planta y perfil, para la implementación de este sistema, además de presentar un presupuesto mediante hojas de cálculo.

Marco Teórico

Hoy en día, la parroquia Tarqui cuenta con una red de agua potable al igual que alcantarillado para satisfacer las necesidades de la población existente, siendo el punto de evacuación de las aguas residuales provenientes por el margen derecho del río Tarqui. Según Rafael Pérez (2013), se puede encontrar la siguiente clasificación de los conductos de un alcantarillado:

- A) **Tramos iniciales:** reciben las domiciliarias directamente de las edificaciones. En general los tramos son colectores comprendidos entre dos estructuras de conexión. (PÉREZ, 2013)

- B) **Tramos secundarios:** reciben caudales de uno o más tramos iniciales. En su recorrido va acumulando áreas de drenaje, conduciendo los caudales provenientes de la red local, hasta su disposición en la red principal. (PÉREZ, 2013)

- C) **Colector principal:** recibe caudales de los anteriores. Conjunto de conductos o interceptores definidos por la estructura de una cuenca. Conduce los caudales de los tramos secundarios hasta el sitio de vertimiento o tratamiento. En ocasiones este colector recibe el nombre de emisario final. (PÉREZ, 2013)

- D) **Pozos de revisión:** “Su creación está predeterminada según reglas establecidas por instituciones encargadas de velar por la correcta creación de sistemas de alcantarillado sanitario, siendo sus primordiales propiedades: fondo de concreto reforzado, paredes de mampostería o cualquier material impermeable, repellos y cernidos liso en dichas paredes, tapadera que posibilita el ingreso al pozo de un diámetro entre 0.60 a 0.75 metros, escalones que posibilita descargar al fondo del pozo, dichos de hierro empotrados en la paredes del pozo. La máxima distancia entre pozos va a ser de 100 m” (Loyola, 2013)

- E) **Sumideros:** “Son estructuras que permitirán el ingreso de la escorrentía superficial de aguas lluvias, que corren por las cunetas, las mismas que se

conectarán directamente a los pozos de revisión, con una tubería de 315 mm de diámetro y una pendiente entre el 1% al 11%.” (Loyola, 2013)

Sistema de alcantarillado sanitario

Se denomina una red de alcantarillado al sistema de estructuras y tuberías que son usadas para trasportar aguas residuales desde un punto específico hasta un sitio en donde se viertan a un cauce o se realicen tratamientos. Para llevar a cabo de una manera eficiente, el sistema de alcantarillado sanitario requiere de principios hidráulicos para aplicarlos en conductos ya sea abiertos o cerrados. (Méndez, 2011)

Sistema de alcantarillado pluvial

Una red de alcantarillado pluvial tiene la función de conducir las aguas provenientes de las precipitaciones desde el punto más alejado, hasta un punto final de descarga de una manera económica. El mismo es medio de transporte de líquidos, en el cual se utiliza la energía natural disponible para disipar los fluidos. (Méndez, 2011)

Sistema de alcantarillado combinado

Se denomina red de alcantarillado combinado a un sistema que contenga una red de estructuras y tuberías que se encarguen de transportar aguas servidas y aguas lluvias, desde su inicio, hasta el lugar final para su tratamiento. (Méndez, 2011)

Para el cumplimiento de los mismos, se necesitan de los siguientes factores:

1. **Período de diseño:** Es el número de años durante los cuales una obra o estructura determinada funcionará de manera satisfactoria para la cual fue diseñada. (Méndez, 2011)
2. **Población de diseño:** Es la determinación del número de habitantes que serán beneficiados por un sistema de alcantarillado previamente diseñado y calculado en base a su población mediante censos que definen el análisis de crecimiento demográfico. (Méndez, 2011)

3. **Área de aportación sanitaria:** Determina la distribución de los caudales sanitarios en cada tramo de la red de alcantarillado. (Méndez, 2011)
4. **Dotación:** Cantidad de agua necesaria para satisfacer las necesidades de una persona por día, que normalmente es abastecida por un sistema público. (Méndez, 2011)
5. **Caudal de diseño:** Es el volumen de agua que llegara a las obras de drenaje, el objetivo del diseño es asociar una probabilidad de ocurrencia en diferentes magnitudes de la crecida. (Méndez, 2011)
6. **Inversión de capital:** Se refiere a los costos de la obra para obtener una adecuada ejecución hasta su finalización, desarrollándose en un determinado tiempo y dentro de un marco legal. Es el costo neto de construcción. (Méndez, 2011)

Estado del Arte

A nivel mundial, nacional y local se han encontrado trabajos de investigación de diseños de sistemas de alcantarillado sanitario y tratamientos de aguas residuales, realizados por estudiantes universitarios a nivel general. Dentro de ellos se presentan a continuación los siguientes proyectos:

Monitorización y análisis de flujo en sistemas de alcantarillado sanitario en Cúcuta, Colombia. Mediante la monitorización del flujo de los sistemas de alcantarillado se ha efectuado un comportamiento real de cada sistema, por ello se ha diseñado un sistema de alcantarillado para conocer los flujos de aguas residuales y mediante los volúmenes mencionados, además de ocupar factores para representar un consumo con características propias de cada comunidad. Se tiene como objetivo estimar dichos factores propios del sistema de alcantarillado sanitario, implementando un sistema de monitorización del flujo de aguas residuales mediante un tiempo de 19 semanas para realizar un análisis dependiendo de cada variación horaria del caudal que entra al sistema, determinando así

un factor de mayoración que represente cada una de las características propias de la ciudad. (Bonilla, Ramón, & Sanchez, 2021).

Diseño del alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas servidas de la cabecera de la parroquia La Unión, del cantón Atacames, provincia de Esmeraldas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. El autor tiene la finalidad de buscar una solución para mejorar la calidad de vida de los pobladores de la parroquia La Unión, en la cual la Municipalidad de Atacames necesitó un sistema de alcantarillado sanitario, en el que permita superar la problemática sanitaria, brindando condiciones de vida óptimas junto a una buena salubridad (Terán, 2013).

Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio Los Laureles, comunidad de Nero, de la parroquia Baños, cantón Cuenca, Universidad de Cuenca. En el trabajo de titulación se realizó el diseño del alcantarillado sanitario y la planificación de la escorrentía superficial mediante acequias, dando prioridad a mitigar las enfermedades producidas por la falta de un sistema para evacuación de excretas, además se realizó un cálculo del presupuesto total de la obra enfocado en dos diferentes materiales para los colectores como son PVC y hormigón. Dentro de un estudio presupuestario se muestra una diferencia económica de 2271.22 USD entre usar tubería PVC vs hormigón, en el que prima el PVC como material a utilizar para los colectores debido a sus ventajas constructivas, hidráulicas y de resistencia a condiciones adversas (Bravo & Solis, 2018).

Estudio y diseño del alcantarillado sanitario para la comunidad de Puenteloma del cantón Santa Isabel de la provincia del Azuay, Universidad Católica de Cuenca. Con el estudio realizado se pretendió facilitar en un futuro la construcción del sistema de alcantarillado sanitario junto con la planta de aguas residuales para la comunidad, mejorando la calidad de vida de la población con todos sus servicios básicos. El estudio contiene diseños de las redes de recolección de aguas servidas adjunto con sus planos de ubicación y características hidráulicas, además de una planta de tratamiento afluente seleccionada que cumpla con las características de la zona (Urgiles, 2015).

Diseño de la red de alcantarillado combinado para el sector El Alto, Parroquia San Joaquín del cantón Cuenca, Provincia del Azuay. Los autores diseñan un sistema de alcantarillado combinado con el fin de disminuir problemas generados por pozos sépticos

y mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector. El proyecto tiene un alcance de 2.1 km, el cual está diseñado sobre el eje vial ya existente; además el consta de una tubería PVC de 300mm para conexiones futuras de la parte alta del sector. Dicho trabajo tiene un presupuesto referencial que se estima llegaría a los \$238,512.78 incluido IVA y se encuentra referenciado a los precios unitarios manejados por la empresa ETAPA EP. (Cañas & Naspud, 2022)

Estudio para el alcantarillado sanitario en la comunidad de Lentag en la Provincia del Azuay. La finalidad de este trabajo es la realización de encuestas, un presupuesto referencial y los planos de diseño para la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario en 3 ramales; existe otro ramal en la misma comunidad el cual se incluyó un biodigestor para la evacuación. Toda la población analizada tiene sus edificaciones como viviendas y se considera un buen servicio de agua potable, sin embargo, el 100% de los habitantes desalojan las aguas servidas a fosas sépticas, las mismas forman parte de la contaminación para el sector. (Ochoa & Pauta, 2022)

Ubicación

Dentro de la ciudad de Cuenca está ubicada la comunidad Zhucay, con una altitud de 2597 m.s.n.m y delimitada al Norte por la parroquia Baños, al sur por Atocloma, al este por Acchayacu y al oeste por la parroquia Tarqui. Dentro de Zhucay, su población se ha ido incrementando de manera drástica, debido a su cercanía con la ciudad; varias familias han adquirido terrenos para la construcción de sus viviendas por las características que brinda la zona como lo son el clima, precio y distancia, que hacen de esa comunidad un lugar habitable. Por ello dicha comunidad antes mencionada se encuentra en la figura 1.1, la misma requiere de servicios básicos entre ellos el acceso a una red de alcantarillado para una mejor calidad de vida.

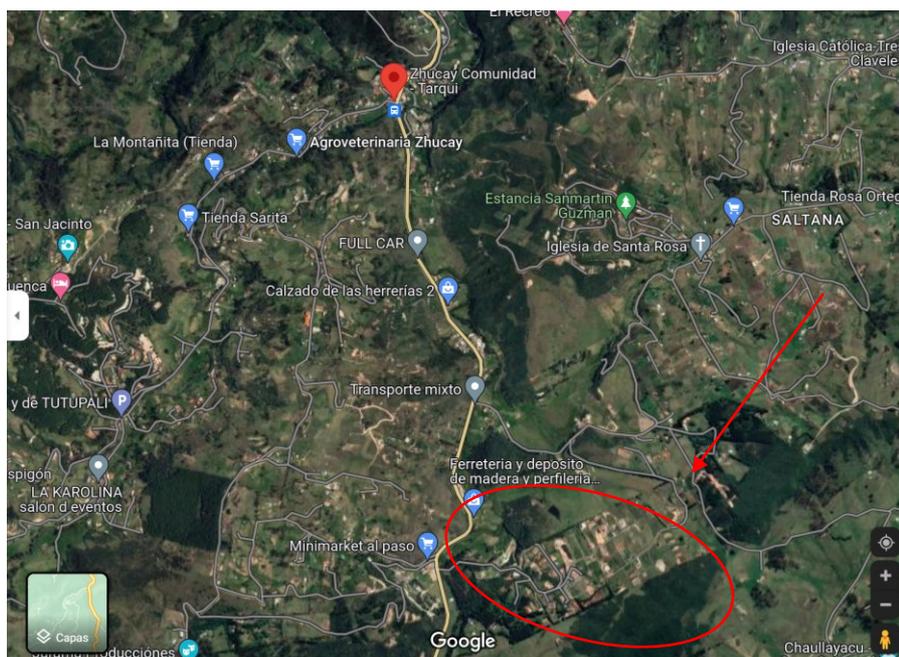


Figura 1.1: Ubicación geográfica de la zona de estudio.

(Earth, s.f.)

Levantamiento de datos del sector

Topografía

Dentro del sector La Alameda, se tiene una diferencia de alturas de 73 metros entre el punto más alto con una cota de 2678 m.s.n.m y el punto más bajo o tapa del alcantarillado (P.105) establecido al costado de la Panamericana Sur con una cota de 2605 m.s.n.m

Del plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia del Azuay se obtienen las pendientes para el sector designado; en la figura 1.2, se puede visualizar que el terreno posee pendientes del 12 al 25% la misma que dentro del rango de pendientes inclinadas.

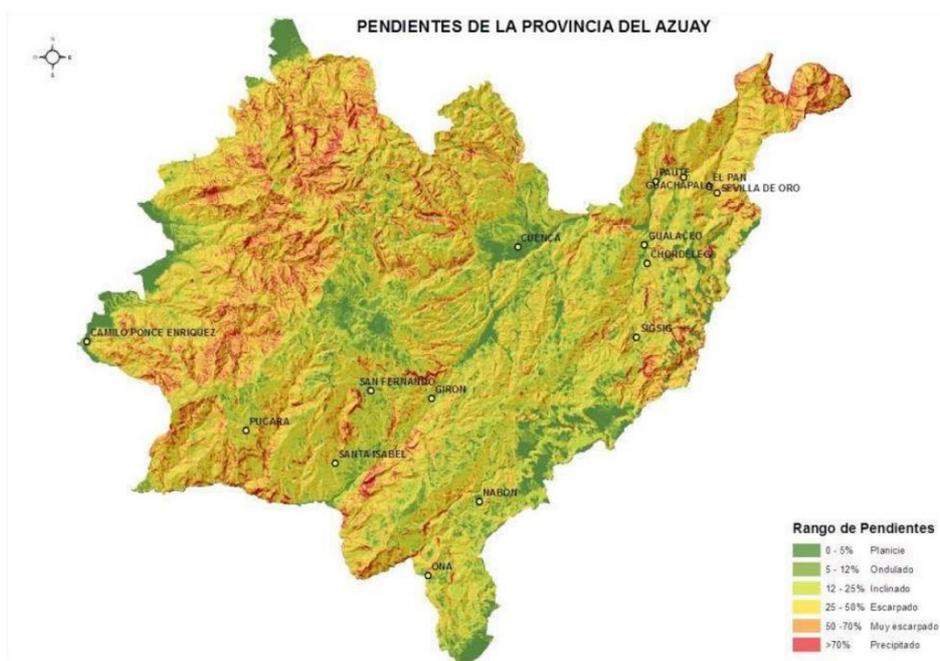


Figura 1.2: Pendientes de la Provincia del Azuay

Instrumentos de recolección de información

Los instrumentos para la recolección de información se realizaron mediante encuestas, las que cuentan con preguntas concretas para la obtención de un promedio de habitantes de la zona a estudiar; además de la obtención de curvas de nivel de la zona de estudio mediante una estación total de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Azuay con el fin de proporcionar información y datos para el diseño del

sistema de alcantarillado en el sector La Alameda de la comunidad de Zhucay, parroquia Tarqui, en el cantón Cuenca, provincia del Azuay.

Las encuestas fueron las siguientes:

1) ¿Nombre del propietario?

Respuesta: _____

2) ¿Área total del terreno que posee?

Respuesta: _____

3) ¿De cuántas personas comprende su familia?

Respuesta: _____

Mediante el resultado de las encuestas se obtiene el promedio de los habitantes por cada lote; En la figura 1.3 se tiene el resultado para realizar el dimensionamiento de los caudales sanitarios proyectada a una población futura, calculados con los datos de la figura 1.4 y el total de lotes con vivienda.

Total de Lotes	Total Habitantes	Habitantes / Lote
27	104.00	3.85

Figura 1.3: Promedio de habitantes por vivienda

De cuántas personas comprende su familia?

27 respuestas

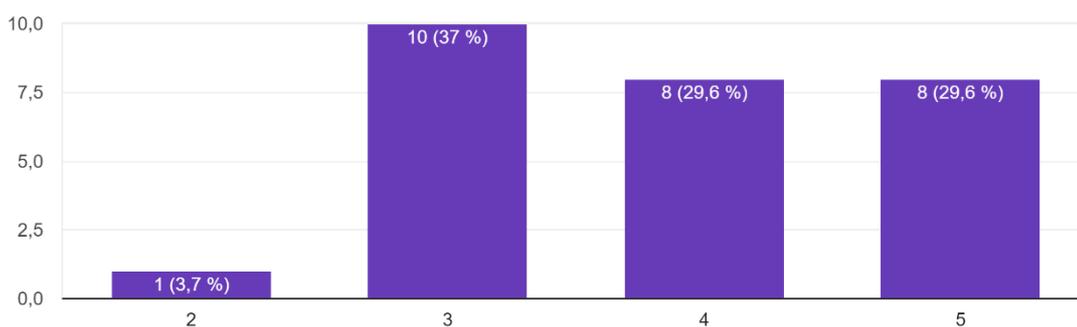


Figura 1.4: Porcentaje según el número de habitantes por vivienda

Mediante las encuestas no se obtuvo el 100% de los datos a analizar, por ello fue necesaria la colaboración junto al GAD de Tarqui para la obtención de áreas de terrenos no establecidos con el fin de obtener un resultado exacto para cada terreno.

Infraestructura existente

Tipo de Vías

El sector La Alameda cuenta con vías de 8 metros de ancho y está formada por material árido (lastre), la misma permite la movilización entre los usuarios hasta la calle principal sin retorno denominada “Los Pinos”. La calle “Los Pinos” es la única que permite el ingreso y retorno hacia la zona siendo la principal conexión entre los habitantes con la Panamericana Sur.

Mediante las siguientes fotografías podemos visualizar el tipo de vía existente en el sector “La Alameda”



Figura 1.5: Camino longitudinal



Figura 1.6: Camino transversal



Figura 1.7: Punto de encuentro de las aguas servidas

Sistemas de agua

Según el plan de desarrollo y ordenamiento territorial realizado por el GAD del cantón Cuenca, basado en el Censo de población y vivienda 2010, se puede observar en la tabla 1.1 el acceso al agua para consumo humano de la parroquia Tarqui.

Parroquia	N. viviendas	
Tarqui	2535	
	#	%
Red pública	1523	60.07889546
De pozo	182	7.179487179
De río, vertiene, cequia o canal	642	25.32544379
De carro repartidor	37	1.459566075
Agua lluvia (otros)	151	5.956607495

Tabla 1.1: Acceso a agua potable Tarqui

(Barzallo, Bermeo, Davalos, 2015)

Así mismo, mediante este Censo se puede conocer la forma de evacuación de las aguas servidas de la parroquia (figura 1.2), es decir las aguas con desechos orgánicos de personas y animales, que, de no tener estas formas de eliminación segura, serian un gran contaminante ambiental.

Parroquia	N. viviendas	
Tarqui	2535	
	#	%
Alcantarillado	309	87.8
P. séptico	1196	52.82
P. ciego	246	90.3
Descarga directa a ríos, quebradas	100	96.06
Letrina	92	96.37
No tiene	592	23.35

Tabla 1.2: Acceso a alcantarillado Tarqui

(Barzallo, Bermeo, Davalos, 2015)

Capítulo II

Consideraciones de diseño

Criterios de diseño

En el presente capítulo se detallarán las bases del diseño para el sistema de la red de alcantarillado establecidas por las Normas de diseño para sistemas de abastecimiento de Agua Potable comprendida en el área rural, la misma se detalla como CO 10.7-602 del Código Ecuatoriano de la Construcción.

Como primer paso para un buen diseño de la red, se debe tener en cuenta el caudal de aguas residuales con el que se va a trabajar; por ello es necesario conocer el abastecimiento de agua potable que tiene la zona de estudio con el fin de realizar una apropiada evacuación de las aguas residuales finales.

Para la determinación del caudal de agua que va a circular por la red es necesario tener en cuenta los siguientes parámetros.

- Caudal de aguas residuales domésticas, residuales industriales y comerciales
- Caudal de contribución por infiltración y conexiones clandestinas.

Periodo de diseño

Comprende el periodo de tiempo para el cual el sistema tendrá una eficiencia del 100%. La obtención de un periodo de diseño eficiente es recíproco a la importancia de la obra, por ello siempre debe existir una facilidad para la ampliación de la misma luego de que cumpla su tiempo de vida útil, debido a la tasa de crecimiento poblacional que presente el sector.

El presente proyecto se adapta a las normas establecidas por ETAPA EP que contempla un periodo de diseño de 20 años para una nueva infraestructura sanitaria.

Población de diseño

Para determinar la población a la cual beneficiará el proyecto se realizaron encuestas, las mismas que determinaron 104 habitantes y 27 viviendas dentro del sector, para que partiendo de este dato se pueda realizar los cálculos para el proyecto de diseño.

Población futura

Para la obtención de la tasa de crecimiento poblacional se analizó la información recolectada a partir de las encuestas, debido a que para tener una mejor precisión se realizaron las encuestas a los terrenos que constan dentro del sector La Alameda por ser el inicio de una futura zona residencial.

El cálculo de la misma se realizó entre producto de lotes existentes que están conformados por 117 y el promedio de los habitantes por vivienda que corresponde a 3.85, obteniendo así una población futura de 450.67 habitantes.

Tasa de crecimiento poblacional

Dentro de la zona a estudiar, existe falta de datos estadísticos; por ello para analizar el crecimiento poblacional de la zona para un periodo en específico, se realizó mediante un factor en el que se analiza la población actual que corresponde a los habitantes establecidos dentro de la zona y su área de terreno con vivienda correspondiente.

De esta manera se encontró el factor mediante el área de terreno total que cubrirá el diseño de la red de alcantarillado dependiendo de la región geográfica en donde se encuentre.

En el sector La Alameda perteneciente al cantón Cuenca de la provincia del Azuay, atribuyen a la región Sierra, la tasa de crecimiento poblacional será del 7.60%.

La misma se calculó mediante el despeje de la ecuación del método geométrico:

Método Geométrico

Corresponde a la variación poblacional con respecto al tiempo, se define mediante la ecuación 2.1:

$$P_f = P_a(1 + i)^t$$

Ecuación 2.1: Variación poblacional con respecto al tiempo

Donde:

Pf: Población futura (habitantes)

Pa: Población actual (habitantes)

t: Periodo de diseño (años)

i: Tasa de crecimiento poblacional (porcentaje)

Por medio de las encuestas realizadas se contabilizó una población actual de 104 habitantes y una población futura para un período $t = 20$ años de 450.67 habitantes obtenidos anteriormente.

Datos:

$P_a = 104$ habitantes.

$P_f = 450.67$ habitantes

$t = 20$ años.

$i = ?$

$$450.67 = 104 (1 + ?)^{20}$$

$i = 7.60\%$

El incremento calculado corresponde al valor real de la zona, debido a que se obtuvo con los datos reales de la población actual y futura.

Áreas de aporte

El diseño sanitario se lo realiza dependiendo del número de viviendas que consten en la zona de estudio para el trazado y recorrido de la tubería, partiendo de un levantamiento topográfico y con la ayuda de algunos programas informáticos se colocarán las viviendas a servir dentro del proyecto.

En la figura 2.8 se puede evidenciar el área a la cual beneficiará la construcción del proyecto.



Figura 2.8: Áreas de aporte

Fuente: Autor

Densidad poblacional

Hace referencia a la relación que existe entre el número total de habitantes y el área de terreno ocupada en hectáreas, teniendo así la siguiente ecuación 2.2.

$$Densidad = \frac{Población\ total}{Área\ (ha)}$$

Ecuación 2.2: Fórmula de la Densidad Poblacional

Dotación de agua potable

Corresponde a la cantidad de agua necesaria para la cual una persona pueda ejercer sus necesidades básicas en el entorno dentro de una agrupación de individuos denominada población.

Para la dotación del proyecto de titulación, se obtuvo el valor mediante los Estudios Definitivos de la II Etapa de los Planes Maestros que corresponden a la ciudad de Cuenca, en la cual se tiene una lista de valores dependiendo del sector en el que se encuentre el proyecto con un resultado final en litros de agua consumidos por cada habitante mediante un periodo de un día.

En la tabla 2.3 se detalla el consumo de agua potable dependiendo de la zona en la que se encuentre el proyecto.

Dotaciones Netas y Brutas para las zonas Urbana Consolidada, Centros Parroquiales y Rural			
Zona de Servicio	Dotación Neta (l/hab-día)	% de Perdidas	Dotación Bruta (l/hab-día)
Urbano consolidado y zonas especiales	247.5	25	330
Centros parroquiales	150	25	200
Rural	113	25	150

Tabla 2.3: Dotación Neta y Bruta para distintas zonas

Fuente: Etapa EP

En este proyecto al ser pertenecientes a un sector dentro de la comunidad de Zhucay que está en una zona rural, corresponde a una dotación bruta de 150 litros por habitante al día.

Pozos de revisión

Se define como una estructura del sistema de red de alcantarillado necesario para la inspección, mantenimiento, reparación y reconstrucción, se ubican en lugares específicos y los mismos deben cumplir con especificaciones dependiendo de la longitud y el tamaño de la tubería.

Constan de las siguientes especificaciones:

Para pozos de revisión con tuberías menores a 630mm de diámetro interior:

- Deben ser construidos en sitio o elaborados de hormigón prefabricado de 210 kg/cm².
- Deben incluir en el interior pozos de revisión de salto.
- Deben ubicarse según el diseño establecido de los planos o dependiendo de la variación de diseño por parte de fiscalización.
- Deben cumplir con las dimensiones dispuestas según el plano tipo dispuesto por ETAPA EP.

Según las Normas para el estudio y diseño, la tabla 2.4 se recomienda máximas distancias dependiendo de los diámetros de tubería que se vayan a utilizar.

Diametro (mm)	Distancia (m)
< 350	100
400 - 800	150
> 800	200

Tabla 2.4: Distancia según el diámetro de la tubería

Fuente: (Subsecretaría de Saneamiento, 1993)

Para este proyecto debido a que la tubería corresponde a 315mm se utiliza una distancia entre pozos no mayor a 100 metros.

Dependiendo de las tuberías de llegada, los diámetros de cada pozo varían desde los 90 centímetros en adelante, para ello se basa en la siguiente tabla 2.5.

Diámetro de la tubería (mm)	Diámetro del pozo (m)
Menor e igual a 550	0.9
600 a 800	1.2
Más de 800	Diseño especial

Tabla 2.5: Diámetros recomendados de pozos de revisión

Fuente: (Burbano, 1993)

El interior de los pozos de revisión debe constar con un buen acabado interior, por ello se exige que utilicen cofres metálicos que se encuentren en buen estado; de igual manera para evitar la porosidad, el constructor debe resanar los pozos finalmente sin ningún costo adicional.

Dentro de la norma, la altura máxima permitida para los pozos de alcantarillado será de 5 metros, debido a que, si la altura es superior a esta antes mencionada se deberá construir con cámaras de hormigón armado evitando accidentes y un mejor mantenimiento por parte del personal para ejercer sus labores de inspección.

Tuberías

Dentro de los materiales para las tuberías, existen varios, entre ellos los más conocidos son de plástico, poliuretano, hierro, PVC, plástico con fibra de vidrio entre otros, que cumplan con las normas técnicas para su fabricación.

Para este trabajo se colocarán tuberías de material PVC de 315mm, debido a las características que ofrece el material, tales como una fácil instalación, mantenimiento y limpieza. La colocación de las tuberías deberá seguir la pendiente natural del terreno para no colocar pozos de revisión sobredimensionados.

Según la normativa INEN, para la colocación de tuberías se debe cumplir con los siguientes parámetros:

- En una intersección, el sistema de red de alcantarillado deberá estar debajo de la red de agua potable y a una profundidad no mayor a la de 5 metros, siempre que no tenga cámaras de hormigón, para así garantizar una seguridad exterior que permita de una manera libre el trabajo de las conexiones domiciliarias.
- Existen cargas sobre la vía que influye directo sobre las tuberías, por ello la profundidad mínima para disipar las cargas es de 0,75 metros desde la cota del terreno.
- Para las instalaciones domiciliarias, se conectarán con una tubería de 200mm y con una pendiente mínima del 1%.

Determinación de caudal de diseño

Una vez que el agua ha cumplido su función dentro de cada vivienda, pasa directamente a una descarga dentro del sistema de red de alcantarillado con el fin de ser transportado hasta la matriz principal de dicha red.

Para el diseño de la red de recolección, se lo realizó mediante tramos en los cuales se debe considerar el caudal de diseño acumulado.

El caudal de diseño se calculó mediante el caudal de aguas residuales y el aporte de agua ilícitas.

Mediante la siguiente ecuación 2.3 se calculará el caudal de diseño:

$$Q_d = Q_{\text{sanitario}} + Q_{\text{infiltración}} + Q_{\text{ilicito}}$$

Ecuación 2.3: Determinación del caudal de Diseño

Caudal sanitario

Una vez que el agua ha sido desechada de manera utilitaria, pasa a una cadena en la cual ingresa a la red de alcantarillado hacia la matriz principal; se lo calcula mediante la ecuación 2.4:

$$Q_s = \frac{P * D * C_a * K}{86400}$$

Ecuación 2.4: Caudal Sanitario

Donde:

Qs: Caudal Sanitario.

P: Población existente.

D: Dotación del consumo de agua potable.

Ca: Coeficiente de aporte de aguas residuales.

K: Factor de mayoración.

La variable “Ca” que pertenece al coeficiente de aporte de aguas residuales, hace referencia a un porcentaje de agua que luego de su vida útil regresa al sistema de drenaje.

Se tomará un valor del 80% para el siguiente trabajo.

Para el cálculo de mayoración, perteneciente a “K”, se lo realiza mediante la siguiente ecuación 2.5:

$$K = \frac{2.228}{Q^{0.073325}}$$

Ecuación 2.5: Factor de mayoración. (Larriva)

Donde:

Q: Caudal

Caudal por infiltración

Cuando una estructura ya no es del todo impermeable, se produce un caudal por infiltración de aguas subsuperficiales dentro del sistema de red de alcantarillado sanitario; estos daños son principalmente causados por fisuras a lo largo de la red y se ven claramente en uniones dentro de pozos de inspección, colectores y más estructuras dentro del sistema de alcantarillado.

Este caudal, depende del tipo de variaciones dentro del nivel freático, tipo de tubería, calidad, accesorios y básicamente de su construcción.

Para calcular el caudal de infiltración, el tipo de suelo es el factor principal para su variación, por ello mientras más fino es el material, menor es su tasa de infiltración; al contrario, si el material presenta varias capas, la menos permeable se la define como una tasa máxima de infiltración.

Influyen varios factores para que exista dicho caudal, entre ellos el tipo de suelo, la variación del nivel freático, la calidad y el tipo de tubería que se implemente para la construcción (EMAAP-Q, 2009).

Según los planes maestros realizados para la ciudad de Cuenca, existe un valor definido para la tasa de infiltración que corresponde a (0.1 L/s/Km)

El cálculo para el caudal por infiltración se lo realiza mediante la ecuación 2.6:

$$Q_i = f * \frac{L_{acumulada}}{1000}$$

Ecuación 2.6: Caudal por infiltración

Donde:

Qi: Caudal por infiltración.

f: Tasa de infiltración (L/s/Km).

L acumulada: Longitud de la tubería acumulada (Km).

Caudal por conexiones ilícitas

Principalmente el problema empieza debido a que se realizan conexiones de aguas lluvias que terminan dentro del sistema de red de alcantarillado sanitario, además de conexiones clandestinas que suelen tener usuarios cercanos a una red , por ello se obtiene un caudal nuevo aumentado por dichas causas.

Según la normativa emitida por la empresa Etapa EP, se recomienda utilizar el valor de 80 l/hab*d (litros por cada habitante en un periodo de un día), su cálculo se lo realiza mediante la ecuación 2.7:

$$Q_{ilicito} = \frac{80}{86400} * P$$

Ecuación 2.7: Caudal por conexiones ilícitas

Donde:

Q ilícito: Caudal por conexiones ilícitas.

P: Población existente.

Criterios generales de diseño

Velocidades de diseño

Para un mejor manejo del sistema de alcantarillado, los colectores no deben permitir el paso de materia orgánica en su interior.

Según la Normativa CO 10.7-602 en la que nos habla acerca de las velocidades mínimas de diseño, se debe garantizar un correcto funcionamiento del sistema, por ello, para dicho sector utilizamos un coeficiente de diseño de 0,45 m/s.

Depende de una manera significativa el tipo de material empleado para dicha tubería dentro del sistema, pues de esa manera se puede seleccionar el valor dentro de la Normativa.

Para un correcto funcionamiento, la velocidad máxima real no debe ser mayor a 5 m/s.

Pendientes de diseño

Para un óptimo diseño lo recomendable es que dicha pendiente sea similar al terreno natural; es decir llevarla con una mínima profundidad con respecto a su horizontal para evitar cortes bruscos en el terreno natural, evitando así excavaciones y desalojos excesivos de material de sitio. De esta manera dicha pendiente debe cumplir con los parámetros impuestos por las normas.

Pendiente mínima

La pendiente dentro de un sistema de alcantarillado interfiere únicamente con actividades como la autolimpieza y el control de gases en el interior, la misma debe de ser mínima para facilitar el trabajo.

En este caso para el presente trabajo de titulación, la pendiente mínima fue del 1% que corresponde a trabajos con tubería de material PVC; además se siguió la pendiente natural del terreno con el fin de evitar costos innecesarios.

Para su cálculo, tenemos la ecuación 2.8:

$$s_{(\%) } = \frac{\text{Cota superior del terreno} - \text{Cota inferior del terreno}}{\text{Longitud horizontal entre la cota inicial y final}}$$

Ecuación 2.8: Pendiente mínima

Diámetros de diseño

Se utilizó un diámetro mínimo de 315mm con el propósito de evitar o disminuir obstrucciones por materiales u objetos dentro de la red.

Dentro de la parte económica, este diámetro influye de manera mínima en el costo final, debido a que existirá un ahorro en lo que corresponde a costos de operación, mantenimiento y limpieza; además esta expansión en el diámetro se ve beneficiado a un futuro, al incluir más usuarios al mismo sistema de red.

Diseño hidráulico

Los colectores tienen que ser a flujo libre por gravedad debido a que su recolección no es permanente; de esta manera se aprovecha para que el sistema funcione mediante una autolimpieza.

Existen ciertos parámetros para el diseño:

- Saber el tipo de material de la tubería para conocer el coeficiente de rugosidad.
- Verificar que la velocidad máxima no se supere, debido a sus complicaciones con el desgaste en las tuberías.
- Diseñar mediante un flujo uniforme para garantizar que se emplee la ecuación de Manning.
- Las tuberías trabajarán a sección parcialmente llena, es decir a un 80% de la capacidad máxima de diseño.

Para la determinación del caudal dentro del sistema de alcantarillado se deberá calcular el flujo a sección llena y parcialmente llena.

Flujo a sección llena

Se da principalmente cuando existe una tubería a baja presión y por ello alcanza una totalidad en su capacidad. Para la utilización de la ecuación de Manning es necesario saber el diámetro de la tubería debido a que influye de manera directa en la ecuación 2.9.

$$R = \frac{D}{4}$$

Ecuación 2.9: Radio hidráulico (tubería a sección llena)

Donde:

R: Radio hidráulico (m).

D: Diámetro interno de la tubería (m).

$$v = \frac{0,397 * D^{2/3} * S_o^{1/2}}{n}$$

Ecuación 2.10: Velocidad (tubería a sección llena)

Donde:

v= Velocidad (m/s).

D= Diámetro interno de la tubería (m).

So= Pendiente del conducto (%).

n= Coeficiente de rugosidad.

$$Q = v * A$$

Ecuación 2.11: Caudal (tubería a sección llena)

Donde:

Q= Caudal (m³/s).

v= Velocidad (m/s).

A= Área de sección mojada (m²).

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

Ecuación 2.12: Ecuación sustituida por área de la tubería

Donde:

Q= Caudal (m³/s).

v= Velocidad (m/s).

D= Diámetro interno de la tubería (m).

Flujo a sección parcialmente llena

Es un caso muy común al no tener un gasto constante, permitiendo que exista aireación de los gases que deja el agua en su recorrido.

El radio hidráulico depende de manera directa de la altura de calado (Y/D). De esta manera los cálculos son realizados con el 80% de la capacidad total máxima en cada uno de los tramos en los que se deben cumplir parámetros y requisitos dados por la empresa ETAPA EP, con la única característica de que los flujos a gravedad de los colectores se mantengan.

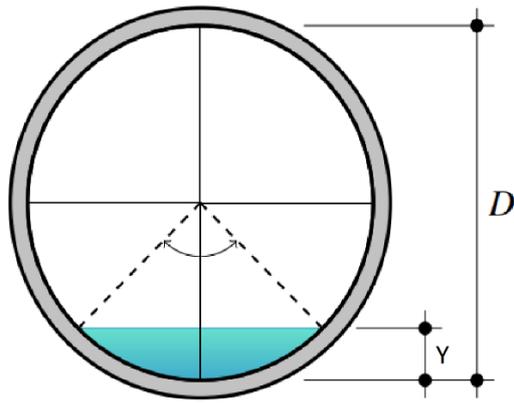


Figura 2.9: Flujo a sección parcialmente llena

Fuente: Autor

Dentro de las fórmulas a utilizar para los cálculos hidráulicos, existen a partir de relaciones y/D , q/Q , hasta obtener el valor de v/V .

A continuación, se muestran dichos valores en la siguiente tabla.

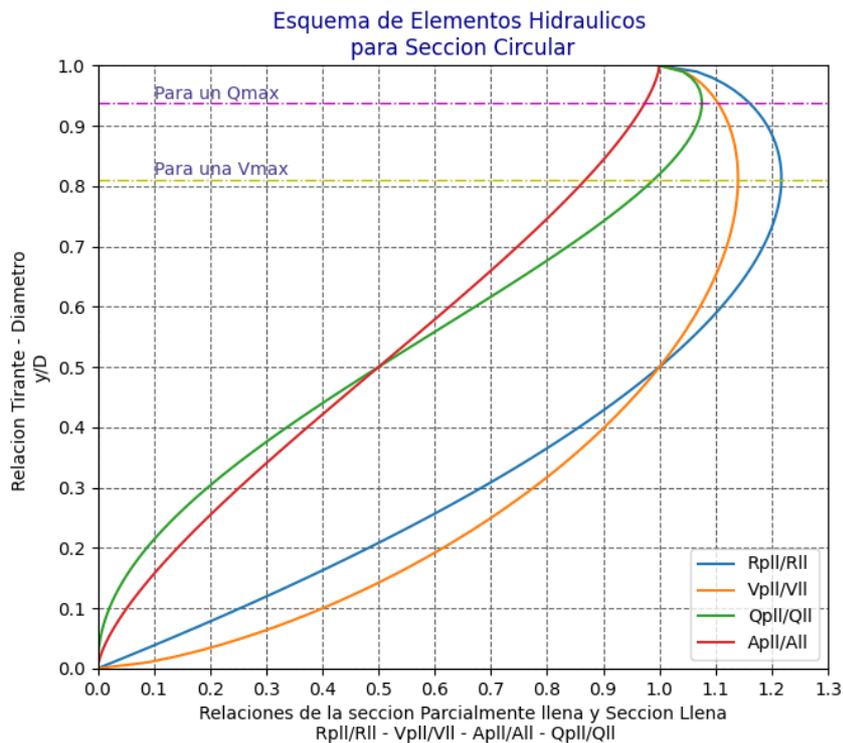


Figura 2.10: Flujo a sección parcialmente llenas

Fuente: (Lazo, 2021)

Dicho de otra manera, para poder obtener datos finales de caudales y velocidades con unas secciones parcialmente llenas, pero primero se debe trabajar con una sección completamente llena.

q/Q	v/V	d/D	t/T	q/Q	v/V	d/D	t/T
0.00	0.000	0.000	0.000	0.26	0.708	0.395	0.849
0.01	0.290	0.076	0.195	0.27	0.716	0.403	0.862
0.02	0.344	0.108	0.273	0.28	0.724	0.411	0.874
0.03	0.386	0.131	0.328	0.29	0.732	0.418	0.885
0.04	0.419	0.152	0.375	0.30	0.739	0.426	0.897
0.05	0.445	0.169	0.415	0.31	0.747	0.433	0.908
0.06	0.468	0.186	0.452	0.32	0.754	0.440	0.918
0.07	0.488	0.210	0.483	0.33	0.761	0.448	0.929
0.08	0.506	0.215	0.515	0.34	0.768	0.455	0.939
0.09	0.523	0.228	0.542	0.35	0.775	0.462	0.949
0.10	0.539	0.241	0.568	0.36	0.782	0.469	0.959
0.11	0.553	0.253	0.592	0.37	0.788	0.476	0.968
0.12	0.567	0.265	0.615	0.38	0.795	0.483	0.978
0.13	0.579	0.276	0.637	0.39	0.801	0.490	0.987
0.14	0.591	0.287	0.658	0.40	0.807	0.497	0.996
0.15	0.602	0.297	0.678	0.41	0.813	0.503	1.004
0.16	0.614	0.307	0.697	0.42	0.819	0.510	1.013
0.17	0.625	0.317	0.715	0.43	0.825	0.517	1.021
0.18	0.636	0.326	0.732	0.44	0.830	0.523	1.029
0.19	0.646	0.335	0.748	0.45	0.836	0.530	1.037
0.20	0.656	0.344	0.764	0.46	0.841	0.537	1.045
0.21	0.665	0.353	0.779	0.47	0.847	0.543	1.052
0.22	0.674	0.362	0.794	0.48	0.852	0.550	1.059
0.23	0.683	0.370	0.809	0.49	0.857	0.556	1.067
0.24	0.692	0.379	0.822	0.50	0.862	0.563	1.074
0.25	0.700	0.387	0.836	0.51	0.857	0.569	1.080
q/Q	v/V	d/D	t/T	q/Q	v/V	d/D	t/T
0.52	0.872	0.576	1.087	0.78	0.977	0.744	1.205
0.53	0.877	0.582	1.093	0.79	0.981	0.751	1.207
0.54	0.882	0.589	1.100	0.80	0.984	0.758	1.209
0.55	0.887	0.595	1.106	0.81	0.988	0.764	1.211
0.56	0.891	0.602	1.112	0.82	0.991	0.771	1.213
0.57	0.896	0.608	1.118	0.83	0.994	0.778	1.214
0.58	0.900	0.614	1.124	0.84	0.997	0.785	1.215
0.59	0.904	0.621	1.129	0.85	1.000	0.792	1.216
0.60	0.909	0.627	1.135	0.86	1.003	0.800	1.217
0.61	0.913	0.634	1.140	0.87	1.007	0.806	1.217
0.62	0.917	0.640	1.145	0.88	1.012	0.812	1.217
0.63	0.921	0.646	1.150	0.89	1.016	0.818	1.217
0.64	0.925	0.653	1.155	0.90	1.020	0.825	1.217
0.65	0.929	0.659	1.159	0.91	1.024	0.831	1.216
0.66	0.933	0.666	1.164	0.92	1.028	0.838	1.215
0.67	0.937	0.672	1.168	0.93	1.032	0.845	1.214
0.68	0.941	0.679	1.173	0.94	1.036	0.852	1.213
0.69	0.944	0.689	1.177	0.95	1.040	0.859	1.211
0.70	0.948	0.692	1.181	0.96	1.043	0.866	1.209
0.71	0.951	0.699	1.184	0.97	1.047	0.874	1.206
0.72	0.955	0.705	1.188	0.98	1.050	0.881	1.202
0.73	0.959	0.712	1.191	0.99	1.053	0.890	1.198
0.74	0.963	0.718	1.194	1.00	1.056	0.898	1.193
0.75	0.967	0.724	1.197	1.01	1.059	0.908	1.187
0.76	0.970	0.731	1.200	1.02	1.061	0.918	1.179
0.77	0.974	0.738	1.202	1.03	1.063	0.930	1.168

Tabla 2.6: Relaciones hidráulicas

Fuente: Autor

Para tener un correcto funcionamiento en la relación hidráulica, se debe cumplir con la expresión ($y/D \leq 0.8$).

Capítulo III

Diseño de la red de alcantarillado sanitario

Ubicación de pozos de revisión

El propósito de este proyecto sanitario es satisfacer a todo el sector La Alameda, por ello dentro de la zona beneficiada, actualmente se tiene un total de 27 viviendas que corresponden a 104 habitantes; en un futuro calculado para un tiempo de retorno de 20 años se espera satisfacer a 451 habitantes dentro de los 117 lotes de terreno, considerando que dentro de cada lote de terreno existente se realice como mínimo una vivienda.

Para el diseño de manera inicial se realizó una inspección por las vías y terrenos por donde atravesaría la tubería PVC, con el fin de observar desniveles y pendientes para su trazado definitivo. Se inició con un colector en el punto más alto de la topografía, siendo este el primero, el mismo está ubicado a la altura de 2678 m.s.n.m; posteriormente, el trazado de las tuberías entre cada uno de los pozos se lo realizó siguiendo la pendiente de la vía para no tener cortes excesivos de tierra y en un futuro sea más fácil su implementación, mejorando así costos en la parte de excavación y desalojo de material. La pendiente mínima con la que se trabajó en el diseño es del 1%; además no se superó la distancia máxima de 100 metros entre cada tramo de tubería PVC, cumpliendo de esta manera con un correcto funcionamiento de la evacuación sanitaria dentro de cada vivienda.

Finalmente, en el punto más bajo que pertenece a la cota 2605 m.s.n.m se encuentra la tapa P.105 que pertenece al sistema de red de alcantarillado ya establecido al costado derecho del río Tarqui, en donde desemboca todo el diseño del sistema propuesto para su posterior tratamiento.



Figura 3.11: Ubicación de los pozos de revisión

Se tiene un total de 77 pozos a lo largo del sistema de red de alcantarillado sanitario, los mismos que están interconectados entre sí por tuberías de material PVC, alineados de manera uniforme y siguiendo la pendiente natural del terreno; no obstante, en donde existían viviendas establecidas la pendiente debía cumplir con su mínimo del 1% y por dicha razón los pozos de revisión se adaptaron tomando alturas entre los cuales 9 exceden el valor del alto mínimo que correspondiente a 1.8 metros. La mayoría de los pozos se encuentran alineados a la mitad de la vía de lastre de 8 metros de ancho existente dentro del sector.

Los detalles de alturas de cada pozo de revisión se detallan a continuación:

Pozo	Altura(m)
1	1.8
2	1.8
3	1.8
4	1.8
5	1.8
6	1.8
7	1.8
8	1.8
9	1.8
10	1.8
11	1.8
12	2.5
13	2
14	2
15	1.8
16	1.8
17	2
18	2
19	4.5
20	1.8
21	1.8
22	4
23	3.5
24	1.8
25	1.8

Pozo	Altura(m)
26	1.8
27	1.8
28	2.5
29	4.65
30	1.8
31	1.8
32	1.8
33	2.5
34	1.8
35	1.8
36	1.8
37	1.8
38	3
39	2.5
40	1.8
41	1.8
42	1.8
43	1.8
44	1.8
45	2.5
46	1.8
47	2.5
48	1.8
49	1.8
50	1.8
51	2.5

Pozo	Altura(m)
52	1.8
53	3.5
54	1.8
55	1.8
56	3
57	3
58	1.8
59	1.8
60	1.8
61	1.8
62	1.8
63	1.8
64	1.8
65	1.8
66	1.8
67	1.8
68	3
69	1.8
70	1.8
71	2.5
72	1.8
73	1.8
74	1.8
75	1.8
76	1.8
77	1.8

68
4
2
1
1
1

Tabla 3.7: Altura en los pozos de diseño

Diámetro de pozos de revisión

Para la elaboración de los pozos de revisión, se implementarán los parámetros regulados por la empresa ETAPA EP, con el fin de cumplir con sus especificaciones, las cuales se presentan a continuación:

- El diámetro superior del pozo será de 60 cm.
- Para facilitar el ingreso del personal, el cuello del pozo contará con la forma de un cono excéntrico.
- El diámetro del cono excéntrico dependerá del diámetro de tubería de llegada o salida del pozo.
- Para su ingreso deberá existir una escalera elaborada de varilla de hierro en forma de “C” con una separación de 35 centímetros entre cada una de ellas.

En la siguiente imagen (figura 3.12) se pueden observar las características detalladas de un pozo de revisión.

Capítulo IV

Estudio económico

Presupuesto

Dentro del presupuesto se incluyen costos aproximados para la construcción de la obra, de esta manera existirá un monto de inversión con anterioridad a la construcción de la misma. El presupuesto rige a partir del análisis de precios unitarios conformados por una cantidad de cada producto o actividad dentro de los rubros anteriormente ya establecidos.

En este caso, el presupuesto detalla principalmente rubros implementados para la construcción del sistema de red de alcantarillado sanitario, el mismo que posee cantidades exactas para cada material o actividad, como es el caso de los pozos de revisión, tuberías, material de desalojo, materiales pétreos, excavación, etc.

Posteriormente, en el análisis de precios unitarios se detalla un presupuesto total (figura 4.13) para la construcción del sistema de red de alcantarillado sanitario ubicado en el sector La Alameda.

Análisis de precios unitarios

ALCANTARILLADO SANITARIO "LA ALAMEDA"						
Ubicación:		Sector la Alameda, parroquia Tarquí, canton Cuenca				
Fecha:		10/12/2022				
PRESUPUESTO						
Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P. Total
RED DE ALCANTARILLADO						
Preliminares						
1	520024	Replanteo	km	3.80	570.7500	\$ 2.166.85
2	580001	Referenciacion con hitos de hormigon (Bms)	Unidad	3.00	61.7700	\$ 185.31
3	580072	Referenciacion con placa de bronce	Unidad	3.00	39.7900	\$ 119.37
4	520027	Nivelacion	m	3796.49	0.3500	\$ 1,328.77
Excavaciones						
5	502002	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	116.39	11.6500	\$ 1,355.92
6	502003	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	83.51	13.6200	\$ 1,137.41
7	502004	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 4 y 6 m	m3	5.11	17.3300	\$ 88.60
8	502005	Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	77.59	15.4800	\$ 1,201.12
9	502006	Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	55.67	22.2500	\$ 1,238.73
10	502007	Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 4 y 6 m	m3	3.41	29.0200	\$ 98.91
11	502008	Excavación mecanica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad	m3	2327.76	1.7100	\$ 3,980.46
12	502009	Excavación mecanica en suelo sin clasificar de 2 a 4 m de profundidad	m3	3340.40	1.9000	\$ 6,346.75
13	502010	Excavación mecanica en suelo sin clasificar de 4 a 6 m de profundidad	m3	306.76	2.0700	\$ 635.00
14	502011	Excavación mecanica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad	m3	1551.84	3.7900	\$ 5,881.46
15	502012	Excavación mecanica en suelo conglomerado de 2 a 4 m de profundidad	m3	2226.93	4.4700	\$ 9,954.38
16	502013	Excavación mecanica en suelo conglomerado de 4 a 6 m de profundidad	m3	204.51	5.1500	\$ 1,053.22
Rellenos						
17	514004	Relleno compactado con equipo liviano	m3	10299.88	5.0500	\$ 52,014.38
18	514005	Material de Reposicion (Incluye esponjamiento)	m3	10299.88	11.5100	\$ 118,551.60
Pozo de revision						
19	534001	Pozo de revision de h=0 a 2,5 m, Tapa y Brocal tipo A	Unidad	68.00	426.8100	\$ 29,023.08
20	534002	Pozo de revision de h=0 a 3,0 m, Tapa y Brocal tipo A	Unidad	4.00	489.4300	\$ 1,957.72
21	534003	Pozo de revision de h=0 a 3,5 m, Tapa y Brocal tipo A	Unidad	2.00	558.0900	\$ 1,116.18
22	534004	Pozo de revision de h=0 a 4,0 m, Tapa y Brocal tipo A	Unidad	1.00	635.1200	\$ 635.12
23	534005	Pozo de revision de h=0 a 4,5 m, Tapa y Brocal tipo A	Unidad	1.00	721.9100	\$ 721.91
24	534006	Pozo de revision de h=0 a 5,0 m, Tapa y Brocal tipo A	Unidad	1.00	820.9500	\$ 820.95
Tuberia						
25	535779	Tuberia PVC para Alcant, U/E DNE=315 mm (dimin= 270 mm) min. serie 5, Tipo B (Inc. Sello Elastomérico)	m	3796.49	21.5600	\$ 81,852.32
26	535780	Instalación Tuberia PVC Alcant. D=315 mm	m	3796.49	1.0300	\$ 3,910.38
Desalojos						
27	513003	Cargada de Material a maquina	m3	10299.88	1.1600	\$ 11,947.86
28	513004	Transporte de materiales más de 5 Km	m3-km	10299.88	2.6400	\$ 27,191.68
29	513002	Transporte de material hasta 5km	m3	10299.88	2.0900	\$ 21,526.75
Entibados						
30	523002	Entibado Discontinuo	m2	1374.65	10.1700	\$ 13,980.18
31	523001	Entibado Continuo	m2	541.03	14.0700	\$ 7,612.27
Instalaciones Domiciliarias						
Excavaciones						
32	502002	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	36.28	11.6500	\$ 422.70
33	503001	Excavación mecanica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad	m3	725.67	1.7100	\$ 1,240.89
Rellenos						
34	514004	Relleno compactado con equipo liviano	m3	761.95	5.3500	\$ 4,076.43
35	514005	Material de Reposicion (Incluye esponjamiento)	m3	761.95	11.5100	\$ 8,770.04
Tuberia						
36	535776	Tuberia PVC para Alcant, U/E DNE=200 mm (dimin= 172 mm) min. serie 5, Tipo B (Inc. Sello Elastomérico)	m	403.15	11.9200	\$ 4,805.52
37	535777	Instalación Tuberia PVC Alcant. D=200 mm	m	403.15	1.0300	\$ 415.24
Pozos						
38	535AOY	Sum. Inst. Pozo Til PVC Dn= 335 mm (dimin= 290 mm) min. conexion a 220 mm (dimin= 190 mm) min.	Unidad	27.00	132.6900	\$ 3,582.63
Desalojos						
39	513003	Cargada de Material a maquina	m3	761.95	1.2300	\$ 937.20
40	513004	Transporte de materiales más de 5 Km	m3-km	761.95	2.8800	\$ 2,194.42
41	513002	Transporte de material hasta 5km	m3	761.95	2.2100	\$ 1,683.91
SUBTOTAL						\$ 437,763.64
IVA					12%	\$ 52,531.64
TOTAL						\$ 490,295.28

Figura 4.13: Análisis de precios unitarios

Costos directos

Según la normativa de ETAPA EP, se refiere a la suma existente en los costos ya sea por maquinaria, materiales, mano de obra, instalaciones, herramientas, etc, siempre y cuando se relacionen con un concepto de trabajo y pueda asimilarse como un rubro.

Costos indirectos

Según la normativa de ETAPA EP, se refiere a los gastos técnicos-administrativos que son necesarios para ejecutar una obra, los mismos son realizados por el contratista y se distribuyen en igualdad a los costos directos de los rubros de trabajo.

Especificaciones técnicas

1. Replanteo (520024)

a) Definición

Consiste en la ubicación de las obras en campo, alineando las indicaciones de los planos y respetando estas especificaciones de construcción. Este trabajo permite la perfecta ubicación en el terreno de cada uno de las tuberías, accesorios, anclajes y demás estructuras previstas en el proyecto.

b) Especificaciones

Previo a iniciar los trabajos de replanteo, el constructor realizará un recorrido al sitio y sugerirá los cambios que crea conveniente. El replanteo de las líneas y puntos secundarios, serán realizados por el contratista. Todas las líneas estarán sujetas a comprobación por parte del fiscalizador. Las observaciones y los cálculos efectuados por el contratista se registrarán en libretas adecuadas. El fiscalizador reglamentará la forma de llevar las libretas y de hacer los cálculos y el dibujo. Los detalles de instalaciones existentes incorporados en los planos de diseño, no pretenden ser exactos, sino informativos para el contratista; razón por la cual a éste corresponde realizar los sondeos y verificaciones necesarios. Los trabajos de replanteo serán realizados por personal técnico capacitado y experimentado utilizando aparatos de precisión, tales como estaciones totales, teodolitos según se requiera. En el caso de sistemas de alcantarillado, interceptores, colectores, dentro del replanteo se incluye la implantación de los pozos de revisión para tuberías de diámetro menor o igual a 600 mm.

c) Medición y Forma de Pago

El replanteo se medirá en kilómetros. En la forma de pago se incluyen los materiales antes indicados, los equipos y la mano de obra necesaria para la correcta ejecución del rubro. (ETAPA, s.f.)

2. REFERENCIAS: puntos de control (580001; 580072)

a) Definición Este rubro consiste en la ubicación de puntos de control perfectamente identificados y referenciados, que servirán para la perfecta ubicación en el terreno de cada uno de los tubos, accesorios, anclajes y demás estructuras del proyecto. Este trabajo debe realizarse con la precisión suficiente que permita la perfecta ubicación de las referencias en el terreno.

b) Especificaciones Para la ejecución de este trabajo, el Contratista debe implantar en campo una red de referencias, debiendo esta red estar constituida por dos referencias cada 500 metros a lo largo del eje de la tubería para el caso de interceptores, conducciones y redes de alcantarillado o agua potable que se desarrollen longitudinalmente. Si la red de alcantarillado es inferior a 500 metros o si se trata de una red dispuesta en malla, la ubicación de las referencias será definida por la Fiscalización en coordinación con ETAPA EP. En caso de tratarse obras donde se construyan edificaciones, se deberá colocar una referencia dentro del lote donde se implanta la edificación. Las referencias básicas, a partir de las cuales el Contratista generará una red de puntos de control, serán entregadas por ETAPA EP a través del Fiscalizador de la Obra mediante un Acta firmada por el Fiscalizador y el Contratista, siendo este último quien las analizará y verificará. La conservación de las referencias básicas correrá por cuenta del Contratista. Dependiendo del lugar donde se implanten las obras a construir se implementará el tipo de referencia que se detalla enseguida:

- Proyectos implantados en campo travesía y/o lugares donde no exista infraestructura perenne, la referenciación, a través de Hitos de Hormigón.
- Proyectos implantados en lugares donde exista estructuras perennes, por medio de una Placa para referenciación

Referenciación con hitos de hormigón (Bms) (580001)

Estas referencias serán de hormigón simple ($f'c=210$ kg/cm² de acuerdo con la Especificación Técnica correspondiente), tronco piramidales de sección superior 0.15 x 0.15 m., de base inferior a 0.30 x 0.30 m., 0.60 m. de altura, fundidos en el sitio, y dispondrán en su parte superior de una placa de bronce de 10 cm de diámetro y 0.50 cm de espesor debidamente empotrada y con una leyenda en bajo relieve que será suministrada por la Fiscalización.

Referenciación con placa de bronce (580072)

Estas referencias están constituidas solo por la placa de bronce de 10 cm de diámetro y 0.50 cm de espesor debidamente empotrada y con una leyenda en bajo relieve que será suministrada por la Fiscalización.

c) Medición y Forma de Pago La cuantificación de los rubros 580001 y 580072 se lo realizará en unidades debidamente autorizadas e instaladas y en función del tipo de referencia que se instale. En la forma de pago del rubro Referenciación con hitos de hormigón (Bms), (580001), se incluye además de los materiales antes indicados, la excavación, encofrados, y la mano de obra necesaria para la correcta ejecución del trabajo, así como la elaboración de la ficha de identificación respectiva según el modelo establecido por ETAPA EP. En la forma de pago del rubro Placa de bronce para referenciación (580072), se incluye además de los materiales antes indicados, la mano de obra necesaria para la correcta sujeción de este elemento, así como la como la elaboración de la ficha de identificación respectiva según el modelo establecido por ETAPA EP.

3. Excavaciones (502002; 502003; 502004;502005; 502006; 502007; 502008; 502009; 502010; 502011; 502012; 502013)

a) Definición

Se entenderá por excavación a mano o mecánica los cortes de terreno para conformar plataformas, taludes o zanjas para alojar tuberías, cimentar estructuras u otros propósitos.

b) Especificaciones

Las Excavaciones incluyen las operaciones que deberá efectuar el constructor para aflojar el material manualmente o con equipo mecánico. Cualquier daño resultante de las operaciones del Contratista durante la excavación, incluyendo daños a la fundación misma, a las superficies excavadas, a cualquier estructura existente y/o a las propiedades adyacentes, será reparado por el contratista a su costa. Las excavaciones deberán ejecutarse de acuerdo a las alineaciones, pendientes, rasantes y dimensiones que se indican en los planos. La excavación a mano se empleará básicamente para obras menores, donde la excavación mecánica pueda deteriorar las condiciones del suelo. Si los resultados obtenidos no son los esperados, la fiscalización podrá ordenar y el contratista debe presentar, sistemas alternativos adecuados de excavación, sin que haya lugar a pagos adicionales.

En este caso se realizarán las excavaciones en suelo sin clasificar, el cual se entenderá por aquel conformado por materiales finos combinados o no con arenas, gravas y con piedra de hasta 20 cm de diámetro en un porcentaje de volumen inferior al 20%. Es para remover cualquier suelo clasificado por el SUCS como suelo fino tipo CH, CL, MH, ML, OH, OL, GW, GP, GC, GM, SW, SP, SC, SM.

Según las profundidades de las excavaciones:

- Excavación de 0 a 2 m: Se conceptúa como la remoción y extracción de material desde el nivel del terreno en condiciones originales, hasta una profundidad de 2 m.
- Excavación de 2 a 4 m: Se conceptúa como la remoción y extracción de material desde una profundidad de 2 m medidos a partir del terreno hasta una profundidad de 4 m.
- Excavación de 4 a 6 m: Se conceptúa como la remoción y extracción de material desde una profundidad de 4 m medidos a partir del terreno hasta una profundidad de 6 m.

Según la manera de ejecutarla:

- Excavación manual: este trabajo consiste en el conjunto de actividades necesarias para la remoción de materiales de la excavación por medios ordinarios tales como picos y palas.

- Excavación mecánica: en este caso se utiliza equipo caminero apropiado para la realización de las excavaciones. Este tipo de excavación se utilizará para realizar los respectivos cortes previos a la conformación de los terraplenes donde se implantará las diferentes estructuras.

Los trabajos de excavación deben ejecutarse en condiciones que permitan tener permanentemente un drenaje natural de las aguas lluvias. Ninguna cimentación de estructura, se iniciará antes que la fiscalización haya verificado las dimensiones de la excavación y el suelo de fundación o la preparación del lecho. Todas las excavaciones para estructuras de hormigón deben realizarse en seco. Cuando el material en el que se asiente la cimentación sea roca fisurada, terreno blando, fangoso o en general inadecuado a juicio de la fiscalización, el contratista profundizará la excavación, retirará ese material y los sustituirá con material de reposición.

La excavación de zanjas para tuberías se hará de acuerdo a las dimensiones, pendientes, y alineaciones indicadas en los planos u ordenados por la fiscalización. La excavación deberá remover raíces, troncos, u otro material que pudiera dificultar la colocación de la tubería. El último material que se vaya a excavar será removido a mano con pico y pala. La conformación del fondo de la zanja y la forma definitiva que el diseño y las especificaciones lo indiquen se realizará a pico y pala en la última etapa de la excavación. En lo posible las paredes de las zanjas deben ser verticales. El ancho de la zanja a nivel de rasante será de mínimo 60 cm para instalar tubería hasta de 200 mm; para tuberías de diámetros mayores, el ancho total de la base de la zanja será igual al diámetro exterior de la tubería más 50 cm.

Para profundidades mayores a 2.00 m, se establece el talud máximo de la pared de la zanja de acuerdo al siguiente detalle:

- 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.

Las zanjas se mantendrán sin la presencia de agua hasta 6 horas después que las tuberías o colectores hayan sido completamente acoplados.

Los materiales excavados que van a ser utilizados en el relleno se colocarán lateralmente a lo largo de un solo lado de la zanja; de manera que no cause inconveniente al tránsito

vehicular o peatonal. Se dejará libre acceso a todos los servicios que requieran facilidades para su operación y control.

Se denomina construcción de tubería en sitio, cuando la construcción se realiza en forma directa en la zanja, mediante la utilización de encofrado interno. Para efectos de medición de la excavación, en el caso de tubería construida en sitio, el ancho del fondo de la zanja será $A = B + 0.80$. En donde A es igual al ancho del fondo de la excavación, B igual al ancho de la estructura de hormigón y 0.80 m. el ancho para el encofrado lateral y su apuntalamiento.

Excavaciones para pozos de revisión: en el caso de pozos de revisión construidos en sitio, la excavación en el fondo será de un diámetro $A = B + 0.90$, en donde B = Diámetro interno del fondo del pozo y A = diámetro de la excavación. Los taludes máximos de las paredes para profundidades de excavación mayores a 2,0 m, son los que se detallan a continuación:

- 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.

Excavaciones en Presencia de Agua: puede ocasionarse por la aparición de aguas provenientes del subsuelo, escorrentía de aguas lluvias, de inundaciones, de operaciones de construcción, aguas servidas y otros similares; la presencia de agua por estas causas debe ser evitada por el constructor mediante métodos constructivos apropiados, por lo que no se reconocerá pago adicional alguno por estos trabajos.

La fiscalización examinará la calidad de los materiales excavados y determinará el uso que puede ser dado en las diferentes obras del proyecto o de ETAPA EP, debiendo en tal caso ser dispuestos hasta su utilización, en sitios convenientes del modo más apropiado.

c) Medición y Forma de Pago

La medición de las excavaciones a mano o mecánica será establecida por los volúmenes delimitados por la línea del terreno antes de iniciar las excavaciones y por las líneas teóricas de excavación mostradas en los planos. Se medirá y pagará por metro cúbico excavado, sin considerar deslizamientos, desprendimientos o derrumbes. El pago incluye la mano de obra, el equipo, los materiales, las herramientas necesarias y cualquier otro

gasto que incurra el contratista para realizar el trabajo según estas especificaciones. (ETAPA, s.f.)

4. Relleno (514004)

a) Definición

Se entenderá por relleno granular la preparación, colocación y suministro, de material de mejoramiento o aquel extraído de la excavación, hasta alcanzar el nivel del suelo adyacente.

b) Especificaciones

Una vez terminadas las obras a satisfacción de la fiscalización, se procederá a realizar los rellenos ya sea con material de mejoramiento o con material producto de la propia excavación.

Relleno de Zanjas: hasta una altura de 30 cm por encima de la tubería todas las zanjas deben ser rellenadas a mano con material aprobado por la fiscalización. El material excavado puede ser usado para esta porción del relleno siempre que sea aprobado. No se permitirá que haya piedras en esta primera capa de relleno. El material de relleno irá colocado y compactado debidamente, con pisón manual, en capas de 15 cm de alto hasta una altura mínima de 30 cm por encima de la parte superior de la tubería. El material de relleno será colocado simultáneamente a ambos lados de la tubería con el objeto de prevenir que se produzcan movimientos de la misma. El material de relleno será granular con no más de 40% de tierra fina y sin piedras mayores a 10 cm de diámetro. En terrenos en los que se vaya a sembrar césped, el relleno debe terminar 15 cm por debajo del terreno natural y se utilizará tierra vegetal para completar los 15 cm faltantes.

Relleno al volteo: consiste en la colocación del material producto de la excavación o de préstamo en la zanja, en forma directa, mediante el tendido uniforme, sin compactación manual o mecánica alguna. Este tipo de relleno será ejecutado únicamente en lugares que, de acuerdo a la planificación realizada, sean reservados para espacios verdes, áreas de protección forestal, y que la pendiente de la superficie no sobrepase el 10%, sin que exista previsión de tráfico vehicular ni peatonal. El relleno sin compactar, se colocará por capas de no más de 60 cm de espesor.

Relleno Compactado: colocación de material proveniente de la propia zanja o de préstamo, en capas sensiblemente horizontales de no más de 20 cm de espesor, debidamente compactadas, hasta las alturas definidas por la fiscalización, con una

densidad medida en sitio, igual o mayor al 95% de la densidad máxima. La compactación se realizará preferiblemente con compactadores mecánicos.

c) Medición y forma de pago

Se medirá en metros cúbicos debidamente compactados según las líneas y niveles definidos en los planos o lo señalado por escrito en el libro de obra por la fiscalización, y se cancelará con los rubros constantes en la tabla de cantidades y precios para cada uno de ellos. Los costos de control de calidad que realizará la fiscalización, serán por cuenta del contratista. El pago de este rubro incluye la mano de obra, herramientas, equipo, materiales y preparación de los materiales necesarios para la correcta ejecución de los trabajos. (ETAPA, s.f.)

5. Pozos de revisión (534001, 534002, 534003, 534004, 534005, 534006, 534007, 534008, 534009, 534010,534011)

a) Definición

Los pozos de revisión son estructuras de la red de alcantarillado ubicados en sitios específicos que hacen posible su inspección y mantenimiento. Los pozos de revisión se clasifican de acuerdo al mayor diámetro de las tuberías que a ellos convergen.

b) Especificaciones

Las siguientes especificaciones regirán para la construcción de pozos de revisión para tuberías de diámetro interior menor a 630 mm. Son estructuras construidas en sitio o prefabricados de hormigón de 210 kg/cm². Los pozos se ubicarán donde lo señalen los planos o donde lo indique la fiscalización. Los pozos se asentarán sobre un replantillo de piedra de 0,15 m de espesor, sobre el cual se fundirá una losa de hormigón simple de 210 kg/cm² de 0.15 m de espesor y en el piso del pozo se fundirá una media caña de hormigón simple $F'c = 210 \text{ Kg} / \text{cm}^2$. Las dimensiones en la base se establecen de la siguiente manera: $A = B + 0,90 \text{ m}$ en pozos construidos en sitio, siendo A el diámetro de excavación en el fondo del pozo, B el diámetro interior en el fondo del pozo. Los pozos guardarán las dimensiones señaladas en los planos tipo que dispone ETAPA EP. En el caso de ser prefabricados, los anillos deben tener un alto mínimo de 0.20 m, un espesor de pared de 0.10 m, y armados con malla metálica electrosoldada de 10 por 10 cm y 5 mm.

La construcción de las estructuras de los pozos de revisión requeridos, incluyendo la instalación de sus brocales y tapas, deberá realizarse simultáneamente con la terminación del relleno y capa de rodadura para restablecer las condiciones originales del terreno lo

antes posible en cada tramo. Todos los pozos de revisión del sistema de alcantarillado, dispondrán para el acceso, de una escalerilla conformada por escalones de varillas de acero, cuyas características se indican más adelante.

Brocales y tapas de hormigón:

El brocal y la tapa de los pozos de revisión, serán estructuras prefabricadas de hormigón armado ($f'(c) = 300 \text{ kg/cm}^2$) que irán colocados sobre el cono del pozo; el brocal servirá para proporcionar a la tapa un espacio adecuado y confinado. Las medidas generales del Brocal y la Tapa Tipo A son: alto del brocal: 0,20 m; las tapas son 0,70 m de diámetro, 0,10 m de espesor, parrillas de hierro (malla electrosoldada) de 10 mm.

Escalones para pozos de revisión:

Estas serán de 18 mm de diámetro, de un ancho igual a 0,30 m, sobresaliendo de las paredes una longitud de 0,20 m colocadas a un espaciamiento vertical de 0,35 m y empotradas firmemente en ella mediante la utilización de resina epóxica, en agujeros de 1¼" de diámetro previamente perforados; deberán ser protegidas mediante dos capas de pintura anticorrosiva.

c) Medición y forma de pago

Los pozos de revisión de hormigón construido en sitio o prefabricados de hormigón, se medirán por unidad, según la altura del pozo. El pago incluye la mano de obra, el equipo, las herramientas y los materiales necesarios para la correcta ejecución del rubro. (ETAPA, s.f.)

6. Suministro de tuberías PVC para alcantarillado (535776, 535779)

a) Definición

Contemplan los tubos de Policloruro de vinilo, PVC, con interior liso, para instalación en sistemas de alcantarillado.

b) Especificaciones

La tubería deberá cumplir lo establecido en la norma INEN 2059: 2004 vigente; y será: Tipo B: Elemento flexible de conducción fabricado con un perfil de extrusión continua, con pared interior lisa y exterior corrugada. Será fabricada con cloruro de polivinilo tipo 1, grado 1, compuesto 12454-B, especificación ASTM D 1784. Los tubos deberán servir para la evacuación de aguas servidas o lluvias y soportarán rellenos con densidad no menor a 1800 kg/m³ y compactación mayor al 90 % de la máxima densidad según el

ensayo Proctor Standard. El contratista presentará a la fiscalización el respectivo cálculo de deformaciones utilizando la Fórmula de Iowa Modificada. Todas las deformaciones obtenidas deberán ser menores al 5%. Los tubos estarán libres de hundimientos, grietas, fisuras, perforaciones, protuberancias o incrustaciones de material extraño. También se constatará la resistencia a la acetona, y que la muestra no deberá presentar signos de desintegración en más de un 10% de su superficie interior, ni en más de un 10% en su superficie exterior. En los tubos se debe indicar por escrito, el rotulado que contemple las siguientes características:

- Marca del fabricante
- Tipo del tubo
- Material de fabricación
- Diámetro Nominal
- Serie del tubo, rigidez y método de ensayo ISO 9969 ó 16961
- NTE INEN de referencia
- Número de lote.

La longitud de los tubos podrá ser variable a efecto de que éstos se puedan ajustar a las condiciones del terreno y a lo establecido por ETAPA. Esta longitud estará entre 3 y 12 metros con las tolerancias estipuladas en la Norma INEN 2059: 2004. El manipuleo y almacenamiento de la tubería se realizará mediante equipo mecanizado adecuado, utilizando sogas o cables de manila; en ningún caso se utilizará cables metálicos, estrobos, etc., que puedan dañar la tubería.

c) Medición y Forma de Pago

La tubería PVC será medida por metro lineal, con aproximación de un decimal, y se pagará con el rubro suministro de tuberías de PVC para Alcantarillado, según el tipo exigido y diámetro una vez que estas hayan sido instaladas. Incluirá el anillo de caucho y el lubricante requerido. (ETAPA, s.f.)

7. Desalojo (513002, 513003, 513004)

En cuanto a la limpieza se sujetará tanto a lo indicado en la Ordenanza Municipal como en las Especificaciones Ambientales.

a) Definición

Se entenderá por desalojo de material la operación consistente en el cargado y transporte de dicho material hasta los bancos de desperdicio ubicados a distancias iguales o menores a 5 km. No se podrá desalojar materiales fuera de los sitios definidos por la fiscalización. Para esto, se implementará un mecanismo de control para la entrega de materiales mediante una boleta de recibo-entrega. Para que se considere efectuado el rubro de desalojo, la fiscalización constatará que el sitio de la obra y la zona de influencia de la misma, este completamente limpia.

b) Especificaciones

El desalojo de material producto de excavación se deberá realizar por medio de equipo mecánico en buenas condiciones, sin ocasionar la interrupción del tráfico de vehículos. Los volquetes que transporten el material deberán disponer de una carpa cobertora que evite el derrame del material por efectos del viento o el movimiento mismo del vehículo. El desalojo incluye el transporte y disposición final de los desechos y residuos. Cuando los botaderos sean manejados por la EMAC, el contratista deberá pagar a ésta las tasas respectivas conforme a lo señalado en la Ordenanza Municipal. En el caso que el contratista gestione el botadero, previo a su utilización deberá presentar a la Fiscalización, el diseño respectivo aprobado por las autoridades municipales competentes.

c) Medición y pago

El cargado a mano o a máquina, de materiales de desalojo se pagará por separado, en metros cúbicos medidos sobre el perfil excavado y mayorado con el porcentaje de esponjamiento que corresponda según el tipo de material. El transporte de materiales de desalojo hasta 5 km, se medirá y pagará en metros cúbicos. El Sobre acarreo se pagará con el rubro transporte de materiales a más de 5 kilómetros, se medirá en metros cúbicos-kilómetro, se lo calculará multiplicando el volumen transportado por el exceso de la distancia total de transporte sobre los 5 km. Para cuando el botadero sea gestionado por la EMAC el contratista reconocerá a ésta, el pago por concepto del manejo del botadero, cuyo costo deberá incluirse en los costos directos. Los valores de porcentaje por esponjamiento, de acuerdo al tipo de material, a utilizarse para el planillaje serán los siguientes:

Material	Esponjamiento
Roca	40%
Hormigón	35%
Conglomerado	30%
Tierra (sin clasificar)	25%
Alta consolidación	20%
Base, Sub-base, mejoramiento	28%

Tabla 4.8: Porcentajes de esponjamiento

(ETAPA, s.f.)

8. Entibados (523001, 523002)

a) Definición

Tiene por objeto evitar la socavación o derrumbamiento de las paredes y retardar la penetración del agua subterránea en las zanjas. Los trabajos comprendidos en esta sección incluyen el suministro de: mano de obra, equipos, materiales y herramientas, transporte e instalación de los elementos necesarios para estabilizar y sostener temporalmente las secciones excavadas.

b) Especificación

Las excavaciones serán entibadas de tal forma que no produzcan derrumbes, deslizamientos, de manera que todo a su alrededor este debidamente protegido. El contratista suministrará, colocará y mantendrá todo el entibado necesario para soportar las paredes de las excavaciones. Si se produjere algún daño como resultado de la falta de entibamiento o de un inadecuado entibado, el contratista efectuará las reparaciones, reconstrucciones o indemnizaciones por su propia cuenta y costo. No se permitirá el uso de cuñas para compensar los cortes defectuosos de la superficie de apoyo.

Tipo de entibado:

- Entibado Discontinuo: se colocarán tablonces en posición vertical contra las paredes de la excavación, las cuales serán sostenidas en esta posición mediante puntales transversales. Los tablonces tendrán un ancho mínimo de 25 cm y un espesor mayor a 2,5 cm; su espaciamiento máximo será de 2m. Este sistema es útil en las zanjas relativamente estrechas, con paredes de arcilla compacta y otro material cohesivo; no debe usarse cuando la tendencia a la socavación sea pronunciada. Esta protección es peligrosa en zanjas donde se haya iniciado deslizamiento, pues da una falsa sensación de seguridad.

- Entibado Continuo: está formada por tablonces horizontales sostenidas contra las paredes de la zanja por piezas verticales, sujetas a su vez por puntales. La separación entre tablonces horizontales no será mayor a 10 cm Este tipo de protección se usa en el caso de materiales poco cohesivos. El entibado continuo se va colocando a medida que avanza la excavación.

c) Medición y Forma de Pago

Los entibados continuo o discontinuo se medirán en metros cuadrados de pared efectivamente entibada, considerando como tal el área de la pared en contacto con los tablonces y se cancelarán a los precios unitarios contractuales según el tipo de entibado. El pago incluye la mano de obra, equipos, herramientas, materiales, instalaciones. No serán considerados para efectos de pago las medidas que tome el contratista para proteger los frentes de excavación o las secciones excavadas y taludes no definitivos, estos costos se consideran incluidos en los correspondientes ítems de excavación. (ETAPA, s.f.)

9. Sistema de pozo Til para alcantarillado (535AOY)

a) Definición

Se entenderán por pozos Til, las estructuras diseñadas y destinadas a la recolección de las aguas sanitarias que conducen las tuberías domiciliarias, y la posterior transferencia de estas aguas al interior de un sistema de alcantarillado con flujo por gravedad.

b) Especificaciones

El sistema Til debe ser fabricado de tal manera que faciliten su ensamblaje y fijación contra el terreno que los rodea. Este sistema deberá estar compuesto de una base Til de PE rotomoldeada, elevadores de PVC corrugada y para el caso de codos y sillas deben ser termoformadas.

Propiedades de los materiales componentes:

Material	Propiedades	Unidades	Cantidad
Polietileno "PE"	Densidad	g/cm ³	0.935
	Resistencia máxima a la tensión	Kg/cm ²	300
	Módulo de flexión	Kg/cm ²	4500
	Módulo de elasticidad	Kg/cm ²	12000
	Resistencia al impacto Izod	Joules/cm	10
	23°C Elongación a la rotura	%	500
Cloruro de Polivinilo "PVC"	Densidad	g/cm ³	1.38
	Resistencia de rotura a la tensión	Kg/cm ²	492
	Resistencia a la compresión	Kg/cm ²	675
	Módulo de flexión	Kg/cm ²	1000
	Módulo de elasticidad	Kg/cm ²	30000
	Resistencia al impacto Izod	Joules/cm	3.55
	23°C Elongación a la rotura	%	30

*Tabla 4.9: Propiedades de PE y PVC
(ETAPA, s.f.)*

El sistema Til ofrecerá una resistencia química al contacto con fluidos. El sistema deberá ser resistente al ataque de aguas y suelos agresivos manteniendo las características de los materiales inalteradas, y dentro de los márgenes de seguridad del diseño. Las juntas o uniones entre las secciones que compone todo el sistema Til deberán ser herméticas.

El pozo Til se dividirá en los siguientes tramos:

- Tramo pozo-descarga al sistema de alcantarillado: todas las actividades que deberá realizar el contratista para la transferencia de las aguas sanitarias desde el pozo de revisión hacia el interior de un sistema de alcantarillado con flujo por gravedad.
- Conexión de la silla al colector principal: conociendo la dirección donde se va a conectar la silla, se procederá primero a limpiar la parte del colector en donde va a ser colocada la montura de la silla, luego realizar una marca como referencia para proceder con la perforación en el colector. Luego aplicar el adhesivo epóxico, para el caso de tuberías corrugadas.
- Pozo de revisión til: hace referencia a todas las actividades que deberá realizar el contratista para ejecutar las estructuras diseñadas y destinadas a la recolección de las aguas sanitarias que conducen las tuberías domiciliarias y que permiten el acceso de herramientas y equipos para realizar labores mantenimiento.
- Conexión de la base Til con las tuberías: la Base Til se ensamblará utilizando lubricante vegetal primero con el colector, y luego con la tubería de descarga residencial. Todo esto cuidando de mantener los niveles de la tubería colectora.

- Tramo usuario-pozo de revisión: hace referencia a todas las actividades que deberá realizar el usuario para instalar su acometida domiciliaria al pozo de revisión.

c) Medición y forma de pago

Se cuantificarán y pagarán en unidades adecuadamente ejecutadas e instaladas, previa aprobación del fiscalizador, contempla la base de PE para sistema Til, extensión vertical de PVC corrugado incluye anillos elastómeros, lubricante vegetal, brocal para domiciliaria PVC, tapa para domiciliaria PVC. Los rubros requeridos para el Tramo pozo-descarga al sistema de alcantarillado, se cancelarán en las unidades establecidas en la tabla de precios y cantidades del contrato. Los rubros para el Tramo usuario-pozo de revisión, se cancelarán en las unidades establecidas en la tabla de precios y cantidades del contrato, en cumplimiento a estas especificaciones técnicas. (ETAPA, s.f.)

Conclusiones

Mediante inspección, se pudo evidenciar que, en su mayoría de los casos, las viviendas cuentan con pozos sépticos propios para la eliminación de las aguas residuales; en cambio el pequeño porcentaje que no cuenta con un sistema de tratamiento propio, los expulsan a quebradas o directamente a la superficie del terreno, provocando contaminación y enfermedades. Por esta razón, la construcción de este proyecto ayudara a combatir estos factores que hoy en día afectan a la población, abasteciendo a más de 117 familias que comprenderán un futuro de 451 habitantes.

El sistema de alcantarillado sanitario cuenta con 77 pozos de revisión y 27 instalaciones domiciliarias para las viviendas existentes en el sector; está diseñado para una correcta evacuación de aguas residuales, el mismo contempla una longitud de 3,796 km hasta llegar a la red de alcantarillado existente en la Panamericana Sur (Km 6); la tubería será trazada por el eje de la vía principal del sector e ingresa a terrenos privados en los que será necesario solicitar pasos de servidumbre para la ejecución del proyecto.

Se tiene un presupuesto referencial del sistema de alcantarillado sanitario con un valor de \$490, 295.28 incluido el IVA, el mismo que incluye todos los rubros mencionados anteriormente en este proyecto.

Dentro del diseño se implementó una tubería con un diámetro mínimo de 315mm para en un futuro abastecer a sitios exteriores del sector o a su vez se realice un empalme de la zona superior del sector.

Para el estudio y diseño del sistema de alcantarillado sanitario se utilizó la Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en El Área Rural, la misma es efectuada por ETAPA EP, tomando en cuenta las consideraciones de diseño, referencias y criterios.

Recomendaciones

El proyecto deberá ser actualizado para presentar en la empresa ETAPA EP para su aprobación, con el objetivo de brindar comodidad y reducir o mitigar la contaminación junto con enfermedades causadas por un mal manejo de las aguas servidas.

Para su construcción, el proyecto se encuentra explicado a los propietarios en donde se realizarán trabajos de excavación y desalojo; sin embargo, se deberá realizar trámites legales para obtener los pasos de servidumbre de los propietarios en donde el sistema de alcantarillado ingresará a terrenos privados.

Revisar el sistema de alcantarillado sanitario de manera habitual para garantizar el correcto funcionamiento del mismo, evitando daños y por ende costos excesivos para su reparación.

Bibliografía

- Barzallo, Bermeo, Davalos. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial Cuenca*. Obtenido de <https://www.cuenca.gob.ec/sites/default/files/transparencia2017/PDOT%202021.pdf>
- Bonilla, C., Ramón, J., & Sanchez, D. (2021). *Monitorización y análisis de flujo en sistemas de alcantarillado sanitario en Cúcuta, Colombia*. Cúcuta, Colombia.
- 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*. Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Cañas, L., & Naspud, L. (2022). *Diseño de una red de alcantarillado combinado para el sector El Alto, Parroquia San Joaquín del cantón Cuenca, Provincia del Azuay*. Cuenca: Universidad Del Azuay.
- Earth, G. (s.f.). Obtenido de https://earth.google.com/static/9.172.0.0/app_min_es_419.html?hl=es-419#@-2.98066586,-79.04154623,2659.24911163a,1833.31528988d,35y,0h,0t,0r
- EMAAP-Q. (2009). *NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PARA LA EMAAP-Q*. QUITO.
- ETAPA. (s.f.). *ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES*. Obtenido de https://www.etapa.net.ec/Portals/0/Documentos/convocatoriasanjose2018/9.2.-Especificaciones%20T%C3%A9cnicas_Feb_2018_v01.pdf
- Larriva, J. (s.f.). *Hidrosanitaria II*. Cuenca, Azuay, Ecuador: Universidad Del Azuay.
- Lazo, A. B. (2021).
- Loyola, M. A. (2013). *Sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas servidas*. Latacunga.
- Méndez, S. A. (2011). *Diseño de alcantarillado sanitario, pluvial y tratamiento de aguas servidas de la Urbanización San Emilio*. Quito.
- Ochoa, D., & Pauta, C. (2022). *Estudio para el Alcantarillado Sanitario en la comunidad de Lentag en la provincia del Azuay*. Cuenca: Universidad del Azuay.
- PÉREZ, R. (2013). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Terán, C. E. (2013). *Diseño del alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas servidas de la cabecera de la parroquia la union, del cantón Atacames, Provincia de Esmeraldas*. Quito, Ecuador.
- Urgiles, J. C. (2015). *Estudio y diseño del alcantarillado sanitario para la comunidad de Puenteloma del cantón Santa Isabel de la provincia del Azuay*. Azuay, Ecuador.

ANEXOS

Caudal sanitario

POZO N°	TUBERIA N°	LONGITUD (m)	CASAS		POBLACION		DENSIDAD hab/viv	AGUAS SERVIDAS				INFILTRACION		AGUAS ILICITAS		CAUDAL DISEÑO		
			Parcial (Ha)	Acumul. (Ha)	Parcial	Acumul.		Q med diario (l/s)	Factor	Q. AS	Q. Asmin	Parcial	Acumul.	Q. Ilíc*Pobacion	Q. AS+Q. Inf+Q. Ilíc			
1	2	1	49.45	0.39	0.39	3.73	3.73	10	0.0052	0.0052	3.28	0.02	2.2	0.05	0.05	0.00	0.00	2.25
2	3	2	34.62	0.33	0.72	10.73	14.46	32	0.0149	0.0201	2.97	0.06	2.2	0.03	0.08	0.01	0.01	2.30
3	4	3	7.79	1.37	2.09	3	17.46	2	0.0042	0.0243	2.93	0.07	2.2	0.01	0.09	0.00	0.02	2.31
4	5	4	84.79	0.00	2.09	0	17.46	0	0.0000	0.0243	2.93	0.07	2.2	0.08	0.18	0.00	0.02	2.39
7	8	5	59.87	3.07	3.07	5	5	2	0.0069	0.0069	3.21	0.02	2.2	0.06	0.06	0.00	0.00	2.26
8	9	6	45.52	0.00	3.07	0	5	0	0.0000	0.0069	3.21	0.02	2.2	0.05	0.11	0.00	0.00	2.31
9	10	7	33.66	0.00	3.07	0	5	0	0.0000	0.0069	3.21	0.02	2.2	0.03	0.14	0.00	0.00	2.34
10	11	8	36.85	0.13	4.57	3.73	38.84	29	0.0052	0.0539	2.76	0.15	2.2	0.04	0.40	0.00	0.04	2.64
11	12	9	39.79	0.36	4.93	15.19	54.03	43	0.0211	0.0750	2.69	0.20	2.2	0.04	0.44	0.01	0.05	2.69
12	13	10	45.33	0.22	5.15	7.46	61.49	33	0.0104	0.0854	2.67	0.23	2.2	0.05	0.49	0.01	0.06	2.74
13	14	11	14.56	0.24	5.39	7.46	68.95	32	0.0104	0.0958	2.65	0.25	2.2	0.01	0.50	0.01	0.06	2.77
6	5	12	50.1	0.47	0.47	11	11	23	0.0153	0.0153	3.03	0.05	2.2	0.05	0.05	0.01	0.01	2.26
5	14	13	31.77	0.12	2.68	3.73	32.19	31	0.0052	0.0447	2.80	0.13	2.2	0.03	0.26	0.00	0.03	2.49
14	15	14	83.35	0.78	8.85	22.38	123.52	29	0.0311	0.1716	2.54	0.43	2.2	0.08	0.84	0.02	0.11	3.16
15	16	15	17.68	0.00	8.85	0	123.52	0	0.0000	0.1716	2.54	0.43	2.2	0.02	0.86	0.00	0.11	3.18
16	17	16	54.57	1.80	10.65	32	155.52	18	0.0444	0.2160	2.49	0.54	2.2	0.05	0.92	0.03	0.14	3.26
17	18	17	95.97	3.18	13.83	11.46	166.98	4	0.0159	0.2319	2.48	0.58	2.2	0.10	1.01	0.01	0.15	3.37
18	19	18	24.95	0.00	13.83	0	166.98	0	0.0000	0.2319	2.48	0.58	2.2	0.02	1.04	0.00	0.15	3.39
19	20	19	43.46	0.00	13.83	0	166.98	0	0.0000	0.2319	2.48	0.58	2.2	0.04	1.08	0.00	0.15	3.43
39	40	38	50.74	0.90	0.90	18.65	18.65	21	0.0259	0.0259	0.00	0.00	2.2	0.05	0.05	0.02	0.02	2.27
40	31	39	60.12	0.48	1.38	11.46	30.11	24	0.0159	0.0418	2.81	0.12	2.2	0.06	0.11	0.01	0.03	2.34
31	30	29	68.85	0.00	1.38	0	30.11	0	0.0000	0.0418	2.81	0.12	2.2	0.07	0.18	0.00	0.03	2.41
30	10	30	46	0.00	1.38	0	30.11	0	0.0000	0.0418	2.81	0.12	2.2	0.05	0.23	0.00	0.03	2.45
31	32	31	18.42	0.00	1.38	0	30.11	0	0.0000	0.0418	2.81	0.12	2.2	0.02	0.24	0.00	0.03	2.47
32	33	32	54.65	0.00	1.38	0	30.11	0	0.0000	0.0418	2.81	0.12	2.2	0.05	0.30	0.00	0.03	2.53
41	42	40	33.59	0.44	0.44	7.46	7.46	17	0.0104	0.0104	0.00	0.00	2.2	0.03	0.03	0.01	0.01	2.24
42	34	41	14.92	0.30	0.74	7.46	14.92	25	0.0104	0.0207	0.00	0.00	2.2	0.01	0.05	0.01	0.01	2.26
35	34	33	49.02	0.65	0.65	11.19	11.19	17	0.0155	0.0155	0.00	0.00	2.2	0.05	0.05	0.01	0.01	2.26
34	33	34	27.3	0.00	1.39	0	26.11	0	0.0000	0.0363	0.00	0.00	2.2	0.03	0.12	0.00	0.02	2.55
35	36	35	39.31	0.44	0.44	4	4	9	0.0056	0.0056	3.26	0.02	2.2	0.04	0.04	0.00	0.00	2.24
43	44	42	40.28	0.27	0.27	8.73	8.73	33	0.0121	0.0121	3.08	0.04	2.2	0.04	0.04	0.01	0.01	2.25
44	36	43	32.47	0.13	0.40	3.73	12.46	28	0.0052	0.0173	3.00	0.05	2.2	0.03	0.07	0.00	0.01	2.28
36	37	36	41.63	0.10	0.94	4	20.46	40	0.0056	0.0284	2.89	0.08	2.2	0.04	0.15	0.00	0.02	2.37
45	46	44	31.72	0.28	0.28	7.46	0.28	27	0.0104	0.0104	0.00	0.00	2.2	0.03	0.03	0.01	0.01	2.24
46	37	45	29.31	0.14	0.42	3.73	4.01	27	0.0052	0.0155	0.00	0.00	2.2	0.03	0.06	0.00	0.00	2.27
37	38	37	90.79	0.00	1.36	0	24.47	0	0.0000	0.0440	2.80	0.10	2.2	0.09	0.21	0.00	0.03	2.53
47	48	46	24.23	0.20	0.20	3.73	3.73	18	0.0052	0.0052	0.00	0.00	2.2	0.02	0.02	0.00	0.00	2.23
48	38	47	19.87	0.20	0.20	5	5	25	0.0069	0.0069	3.21	0.02	2.2	0.02	0.02	0.00	0.00	2.22
38	49	48	55.42	2.29	3.85	3.73	33.2	2	0.0052	0.0561	2.75	0.13	2.2	0.06	0.38	0.00	0.04	2.62
49	50	49	36.08	0.40	4.25	5	38.2	13	0.0069	0.0630	2.73	0.14	2.2	0.04	0.42	0.00	0.04	2.66
50	51	50	47.11	3.76	8.01	3.73	41.93	1	0.0052	0.0682	2.71	0.16	2.2	0.05	0.46	0.00	0.05	2.71
51	54	53	35.16	0.00	8.01	0	41.93	0	0.0000	0.0682	2.71	0.16	2.2	0.04	0.50	0.00	0.05	2.74
54	55	54	23.39	0.00	8.01	0	41.93	0	0.0000	0.0682	2.71	0.16	2.2	0.02	0.52	0.00	0.05	2.77
60	61	59	49.32	0.42	0.42	14.19	14.19	34	0.0197	0.0197	2.97	0.06	2.2	0.05	0.05	0.01	0.01	2.26
61	62	60	21.96	0.25	0.67	7.46	21.65	29	0.0104	0.0301	2.88	0.09	2.2	0.02	0.07	0.01	0.02	2.29
62	55	61	44.99	0.13	0.80	3.73	25.38	29	0.0052	0.0353	2.85	0.10	2.2	0.04	0.12	0.00	0.02	2.34
55	56	55	44.69	0.25	9.06	7.46	74.77	30	0.0104	0.1138	2.61	0.27	2.2	0.04	0.68	0.01	0.08	2.96
56	57	56	56.23	0.10	9.16	3.73	78.5	37	0.0052	0.1190	2.60	0.28	2.2	0.06	0.74	0.00	0.08	3.02
58	59	57	55.23	0.28	0.28	10.46	10.46	38	0.0145	0.0145	3.04	0.04	2.2	0.06	0.06	0.01	0.01	2.26
59	57	58	44.48	0.10	0.38	3.73	14.19	37	0.0052	0.0197	2.97	0.06	2.2	0.04	0.10	0.00	0.01	2.31
33	63	62	67.08	0.41	3.17	14.92	71.14	37	0.0207	0.0988	2.64	0.26	2.2	0.07	0.49	0.01	0.07	2.76
63	64	63	58.05	0.41	3.58	135	206.14	331	0.1875	0.2863	2.44	0.70	2.2	0.06	0.55	0.13	0.19	2.94
67	64	68	32.85	0.00	0.00	0	0	0	0.0000	0.0000	0.00	0.00	2.2	0.03	0.03	0.00	0.00	2.23
64	65	64	47.73	0.16	3.75	7.46	213.6	45	0.0104	0.2967	2.44	0.72	2.2	0.05	0.63	0.01	0.20	3.03
65	66	65	60.02	0.16	3.91	7.46	221.06	45	0.0104	0.3070	2.43	0.75	2.2	0.06	0.69	0.01	0.20	3.09
66	70	66	35.06	0.00	3.91	0	221.06	0	0.0000	0.3070	2.43	0.75	2.2	0.04	0.72	0.00	0.20	3.13
64	68	69	39.33	0.00	3.58	0	206.14	0	0.0000	0.2863	2.44	0.70	2.2	0.04	0.62	0.00	0.19	3.01
68	69	71	41.74	0.08	3.66	3.73	209.87	46	0.0052	0.2915	2.44	0.71	2.2	0.04	0.66	0.00	0.19	3.06
69	70	72	68.52	0.16	3.82	10.46	220.33	65	0.0145	0.3060	2.43	0.74	2.2	0.07	0.73	0.01	0.20	3.14
70	71	67	36.74	0.00	7.73	0	441.39	0	0.0000	0.6130	2.31	1.42	2.2	0.04	1.49	0.00	0.41	4.10
68	57	70	38.34	0.21	3.79	7.46	213.6	36	0.0104	0.6234	2.31	0.68	2.2	0.04	1.53	0.01	0.42	4.15
57	72	73	93.09	0.55	13.87	30.11	336.4	55	0.0418	0.8039	2.26	1.06	2.2	0.09	2.46	0.03	0.54	5.20
52	53	51	26.62	0.20	0.20	8.73	8.73	44	0.0121	0.0121	3.08	0.04	2.2	0.03	0.03	0.01	0.01	2.23
53	77	52	35.45	0.20	0.40	7.46	16.19	37	0.0104	0.0225	2.94	0.07	2.2	0.04	0.06	0.01	0.01	2.28
77	76	79	25.42	0.14	0.54	3.73	19.92	28	0.0052	0.0277	2.90	0.08	2.2	0.03	0.09	0.00	0.02	2.31
76	75	80	38.75	0.27	0.81	6.73	26.65	25	0.0093	0.0370	2.84	0.11	2.2	0.04	0.13	0.01	0.02	2.35
75	74	76	48.71	0.14	0.94	3	29.65	22	0.0042	0.0412	2.82	0.12	2.2	0.05	0.17	0.00	0.03	2.40
74	73	77	46.92	0.56	1.50	3	32.65	5	0.0042	0.0453	2.80	0.13	2.2	0.05	0.22	0.00	0.03	2.45
73	72	78	33.15	0.10	1.60	3	35.65	30	0.0042	0.0495	2.78	0.14	2.2	0.03	0.26	0.00	0.03	2.49
72	71	74	17.81	0.14	15.61	7.46	379.51	54	0.0104	0.8638	2.25	1.19	2.2	0.02	2.74	0.01	0.58	5.51
71																		

 Cálculo de pendientes

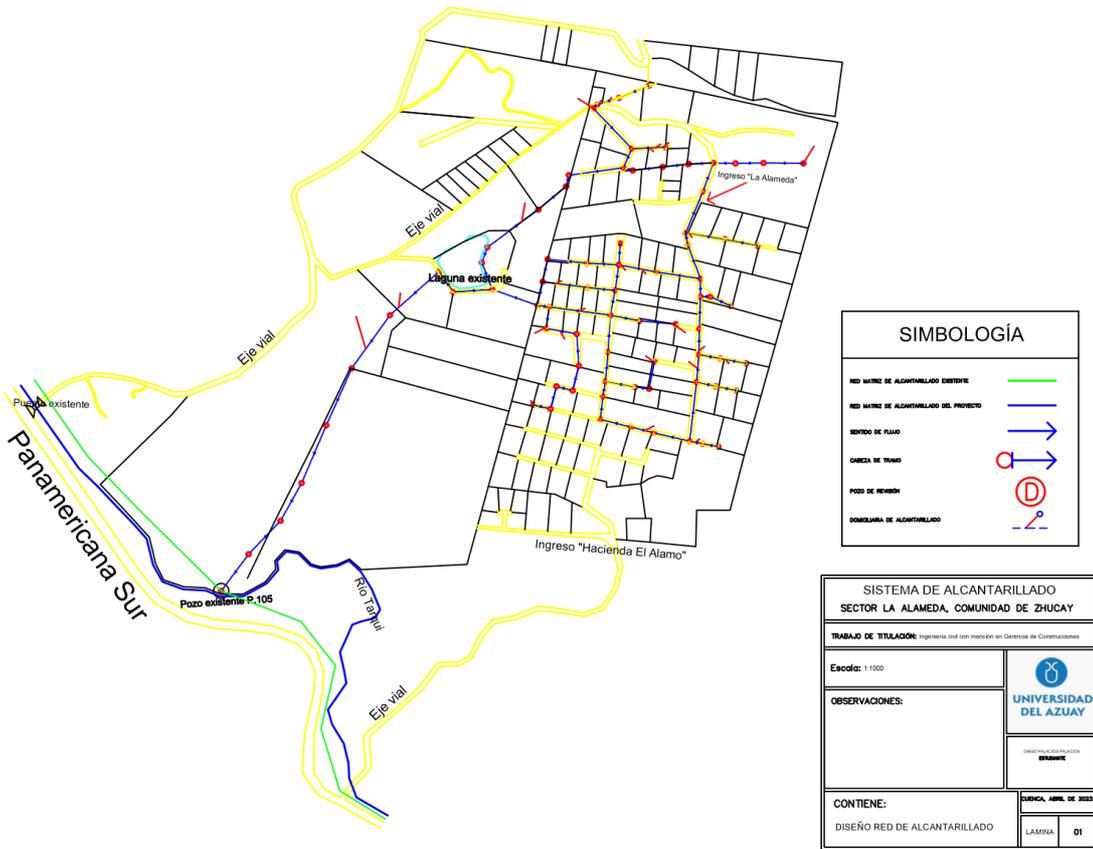
ALTURA POZOS						
h inicio	PROYECTO	CF 1	CF 2	CT 2	h fin	S
[m]					[m]	o/oo
1.80	2673.23	2671.43	2661.25	2663.05	1.80	20.59
1.80	2663.05	2661.25	2657.64	2659.44	1.80	10.43
1.80	2659.44	2657.64	2656.54	2658.34	1.80	14.12
1.80	2658.34	2656.54	2649.44	2651.24	1.80	8.37
1.80	2678.57	2676.77	2667.22	2669.02	1.80	15.95
1.80	2669.02	2667.22	2660.64	2662.44	1.80	14.46
1.80	2662.44	2660.64	2656.83	2658.63	1.80	11.32
1.80	2658.63	2656.83	2653.36	2655.16	1.80	9.42
1.80	2655.16	2653.36	2648.38	2650.88	2.50	12.52
2.50	2650.88	2648.38	2644.75	2646.75	2.00	8.01
2.00	2646.75	2644.75	2644.29	2646.29	2.00	3.16
1.80	2653.46	2651.66	2649.44	2651.24	1.80	4.43
1.80	2651.24	2649.44	2644.29	2646.29	2.00	16.21
2.00	2646.29	2644.29	2637.62	2639.42	1.80	8.00
1.80	2639.42	2637.62	2635.6	2637.4	1.80	11.43
1.80	2637.4	2635.6	2630.93	2632.93	2.00	8.56
2.00	2632.93	2630.93	2628.1	2630.1	2.00	2.95
2.00	2630.1	2628.1	2627.84	2632.34	4.50	1.04
4.50	2632.34	2627.84	2627.34	2629.14	1.80	1.15
2.50	2677.45	2674.95	2670.47	2672.27	1.80	8.83
1.80	2672.27	2670.47	2665.16	2666.96	1.80	8.83
1.80	2666.96	2665.16	2660.82	2662.62	1.80	6.30
1.80	2662.62	2660.82	2656.83	2658.63	1.80	8.67
1.80	2666.96	2665.16	2664.72	2666.52	1.80	2.39
1.80	2666.52	2664.72	2660.46	2662.96	2.50	7.80
1.80	2667.28	2665.48	2662.74	2664.54	1.80	8.16
1.80	2664.54	2662.74	2660.99	2662.79	1.80	11.73
1.80	2664.67	2662.87	2660.99	2662.79	1.80	3.84
1.80	2662.79	2660.99	2660.46	2662.96	2.50	1.94
1.80	2664.67	2662.87	2661.32	2663.12	1.80	3.94
1.80	2677.21	2675.41	2666.86	2668.66	1.80	21.23
1.80	2668.66	2666.86	2661.32	2663.12	1.80	17.06
1.80	2663.12	2661.32	2658.73	2660.53	1.80	6.22
2.50	2675.18	2672.68	2665.2	2667	1.80	23.58
1.80	2667	2665.2	2658.73	2660.53	1.80	22.07
1.80	2660.53	2658.73	2657.76	2660.76	3.00	1.07
2.50	2672.09	2669.59	2663.42	2665.22	1.80	25.46
1.80	2665.22	2663.42	2657.76	2660.76	3.00	28.49
3.00	2660.76	2657.76	2652.51	2654.31	1.80	9.47
1.80	2654.31	2652.51	2651.83	2653.63	1.80	1.88
1.80	2653.63	2651.83	2651.17	2653.67	2.50	1.40
2.50	2653.67	2651.17	2647.69	2649.49	1.80	9.90
1.80	2649.49	2647.69	2644.79	2646.59	1.80	12.40
1.80	2654.15	2652.35	2648.76	2650.56	1.80	7.28
1.80	2650.56	2648.76	2646.52	2648.32	1.80	10.20
1.80	2648.32	2646.52	2644.79	2646.59	1.80	3.85
1.80	2646.59	2644.79	2644.07	2647.07	3.00	1.61
3.00	2647.07	2644.07	2643.27	2646.27	3.00	1.42
1.80	2659.51	2657.71	2651.78	2653.58	1.80	10.74
1.80	2653.58	2651.78	2643.27	2646.27	3.00	19.13
2.50	2662.96	2660.46	2651.25	2653.05	1.80	13.73
1.80	2653.05	2651.25	2644.2	2646	1.80	12.14
1.80	2647.89	2646.09	2644.2	2646	1.80	5.75
1.80	2646	2644.2	2639.42	2641.22	1.80	10.01
1.80	2641.22	2639.42	2637.68	2639.48	1.80	2.90
1.80	2639.48	2637.68	2631.83	2633.63	1.80	16.69
1.80	2646	2644.2	2643.71	2646.71	3.00	1.25
3.00	2646.71	2643.71	2636.46	2638.26	1.80	17.37
1.80	2638.26	2636.46	2631.83	2633.63	1.80	6.76
1.80	2633.63	2631.83	2629.37	2631.87	2.50	6.70
3.00	2646.71	2643.71	2643.27	2646.27	3.00	1.15
3.00	2646.27	2643.27	2631.12	2632.92	1.80	13.05
1.80	2649.35	2647.55	2646.99	2650.49	3.50	2.10
3.50	2650.49	2646.99	2645.08	2646.88	1.80	5.39
1.80	2646.88	2645.08	2644.58	2646.38	1.80	1.97
1.80	2646.38	2644.58	2641.8	2643.6	1.80	7.17
1.80	2643.6	2641.8	2637.35	2639.15	1.80	9.14
1.80	2639.15	2637.35	2634.36	2636.16	1.80	6.37
1.80	2636.16	2634.36	2631.12	2632.92	1.80	9.77
1.80	2632.92	2631.12	2629.37	2631.87	2.50	9.83
2.50	2631.87	2629.37	2627.34	2629.14	1.80	2.80
1.80	2629.14	2627.34	2626.31	2628.11	1.80	1.75
1.80	2628.11	2626.31	2625.51	2629.51	4.00	2.10
4.00	2629.51	2625.51	2616.19	2619.69	3.50	9.36
3.50	2619.69	2616.19	2613.94	2615.74	1.80	2.27
1.80	2615.74	2613.94	2610.77	2612.57	1.80	3.34
1.80	2612.57	2610.77	2608.46	2610.26	1.80	2.42
1.80	2610.26	2608.46	2605.93	2607.73	1.80	3.86
1.80	2607.73	2605.93	2605.04	2607.54	2.50	1.27
2.50	2607.54	2605.04	2601.09	2605.74	4.65	5.66

 Datos Hidráulicos

DISEÑO DE LA TUBERIA			
DATOS HIDRAULICOS			
q/Q	d/D	v/V	V
GRAFICO			m/s
0.003	0.000	0.000	0.000
0.005	0.000	0.000	0.000
0.004	0.000	0.000	0.000
0.005	0.000	0.000	0.000
0.004	0.000	0.000	0.000
0.004	0.000	0.000	0.000
0.004	0.000	0.000	0.000
0.005	0.000	0.000	0.000
0.005	0.000	0.000	0.000
0.006	0.000	0.000	0.000
0.010	0.000	0.000	0.000
0.007	0.000	0.000	0.000
0.004	0.000	0.000	0.000
0.007	0.000	0.000	0.000
0.006	0.000	0.000	0.000
0.007	0.000	0.000	0.000
0.012	0.076	0.290	1.017
0.021	0.108	0.344	0.717
0.020	0.108	0.344	0.754
0.005	0.000	0.000	0.000
0.005	0.000	0.000	0.000
0.006	0.000	0.000	0.000
0.005	0.000	0.000	0.000
0.010	0.076	0.290	0.915
0.006	0.000	0.000	0.000
0.005	0.000	0.000	0.000
0.004	0.000	0.000	0.000
0.007	0.000	0.000	0.000
0.011	0.076	0.290	0.825
0.007	0.000	0.000	0.000
0.003	0.000	0.000	0.000
0.004	0.000	0.000	0.000
0.006	0.000	0.000	0.000
0.003	0.000	0.000	0.000
0.003	0.000	0.000	0.000
0.015	0.076	0.290	0.612
0.003	0.000	0.000	0.000
0.003	0.000	0.000	0.000
0.005	0.000	0.000	0.000

0.000	0.000	0.000	3.00
0.076	0.290	0.813	1.80
0.076	0.290	0.701	1.80
0.000	0.000	0.000	2.50
0.000	0.000	0.000	1.80
0.000	0.000	0.000	1.80
0.000	0.000	0.000	1.80
0.000	0.000	0.000	1.80
0.076	0.290	0.752	1.80
0.076	0.290	0.706	3.00
0.000	0.000	0.000	1.80
0.000	0.000	0.000	1.80
0.000	0.000	0.000	2.50
0.000	0.000	0.000	1.80
0.000	0.000	0.000	1.80
0.000	0.000	0.000	1.80
0.076	0.290	1.008	1.80
0.000	0.000	0.000	1.80
0.076	0.290	0.661	1.80
0.000	0.000	0.000	3.00
0.000	0.000	0.000	1.80
0.076	0.290	1.532	1.80
0.108	0.344	0.753	3.00
0.000	0.000	0.000	3.00
0.000	0.000	0.000	1.80
0.000	0.000	0.000	3.50
0.076	0.290	0.831	1.80
0.000	0.000	0.000	1.80
0.000	0.000	0.000	1.80
0.000	0.000	0.000	1.80
0.000	0.000	0.000	1.80
0.076	0.290	1.856	1.80
0.108	0.344	1.175	2.50
0.152	0.419	1.133	1.80
0.152	0.419	1.241	1.80
0.076	0.290	1.812	4.00
0.152	0.419	1.290	3.50
0.131	0.386	1.441	1.80
0.152	0.419	1.331	1.80
0.131	0.386	1.549	1.80
0.169	0.445	1.023	1.80
0.108	0.344	1.672	2.50

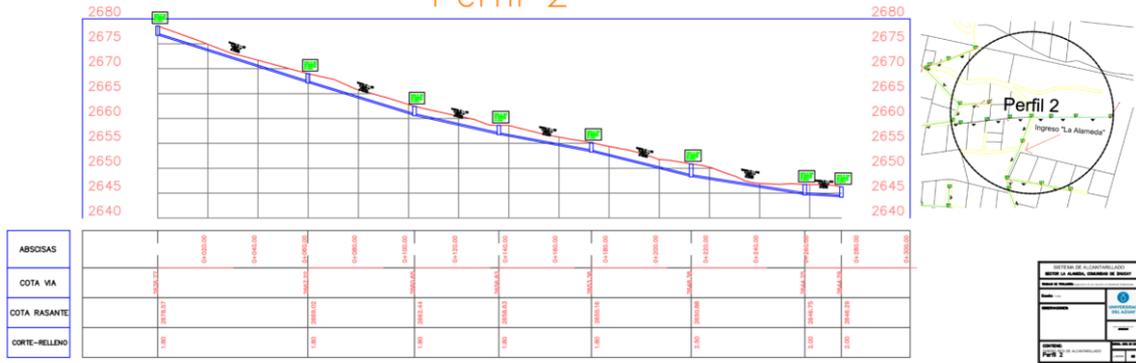
Planos Sistema de Alcantarillado Sanitario



Perfil 1



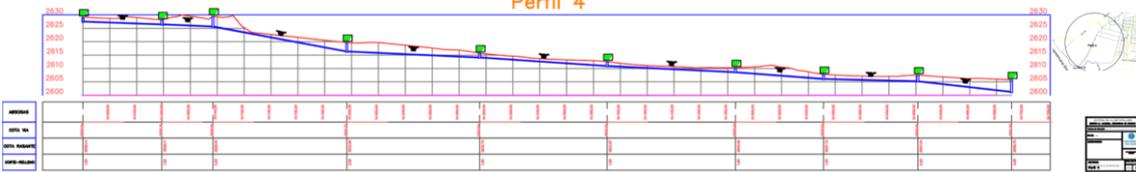
Perfil 2

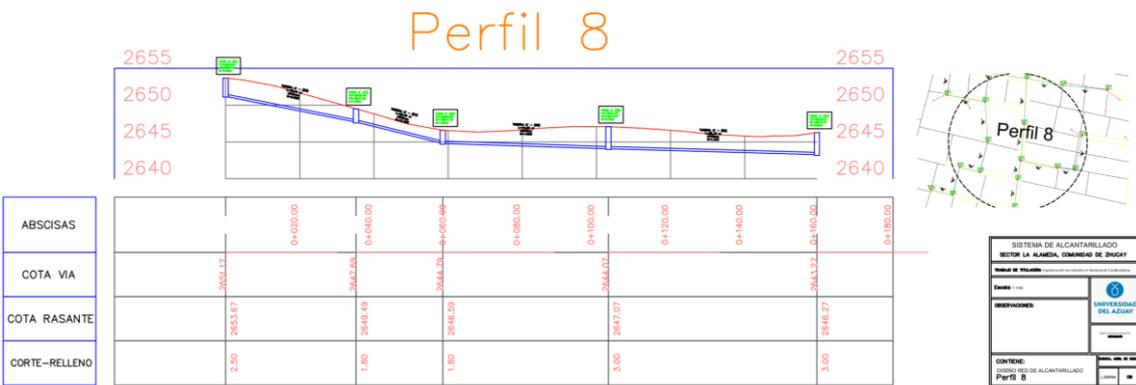
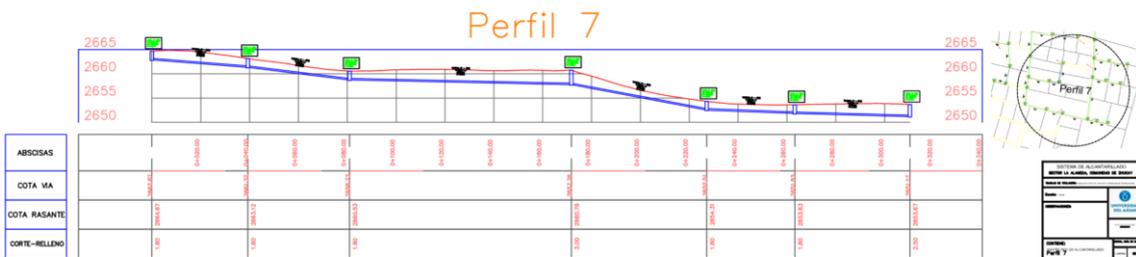
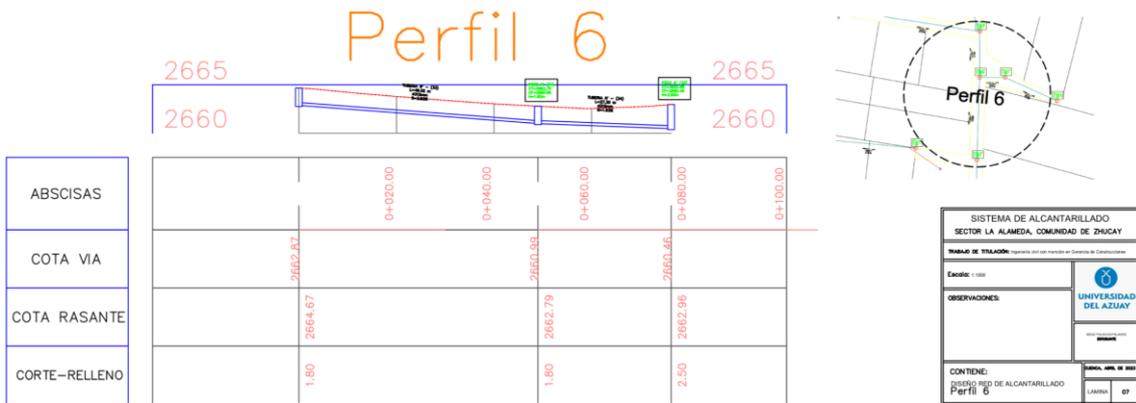
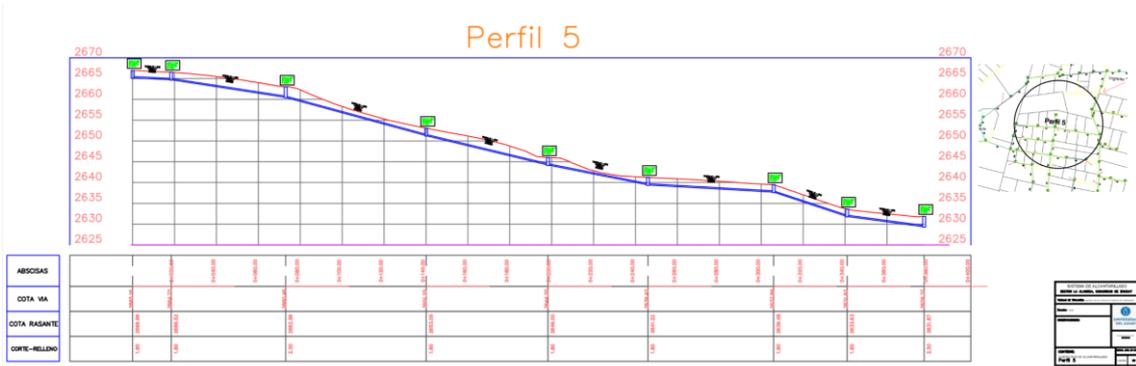


Perfil 3

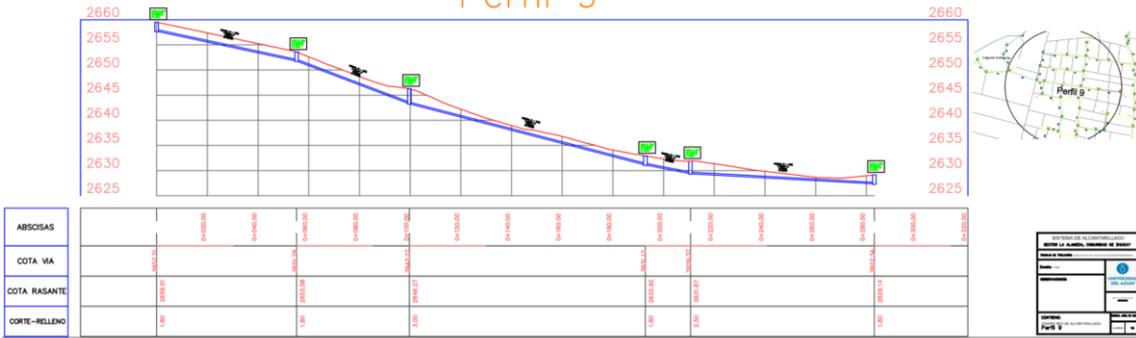


Perfil 4

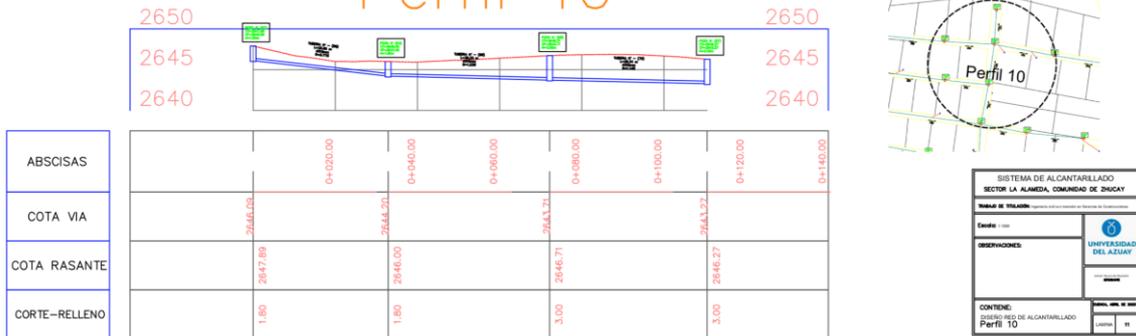




Perfil 9



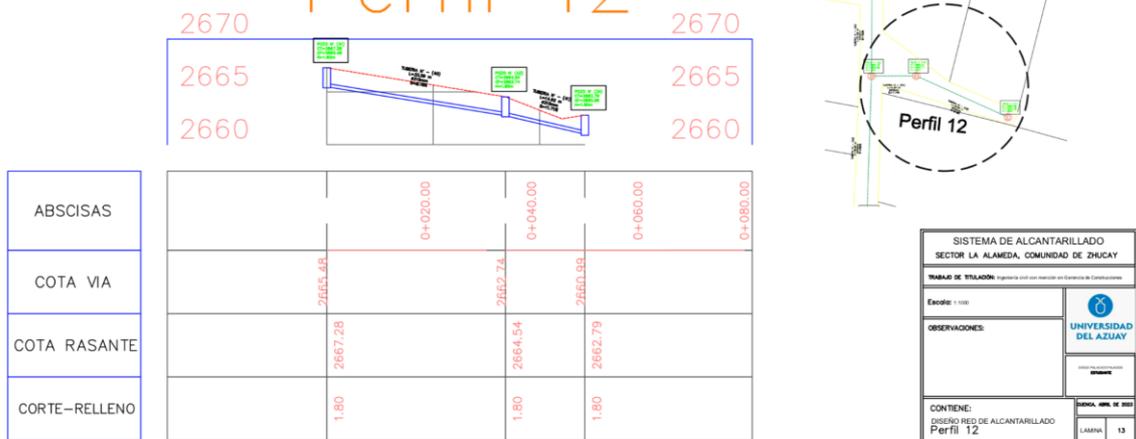
Perfil 10



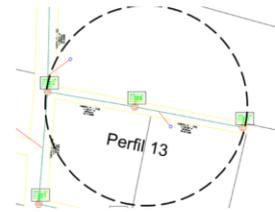
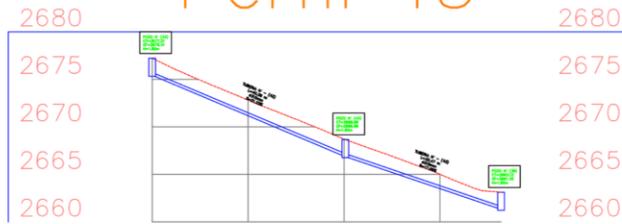
Perfil 11



Perfil 12



Perfil 13



ABSCISAS		0+020.00	0+040.00	0+060.00	0+080.00	0+100.00
COTA VIA	2677.41		2666.96		2661.32	
COTA RASANTE	2677.21		2668.66		2663.12	
CORTE-RELLENO	1.80		1.80		1.80	

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SECTOR LA ALAMEDA, COMUNIDAD DE ZHUCAY	
TRABAJO DE TITULACIÓN: Ejercicio del curso de Ingeniería de Construcción	
Escala: 1:1000	UNIVERSIDAD DEL AZUAY
OBSERVACIONES:	
CONTIENE: DISEÑO RED DE ALCANTARILLADO Perfil 13	
FECHA: 08/06/2023	
LÁMINA 14	

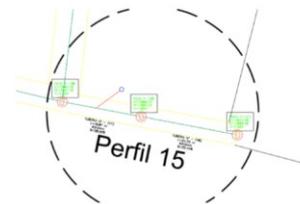
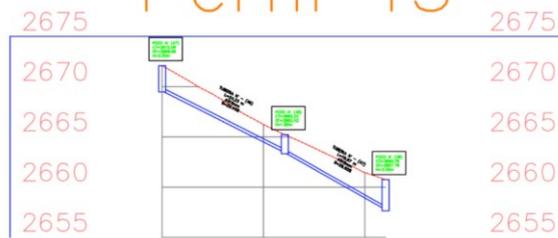
Perfil 14



ABSCISAS		0+020.00	0+040.00	0+060.00	0+080.00	0+100.00
COTA VIA	2672.48		2665.20		2658.23	
COTA RASANTE	2675.18		2667.00		2660.53	
CORTE-RELLENO	2.50		1.80		1.80	

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SECTOR LA ALAMEDA, COMUNIDAD DE ZHUCAY	
TRABAJO DE TITULACIÓN: Ejercicio del curso de Ingeniería de Construcción	
Escala: 1:1000	UNIVERSIDAD DEL AZUAY
OBSERVACIONES:	
CONTIENE: DISEÑO RED DE ALCANTARILLADO Perfil 14	
FECHA: 08/06/2023	
LÁMINA 15	

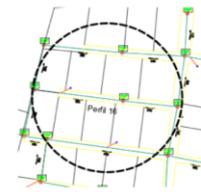
Perfil 15



ABSCISAS		0+020.00	0+040.00	0+060.00	0+080.00
COTA VIA	2668.56		2663.42		2657.76
COTA RASANTE	2672.09		2665.22		2660.76
CORTE-RELLENO	2.50		1.80		3.00

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SECTOR LA ALAMEDA, COMUNIDAD DE ZHUCAY	
TRABAJO DE TITULACIÓN: Ejercicio del curso de Ingeniería de Construcción	
Escala: 1:1000	UNIVERSIDAD DEL AZUAY
OBSERVACIONES:	
CONTIENE: DISEÑO RED DE ALCANTARILLADO Perfil 15	
FECHA: 08/06/2023	
LÁMINA 16	

Perfil 16



ABSCISAS		0+020.00	0+040.00	0+060.00	0+080.00	0+100.00	0+120.00	0+140.00
COTA VIA	2644.71		2638.46				2633.63	
COTA RASANTE	2646.71		2638.26				2633.63	
CORTE-RELLENO	3.00		1.80				1.80	

SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SECTOR LA ALMEDA, COMANDO DE ZINCAJ
VIALIDAD Y TRÁFICO

Escuela: ...
UNIVERSIDAD DEL AZUAY

CONTIENE:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Perfil 16

Perfil 17



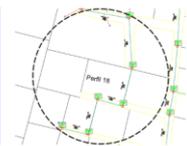
ABSCISAS		0+020.00	0+040.00	0+060.00	0+080.00	0+100.00	0+120.00	0+140.00
COTA VIA	2650.31		2646.76				2644.76	
COTA RASANTE	2654.15		2650.56		2648.52		2646.59	
CORTE-RELLENO	1.80		1.80		1.80		1.80	

SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SECTOR LA ALMEDA, COMANDO DE ZINCAJ
VIALIDAD Y TRÁFICO

Escuela: ...
UNIVERSIDAD DEL AZUAY

CONTIENE:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Perfil 17

Perfil 18



ABSCISAS		0+020.00	0+040.00	0+060.00	0+080.00	0+100.00	0+120.00	0+140.00	0+160.00	0+180.00	0+200.00	0+220.00	0+240.00	0+260.00	0+280.00
COTA VIA	2644.71		2644.71		2644.71		2644.71		2644.71		2644.71		2644.71		2644.71
COTA RASANTE	2646.71		2646.71		2646.71		2646.71		2646.71		2646.71		2646.71		2646.71
CORTE-RELLENO	1.80		1.80		1.80		1.80		1.80		1.80		1.80		1.80

SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SECTOR LA ALMEDA, COMANDO DE ZINCAJ
VIALIDAD Y TRÁFICO

Escuela: ...
UNIVERSIDAD DEL AZUAY

CONTIENE:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Perfil 18

Encuesta Diseño de Alcantarillado

Mediante la siguiente encuesta se desea conocer el área de terreno que posee usted dentro de la comunidad de Zhucay, parroquia Tarqui.

Nombres completos del propietario?

Texto de respuesta corta

Área total del terreno que posee?

Texto de respuesta corta

De cuántas personas comprende su familia?

Texto de respuesta corta

Nombres completos del propietario?	Área total del terreno que posee?	De cuántas personas comprende su familia?
Verónica Quizhpi	2000	4
José Santana	4400	4
Andrés Jaramillo	1336	5
Johanna Santana	2000	5
Daniela Quizhpi	1000	4
Francisco Tupacyupanqui	1083	5
Fernando Palacios	1000	3
Yuri Vanegas	1000	4
Tatiana Ordóñez	850	3
Lucia Palacios	4000	5
Esteban Guerrero	805	3
Juan Moscoso	690	4
Aurelio Palacios	5557	3
Santiago Palacios	1000	3
Michelle Saavedra	1358	3
Jairo Jaramillo	1000	5
Carlos Jaramillo	955	5
Fernando Palacios	2980	3
Leonardo Guerrero	804	3
Lilian Torres	2054	4
Carmen Tuba	30675	5
Miguel Zhagui	1631	2
Isabel Zhagui	302	5
Víctor Astudillo	13699	3
Teodoro Astudillo	14243	4
Pedro Astudillo	9876	4
Clara Astudillo	68072	3