

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TEMA:

Diseño y Modelación técnica del Sistema de Alcantarillado Sanitario para la zona alta de la Lotización San Francisco, perteneciente al cantón Guayaquil, ubicado en el km 16,5 vía Daule de la Provincia del Guayas.

AUTOR:

Coello Merchán, Viviana Alexandra

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERA CIVIL**

TUTOR:

Ing. Camacho Monar, Melida Alexandra M.Sc.

Guayaquil, Ecuador

19 de septiembre del 2022



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Coello Merchán, Viviana Alexandra** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniera Civil**.

TUTOR

Ing. Camacho Monar, Melida Alexandra M.Sc.

DIRECTORA DE LA CARRERA

Ing. Stefany Alcívar Bastidas, M.Sc.

Guayaquil, a los 19 del mes de septiembre del año 2022.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Coello Merchán, Viviana Alexandra**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Diseño y Modelación técnica del Sistema de Alcantarillado Sanitario para la zona alta de la Lotización San Francisco, perteneciente al cantón Guayaquil, ubicado en el km 16,5 vía Daule de la Provincia del Guayas**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Civil**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 19 del mes de septiembre del año 2022.

LA AUTORA

Coello Merchán, Viviana Alexandra



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Yo, **Coello Merchán, Viviana Alexandra**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Diseño y Modelación técnica del Sistema de Alcantarillado Sanitario para la zona alta de la Lotización San Francisco, perteneciente al cantón Guayaquil, ubicado en el km 16,5 vía Daule de la Provincia del Guayas**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 19 del mes de septiembre del año 2022

LA AUTORA:

Coello Merchán, Viviana Alexandra

REPORTE DE URKUND



Document Information

Analyzed document	Tesis_Viviana_Coello.docx (D144144196)
Submitted	9/15/2022 3:34:00 PM
Submitted by	
Submitter email	clara.glas@cu.ucsg.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	clara.glas.ucsg@analysis.arkund.com

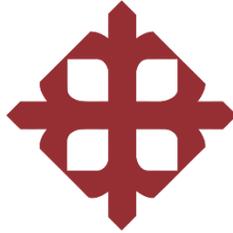
Sources included in the report

SA	Tesis Cindy Cordero_sustentacion.pdf Document Tesis Cindy Cordero_sustentacion.pdf (D11331831)	 1
SA	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil / TRABAJO DE TITULO OSCAR PARRAGA.docx Document TRABAJO DE TITULO OSCAR PARRAGA.docx (D35961236) Submitted by: claglas@hotmail.com Receiver: clara.glas.ucsg@analysis.arkund.com	 4
SA	URKUND-GALARZA_JONATHAN_TRABAJO_TITULACIÓN_SANITARIA_FINAL.docx Document URKUND-GALARZA_JONATHAN_TRABAJO_TITULACIÓN_SANITARIA_FINAL.docx (D111935538)	 2
SA	Diseño de la Red de Agua Servida- Bryan Tapia.docx Document Diseño de la Red de Agua Servida- Bryan Tapia.docx (D112390407)	 1
SA	TESIS Srs. Quinteros - Yance.pdf Document TESIS Srs. Quinteros - Yance.pdf (D80534442)	 1

TUTOR

f. 

Ing. Camacho Monar, Melida Alexandra, PhD



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Ing. Federico Von Buchwald, PHD.

DECANO DE LA FACULTAD

f. _____

Ing. Xavier Plaza, PhD.

DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Clara Glas Cevallos, M.Sc.

OPONENTE

ÍNDICE

Contenido

RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
CAPITULO I	2
1 INTRODUCCION	2
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo General	3
1.1.2 Objetivos Específicos	3
1.2 Metodología	3
CAPITULO II	4
2 MARCO TEORICO.....	4
2.1 Sistema de Alcantarillado, ¿Qué es?	4
2.2 Tipos de Aguas Residuales	5
2.2.1 Agua Residual Doméstica	5
2.2.2 Agua Lluvia	6
2.2.3 Agua Residual Industrial.....	6
2.2.4 Agua de Infiltración	6
2.2.5 Aguas Ilícitas.....	7
2.3 Tipos de Sistemas de Alcantarillado.....	7
2.3.1 SISTEMA CONVENCIONAL	8
2.3.2 SISTEMA NO CONVENCIONALES	11
2.4 ¿Cómo seleccionar el tipo de Sistema de Alcantarillado?	12
2.5 Tipos de Disposiciones del Sistema de Alcantarillado.....	13
2.5.1 Sistema perpendicular sin interceptor	13
2.5.2 Sistema perpendicular con interceptor.....	14
2.5.3 Sistema perpendicular con interceptor y aliviadero	14
2.5.4 Sistema en abanico	15
2.5.5 Sistema en bayoneta	16
2.6 ¿Cuáles son los componentes de un sistema de alcantarillado?	16
2.6.1 Unión de Colectores	16
2.6.2 Colector principal	16
2.6.3 Colector secundario	17
2.6.4 Colector terciario.....	17
2.6.5 Pozos de inspección	17

2.6.6	Estación de bombeo.....	18
2.6.7	Línea de impulsión	18
2.6.8	Interceptor	18
2.6.9	Emisario Final	19
CAPITULO III		20
3	DESARROLLO	20
3.1	Población.....	20
3.2	Normas Generales de Diseño para Alcantarillados.....	22
3.3	Período de diseño	22
3.4	Estimación de la Población.....	22
3.4.1	Densidad de la Población	22
3.4.2	Métodos de cálculo de la población futura.....	23
3.5	Caudal de diseño	25
3.5.1	Caudal medio diario	25
3.5.2	Caudal doméstico.....	26
3.5.3	Caudal industrial (<i>Qind</i>), Caudal institucional (<i>Qinst</i>)y Caudal comercial (<i>Qcom</i>)	26
3.6	Factor de mayoración (<i>Fmay</i>).....	27
3.7	Caudal por conexiones ilícitas (<i>Qilic</i>).....	27
3.8	Caudal por infiltración (<i>Qinfil</i>).....	27
3.9	Dimensionamiento de las tuberías	28
3.10	Coeficiente de Manning	29
3.11	Diseño la estación de bombeo y línea de impulsión.....	30
3.12	Límites y Condiciones del Diseño de un Sistema de Alcantarillado	30
3.12.1	Velocidades	30
3.12.2	Pendientes.....	31
3.12.3	Relación q/Q.....	32
3.12.4	Esfuerzo cortante τ	33
3.12.5	Profundidad de instalación	33
3.12.6	Distancia máxima de cámaras de inspección.....	33
CAPITULO IV		35
PROCEDIMIENTO		35
4	Diseño de la Red de Alcantarillado.....	35
4.1	Áreas de Trabajo	35
4.2	Modelación de Red de Alcantarillado usando Software Excel.....	38
4.2.1	Diseño de Caudales	38

4.2.2	Diseño de Cámara de Bombeo de Sección #1 a Sección #2	40
4.2.3	Diseño de Diámetros de Tuberías	44
4.2.4	Diseño de Cámara de Llegada Final de Red	49
4.2.5	Traslado de Aguas Residuales a Planta de tratamiento	50
4.2.6	Modelación del Sistema mediante SewerCAD	51
4.2.7	Comparación entre datos de Excel y SewerCAD	53
4.3	Presupuesto General.....	54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		55
Conclusiones		55
Recomendaciones		56
Bibliografía		57
5	ANEXOS	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de Alcantarillado.....	4
Figura 2. Tipos de Aguas Residuales	5
Figura 3. Dispositivos Sanitarios.....	5
Figura 4. Precipitación.....	6
Figura 5. Aguas Residuales	7
Figura 6. Cuadro Conceptual, tipo de Sistemas de Alcantarillados.....	8
Figura 7. Aguas Residuales Servidas.....	9
Figura 8. Esquema de Sistema de Alcantarillado Combinado.....	10
Figura 9. Esquema de Sistema de Alcantarillado Condominal.....	11
Figura 10. Niveles para seleccionar tipo de alcantarillados.	12
Figura 11. Características de Niveles de Alcantarillado	13
Figura 12. Esquema de un sistema perpendicular sin interceptor.....	14
Figura 13. Esquema de un sistema perpendicular con interceptor	14
Figura 14. Esquema de un sistema perpendicular con interceptor y aliviadero.....	15
Figura 15. Esquema de un sistema en abanico	15
Figura 16. Esquema de un sistema en bayoneta.....	16
Figura 17. Equipos de bombeo para aguas residuales.....	18
Figura 18. Ubicación de la Coop. San Francisco II, sector a trabajar.....	21
Figura 19. División del terreno, vista general.....	35
Figura 20. Sección #1 Coop. San Francisco II.....	36
Figura 21. Sección #2 Coop. San Francisco	37
Figura 22. Sección #3 Coop. San Francisco	37
Figura 23. Línea de Conducción de Aguas Residuales hacia Planta de Tratamiento.	50

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas UTM – Cooperativa San Francisco II.....	21
Tabla 2. Densidad de población escenario circuitos a gravedad 2013	23
Tabla 3. Tasas de Crecimiento.....	25
Tabla 4. Valores de coeficientes de caudales.....	26
Tabla 5. Valores recomendados para coeficientes de infiltración.	28
Tabla 6. Valores para coeficientes de Manning.	29
Tabla 7. Velocidades máximas permisibles a tubo lleno.....	31
Tabla 8. Valores recomendables de pendiente mínima.....	32
Tabla 9. Distancias máximas recomendadas para pozos de inspección	34
Tabla 10. Tabla de Medición de Caudales de la Sección #1 de la Coop. San Francisco II. ...	38
Tabla 11. Tabla de Medición de Caudales de la Sección #2 de la Coop. San Francisco II ...	39
Tabla 12. Tabla de Medición de Caudales de la Sección #3 de la Coop. San Francisco II ...	39
Tabla 13. Diseño de cámara de salida de Sección Nro. 1	40
Tabla 14. Diseño de Bomba #1, correspondiente a la cámara de salida de la Sección Nro. 1 41	
Tabla 15. Diseño de Cámara de Llegada, correspondiente a la Sección #2.	42
Tabla 16. Diseño de Cámara de Salida, correspondiente a la Sección #3.	42
Tabla 17. Diseño de Bomba #2, correspondiente a la cámara de salida de la Sección #3..	43
Tabla 18. Diseño de Cámara de Llegada, correspondiente a la Sección #2.	43
Tabla 19. Diseño de Diámetros de la Sección #1, con verificación de cumplimiento de normas. 44	
Tabla 20. Cálculo de cotas, detalles de pozos y zanjas de sección #1.....	45
Tabla 21. Diseño de Diámetros de la Sección #2, con verificación de cumplimiento de normas. 46	
Tabla 22 . Cálculo de cotas, detalles de pozos y zanjas de sección #2.....	47
Tabla 23. Diseño de Diámetros de la Sección #3, con verificación de cumplimiento de normas. 48	
Tabla 24. Cálculo de cotas, detalles de pozos y zanjas de sección #3.....	48
Tabla 25. Diseño de Cámara de Llegada, correspondiente a la Sección #3.	49
Tabla 26 . Diseño de diámetro de línea principal, modelado en software SewerCAD.	51
Tabla 27. Comparación de resultados entre Softwares	53

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Franklin Coello y Alexandra Merchán, por su amor, trabajo y sacrificio a lo largo de todos estos años; gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy hoy. Gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temerle a ningún tipo de adversidad, gracias a eso, hoy cumplo un sueño más, este logro es nuestro.

A mi hermana, Maily Coello, porque este camino lo recorrimos juntas, y siempre estuvo para mí, haciéndome sentir orgullosa de mí misma.

A mis tíos, Melba Coello y José Ayala, quienes me ayudaron a culminar mi carrera y siempre con amor me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado.

A Mariana Chalen, por los consejos, por recordarme que lo puedo lograr todo y por el apoyo y cariño que siempre depositó en mí.

A Armando Bohórquez, mi compañero de vida, por acompañarme en este arduo camino, y poner su confianza en que pueda lograr un objetivo más en mi camino.

DEDICATORIA

Este es un paso más para servir de ejemplo a la persona que más amo en este mundo.

A mi hija, Adriana Bohórquez Coello, por ser el mayor tesoro en mi vida y mi fuente de motivación; cualquier esfuerzo ha valido la pena porque ha estado a mi lado.

Por ser mi inspiración y fortaleza.

Por ti y para ti, todo, siempre.

RESUMEN

Un Sistema de Alcantarillado Sanitario, es una obra de Ingeniería que se encarga de mejorar la calidad de vida de la población, ya que, al recolectar aguas servidas dañinas para la salud, evita así la propagación de enfermedades.

El presente proyecto cuenta con un Diseño de una Red de Sistema de Alcantarillado para la Cooperativa San Francisco II, alrededor de 9000 personas son quienes no cuentan con un sistema de recolección de aguas servidas, y en visitas técnicas se pudo constatar como aguas negras recorren las calles.

En primer lugar, se procedió a realizar el análisis topográfico del sector, para así poder establecer la correcta ubicación de las tuberías y colectores; también se realizó el diseño de tres cámaras de llegada de agua y dos estaciones de bombeo, debido a los desniveles presentados. El diseño se efectuó en base a las Normas establecidas por SENAGUA e INTERAGUA, entes reguladores en la ciudad de Guayaquil.

Se realizó una comparación entre los datos obtenidos en dos Softwares usados, y adicional se presenta un presupuesto aproximado de la obra de ingeniería.

Palabras Claves: Alcantarillado, Colectores, Interagua, Senagua, Bombeo, Aguas Servidas.

ABSTRACT

A Sanitary Sewer System is an engineering work that is responsible for improving the quality of life of the population, since, by collecting wastewater that is harmful to health, it thus prevents the spread of diseases.

This project has a Design of a Sewage System Network for the San Francisco II Cooperative, around 9000 people are those who do not have a sewage collection system, and in technical visits it was possible to verify how black waters run through the streets.

In the first place, a topographical analysis of the sector was carried out, in order to establish the correct location of the pipes and collectors; The design of three water arrival chambers and two pumping stations was also carried out, due to the unevenness presented. The design was carried out based on the standards established by SENAGUA and INTERAGUA, regulatory entities in the city of Guayaquil.

A comparison was made between the data obtained in two used Softwares, and an approximate budget of the engineering work is also presented.

Keywords: Sewerage, Collectors, Interagua, Senagua, Pumping, Sewage.

CAPITULO I

1 INTRODUCCION

Poseer un eficiente sistema de alcantarillado sanitario provee a la ciudadanía de salud y buen vivir; además de otros beneficios como evitar que inundaciones arrasen con zonas que se encuentren habitadas en caso de múltiples precipitaciones.

Los sistemas de alcantarillado sanitarios son los responsables de deshacerse de las aguas negras, redireccionan los desechos originados por la población, debiendo contar con un correcto mantenimiento en base al tipo de población, evitando de esta manera la propagación de todo tipo de enfermedades.

En el Ecuador, durante años se ha luchado en pro de la evolución del sector de saneamiento y agua potable, con varios planes de desarrollo y creación de estrategias; en la actualidad tanto Gobierno Estatal como Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) son los encargados de brindar el acceso a este tipo de servicios básicos.

Debido al incremento de desplazamiento poblacional en los últimos años, ciudadanos que migran del campo a la ciudad, Guayaquil ha experimentado una ampliación de su población, la cual se ha asentado sin algún tipo de orden, lo que crea problemas de acceso a los servicios básicos como alcantarillado sanitario y pluvial.

Debido a los problemas que presentan estos sectores, el presente proyecto tiene como finalidad analizar y realizar el diseño de sistema de alcantarillado sanitario de la Cooperativa San Francisco II, ubicado en la parte norte de la ciudad de Guayaquil, ubicado en el km 17 vía a Daule, con base en los criterios de diseño en las normas técnicas del Ecuador, con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes de este sector.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Realizar el diseño, trazado y modelado de la red principal y secundaria del sistema de Alcantarillado Sanitario de la Cooperativa San Francisco II, ubicada en Km 17 Vía Daule, cantón Guayaquil, Provincia del Guayas.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Plantear el trazado más óptimo y favorable de la red de alcantarillado según la topografía del lugar.
- Definir los parámetros de diseño para el cálculo de la red de alcantarillado sanitario.
- Modelar el sistema de alcantarillado sanitario usando el software Excel.
- Diseñar la Red de Alcantarillado Sanitario, utilizando los parámetros normativos técnicos y de diseño.
- Realizar el presupuesto del diseño propuesto.

1.2 Metodología

Para la elaboración de este trabajo se plantea un recorrido por el sitio, aprovechando que están en ejecución la construcción del Sistema de Abastecimiento de aguas y será útil la visualización de las excavaciones ya realizadas y colocación de tuberías de agua potable.

Se utilizará una hoja de Excel en la que se realizarán los cálculos correspondientes a la Modelación Hidráulica, la cual estará basada en la normativa legal vigente.

Los perfiles correspondientes a las líneas principales de tuberías del Sistema de Alcantarillado, serán realizadas en AutoCAD, para poder visualizar pendientes y ubicación de cámaras.

CAPITULO II

2 MARCO TEORICO

2.1 Sistema de Alcantarillado, ¿Qué es?

Un sistema de alcantarillado consiste en una serie de tuberías y obras complementarias, necesarias para la recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales de la población y la escorrentía superficial producida por la lluvia. “De no existir estas redes de recolección de aguas, se pondría en grave peligro la salud de las personas debido al riesgo de enfermedades epidemiológicas y, además, se causarían importantes pérdidas materiales.” (López, 2003)



Figura 1. Sistema de Alcantarillado

Fuente: Buen uso del Sistema de Alcantarillado, Agua y Alcantarillado de Bogotá. (ACUEDUCTO, 2022)

2.2 Tipos de Aguas Residuales

“El agua residual es el residuo líquido transportado por una alcantarilla”. (McGhee, 1999) Las aguas residuales pueden provenir de diversos lugares, como se muestra a continuación:



Figura 2. Tipos de Aguas Residuales

Fuente: Elaboración propia.

2.2.1 Agua Residual Doméstica

Las aguas residuales domésticas se originan por el uso del líquido en las actividades del hogar, como el aseo personal, cocina de alimentos, etc. Están compuestas por sólidos suspendidos (materia orgánica biodegradable), sólidos sedimentables (materia inorgánica), nutrientes (nitrógeno y fósforo) y organismos patógenos. (López, 2003).

“Es la que se origina en los dispositivos sanitarios de instalaciones residenciales, comerciales, industriales e institucionales.” (McGhee, 1999)

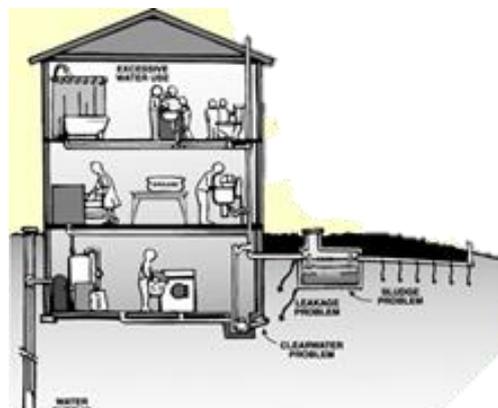


Figura 3. Dispositivos Sanitarios

Fuente: Origen y Clasificación de las Aguas Residuales. (Pulido, 2020)

2.2.2 Agua Lluvia

Estas aguas provienen de la precipitación pluvial, como se muestra en la Figura 2.3 y, debido a su efecto de lavado sobre tejados, calles y suelos, pueden contener una gran cantidad de sólidos suspendidos. (López, 2003)



Figura 4. Precipitación

Fuente: lagua (lagua, 2022)

2.2.3 Agua Residual Industrial

Estas aguas se originan de los desechos de procesos industriales y manufacturas y, debido a su naturaleza, pueden poseer además de residuos domésticos, elementos tóxicos como metales pesados, que requieren ser removidos en vez de ser vertidos al sistema de alcantarillado. (López, 2003)

2.2.4 Agua de Infiltración

El agua de infiltración es la que proviene directamente desde la superficie, en general por casos de precipitación o por conexiones domésticas en mal estado. Estas conexiones son hechas sin la respectiva regulación de la entidad pertinente. (McGhee, 1999)

2.2.5 Aguas Ilícitas

También llamadas aguas por conexiones erradas, son aquellas que provienen en especial por las conexiones clandestinas que se hacen equivocadamente en los sistemas de redes de alcantarillado. (López, 2003)



Figura 5. Aguas Residuales

Fuente: Que son las Aguas Residuales (FUNDACION ECOMAR, 2022)

2.3 Tipos de Sistemas de Alcantarillado

Existen dos tipos de alcantarillados, los cuales son mostrados a continuación:

- Sistema Convencional
- Sistema no Convencional

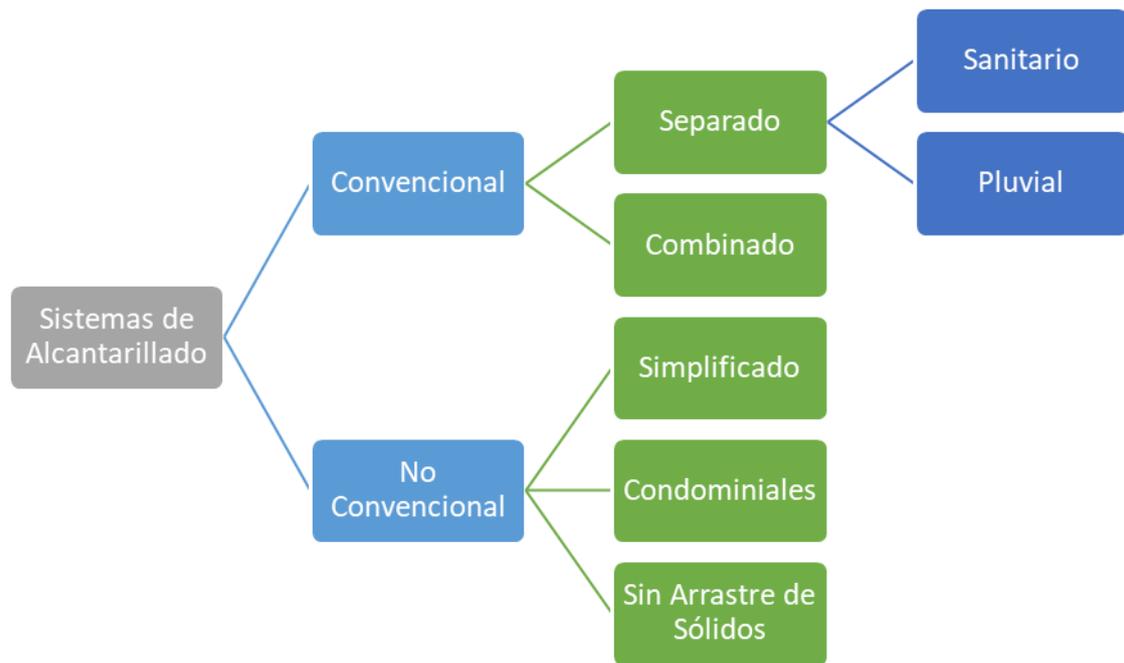


Figura 6. Cuadro Conceptual, tipo de Sistemas de Alcantarillados.

Fuente: Elaboración Propia

2.3.1 SISTEMA CONVENCIONAL

El sistema convencional es el más común al ser utilizado en los sistemas de alcantarillado. Una gran ventaja es que permiten el uso de grandes diámetros de tubería, lo que aumenta la flexibilidad en la operación del sistema, que en muchos casos es necesario debido a la incertidumbre de los parámetros de diseños tales como: caudales, densidad de población, etc. (López, 2003)

Este sistema se divide en dos según el tipo de agua que transporten:

- Alcantarillado Separado.
- Alcantarillado Combinado.

2.3.1.1 Alcantarillado Separado

“Un sistema separado es el que maneja de manera independiente el agua que transporta”, (López, 2003) son dos:

2.3.1.1.1 Alcantarillado Sanitario

“Es el sistema diseñado para recolectar y transportar única y exclusivamente las aguas residuales domésticas e industriales”. (López, 2003)

Según un documento de la Universidad del Estado de Michigan, (MSU, por sus siglas en inglés), el alcantarillado sanitario es un sistema de tuberías subterráneas que lleva las aguas residuales de casas (baños, lavabos, cocinas y otros componentes de plomería) y de instituciones e industrias a una planta de tratamiento de aguas residuales donde se filtra, se trata y se descarga finalmente a un emisario. (MSU, 2014)

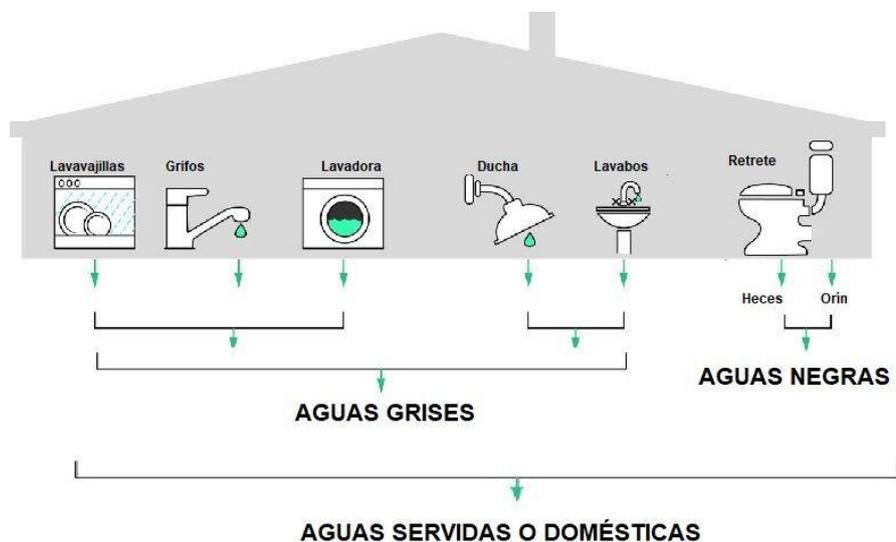


Figura 7. Aguas Residuales Servidas

Fuente: Aguas Residuales Servidas y Grises (AREACIENCIAS, 2022)

2.3.1.1.2 Alcantarillado Pluvial

“Es el sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la precipitación.” (López, 2003)

El alcantarillado es un sistema diseñado para transportar la escorrentía de lluvia y otros drenajes. No está diseñado para transportar aguas residuales ni aceptar desechos peligrosos. La escorrentía se lleva a través de tuberías subterráneas o zanjias abiertas y descargas sin tratar en arroyos, ríos y otros cuerpos de agua superficiales. (MSU, 2014)

2.3.1.2 Alcantarillado Combinado

Estos son los sistemas que conducen simultáneamente las aguas residuales, domesticas e industriales, y las aguas de lluvia. (López, 2003)

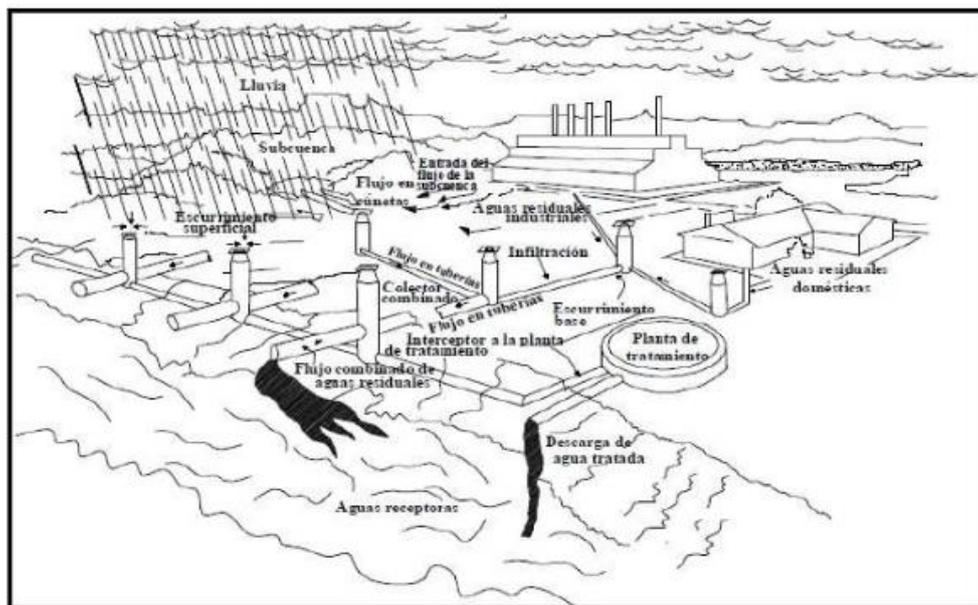


Figura 8. Esquema de Sistema de Alcantarillado Combinado

Fuente: Elementos de diseño para Acueductos y alcantarillados. (López, 2003)

2.3.2 SISTEMA NO CONVENCIONALES

Los sistemas de alcantarillado no convencionales se clasifican según el tipo de tecnología aplicada y en general se limita a la evacuación de las aguas residuales. (López, 2003) Son una buena opción cuando no se cuenta con los recursos necesarios, pueden ser de dos tipos:

2.3.2.1 Alcantarillado Simplificado

Un sistema de alcantarillado simplificado se diseña bajo los mismos criterios que un sistema convencional, pero con la posibilidad de reducir diámetros de tuberías, distancia entre pozos de inspección, etc. (López, 2003)

2.3.2.2 Alcantarillado Condominales

Son los alcantarillados que recogen las aguas residuales de un pequeño grupo de viviendas, menor a una hectarea, y las conduce a un sistema de alcantarillado convencional. (Monroy, 2014)



Figura 9. Esquema de Sistema de Alcantarillado Condominal

Fuente: Criterios y Lineamientos técnicos para factibilidades de Alcantarillado.
(SIAPA, 2014)

2.3.2.3 Alcantarillado sin arrastre de sólidos

Conocidos también como alcantarillados a presión, son sistemas en los cuales se eliminan los sólidos de los efluentes de la vivienda por medio de un tanque interceptor. El agua es transportada luego a una planta de tratamiento o sistema de alcantarillado convencional a través de tuberías de diámetro de energía uniforme y que, por tanto, pueden trabajar en algunas secciones. (López, 2003)

2.4 ¿Cómo seleccionar el tipo de Sistema de Alcantarillado?

La Secretaria del Agua, en su documento: “NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES”, el tipo de alcantarillado sanitario depende de las características del área al cual va a servir, para esto se la ha categorizado por niveles. Para la selección del nivel de alcantarillado a diseñar hay que considerar varios factores: situación económica, topografía, densidad poblacional, entre otros. (SENAGUA, 2014)



Figura 10. Niveles para seleccionar tipo de alcantarillados.

Fuente: Elaboración Propia

Zonas Rurales	Comunidades Urbanas	Ciudades desarrolladas
<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza pozos sépticos o fosas húmedas • Tuberías de PVC u otro material • Diámetro mínimo puede reducirse a 75 mm • No utiliza pozos de inspección convencionales 	<ul style="list-style-type: none"> • Tuberías de hormigón • Diámetro mínimo de 100mm instaladas en las aceras • No se usan pozos de inspección, sino cajas de mampostería de poca profundidad • Se utilizan alcantarillas convencionales para la red o emisarios finales 	<ul style="list-style-type: none"> • En zonas de ciudad donde se inicia la recolección de aguas residuales • Se puede usar el Nivel 2, pero con diámetro mínimo de 150 mm • Lugares con topografía plana, para evitar profundización de tuberías

Figura 11. Características de Niveles de Alcantarillado

Fuente: Elaboración Propia

2.5 Tipos de Disposiciones del Sistema de Alcantarillado

La disposición de las redes de alcantarillado no es algo que encuentra bajo un patrón debido a que esto depende de múltiples factores tales como: condiciones topográficas del sitio, sistema de alcantarillado a utilizar, distribución de la población, etc. (López, 2003)

2.5.1 Sistema perpendicular sin interceptor

Es un sistema exclusivamente utilizado para sistemas de alcantarillado pluvial, ya que las aguas que son recolectadas pueden ser descargas a un cuerpo de agua superficial que se encuentre muy próximo a la población, sin riesgos a enfermedades para los habitantes. (López, 2003)

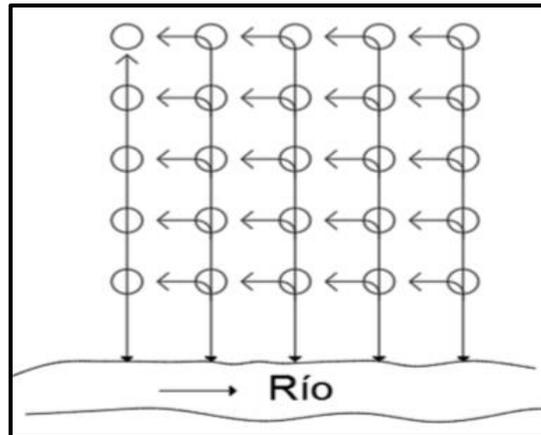


Figura 12. Esquema de un sistema perpendicular sin interceptor

Fuente: Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados (López, 2003)

2.5.2 Sistema perpendicular con interceptor

Este sistema de disposición es el usado generalmente para sistemas de alcantarillado sanitario. En este sistema el interceptor es el encargado de enviar o transportar las aguas residuales recolectadas a una planta de tratamiento de aguas residuales. (López, 2003)

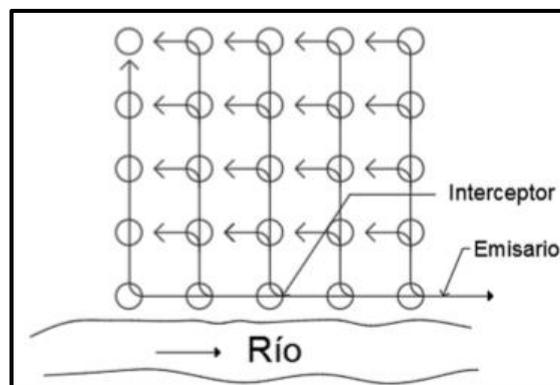


Figura 13. Esquema de un sistema perpendicular con interceptor

Fuente: Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados (López, 2003)

2.5.3 Sistema perpendicular con interceptor y aliviadero

Este sistema de disposición es el usado generalmente para sistemas de alcantarillado combinado. En este sistema el aliviadero permitirá reducir la carga hidráulica pico causada por la aportación pluvial que descargaría a la planta de

tratamiento de aguas residuales, o a su vez es vertido directamente desde el aliviadero aguas abajo para evitar enfermedades a la población. (Marquez, 2020).

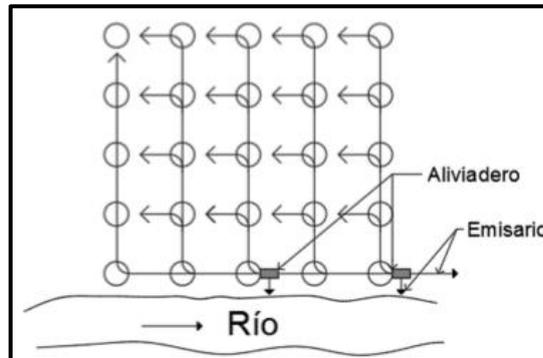


Figura 14. Esquema de un sistema perpendicular con interceptor y aliviadero

Fuente: Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados(López, 2003)

2.5.4 Sistema en abanico

Este sistema de disposición es utilizado debido a condiciones topográficas adversas, y puede ser sin interceptor con interceptor y con aliviaderos, dependiendo del tipo de alcantarillado. (López, 2003).

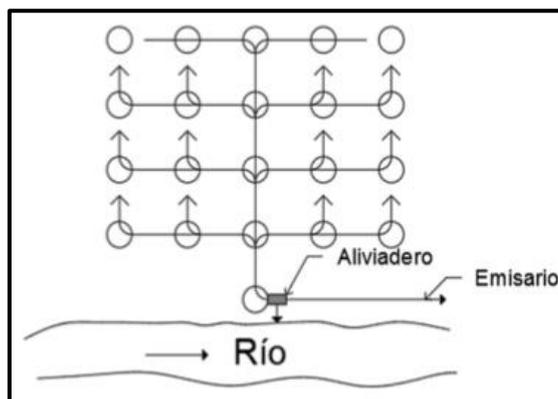


Figura 15. Esquema de un sistema en abanico

Fuente: Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados (López, 2003)

2.5.5 Sistema en bayoneta

Este sistema de disposición es característico en alcantarillados sanitarios en donde la topografía es plana y las velocidades son muy bajas. (López, 2003).

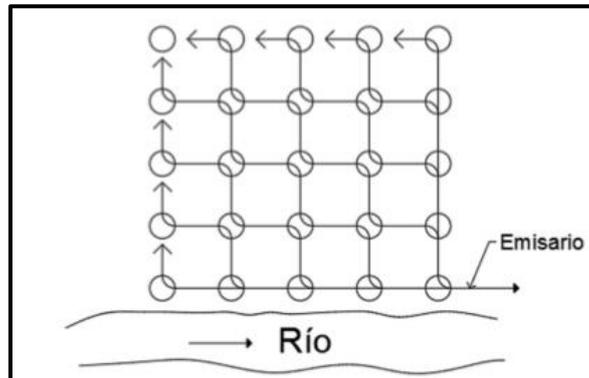


Figura 16. Esquema de un sistema en bayoneta

Fuente: Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados (López, 2003)

2.6 ¿Cuáles son los componentes de un sistema de alcantarillado?

Una red de alcantarillado sanitario se compone de varios elementos certificados, tales como de tuberías, conexiones, anillos y obras accesorias: descargas domiciliarias, pozos de visita, estructuras de caída, sifones y cruzamientos especiales. Por otra parte, en los sistemas a presión se utilizan estaciones de bombeo para el desalojo de las aguas residuales. (Monroy, 2014)

2.6.1 Unión de Colectores

La unión de tramos de la red del alcantarillado se realiza mediante estructuras denominadas pozos de unión o pozos de inspección, que permiten el cambio de dirección en el alineamiento horizontal o vertical, el cambio de diámetro o sección, y las labores de inspección, limpieza y mantenimiento general del sistema. (López, 2003)

2.6.2 Colector principal

El colector principal son redes de tubería, de distintos materiales, cuya función es la de transportar las aguas residuales a su descarga (Planta de tratamiento de aguas residuales, cuerpo receptor, etc.). (McGhee, 1999)

2.6.3 Colector secundario

El colector secundario o también llamado subcolector. Su principal función es recoger las aguas residuales de los colectores terciarios para transportarlos al colector primario o principal. (McGhee, 1999)

2.6.4 Colector terciario

El colector terciario o conocida también como redes domiciliarias, son tubería de pequeño diámetro, generalmente de 160mm. Este recolector recolecta las aguas residuales de las cajas de registro de las viviendas para transportarla al colector secundario. (McGhee, 1999)

2.6.5 Pozos de inspección

Los pozos de inspección o visita son estructuras tipo cámaras construidas por lo general de hormigón armado, que tiene como fin el acceso al monitoreo del correcto funcionamiento del sistema, cumpliendo las siguientes funciones:

- Limpieza e inspección de las tuberías
- Cambio de diámetros en las tuberías
- Cambios significativos de pendiente
- Cambios de dirección en la red de alcantarillado

Los pozos pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Tipo Común
- Tipo Especial
- Tipo Caja
- Tipo Caja de Flexión
- Con caída
- Con caída adosada
- Con caída escalonada

2.6.6 Estación de bombeo

La Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Guayaquil (EMAPAG, según sus siglas) indica que las estaciones de bombeo es el conjunto de instalaciones integradas por infraestructura civil y electromecánica, que permiten elevar el agua desde un nivel inferior (succión) a un nivel superior (impulsión), introduciendo energía de presión en un sistema hidráulico, generalmente se conducen al sistema de tratamiento para aguas residuales o en pocos casos a un pozo de inspección (EMAPAG, 2018).



Figura 17. Equipos de bombeo para aguas residuales

Fuente: Normas técnicas de diseño – Estación de bombeo para alcantarillados (INTERAGUA, 2015)

2.6.7 Línea de impulsión

Son redes de tubería que se utilizan en una conducción a presión cerrada cuando el flujo ocupa la totalidad de la sección y el gradiente hidráulico se encuentra por encima de la cota del tubo. (EMAPAG, 2018)

2.6.8 Interceptor

Canal o tubería que recibe el caudal sanitario de una serie de descargas transversales y las conduce a una planta de tratamiento. En el caso de un

sistema de alcantarillado combinado puede recibir también un pequeño caudal predeterminado de aguas lluvias. (SIAPA, 2014)

2.6.9 Emisario Final

Canal o tubería que recibe las aguas residuales de un sistema de alcantarillado hasta una planta de tratamiento o de una planta de tratamiento hasta el punto de disposición final. (SIAPA, 2014).

CAPITULO III

3 DESARROLLO

3.1 Población

La Cooperativa San Francisco II se encuentra ubicada en el km 17 vía a Daule, en la parroquia Tarqui del Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas, tiene un área aproximada de 80 hectáreas, con 10000 habitantes, este sector cuenta con locales comerciales e instituciones educativas; la zona cuenta con una vía principal la cual esta pavimentada, el resto de las calles son de tierra.

En la actualidad este sector no posee un sistema de alcantarillado sanitario ni alcantarillado pluvial, utilizan pozos sépticos, los cuales se encuentran colapsados, las aguas servidas corren por las calles (de tierra) y presenta malos olores, generando vectores que contaminan el ambiente y producen enfermedades en los niños y demás habitantes. En el año 2022 se planea completar el desarrollo e implementación del servicio de agua potable, al momento se encuentra un proyecto en ejecución por parte de la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado.

La finalidad de este diseño de sistema de alcantarillado es establecer redes en base a normas, parámetros y reglamentos que rigen el tratamiento y eliminación de aguas residuales sanitarias dentro del área establecida.

A continuación, se muestra el sitio del proyecto:



Figura 18. Ubicación de la Coop. San Francisco II, sector a trabajar.

Fuente: Google Earth.

ESTE	NORTE
615819	9773872
615598	9773293
615659	9772770
615798	9773157
616180	9773318
616650	9773579
616545	9773851

Tabla 1. Coordenadas UTM – Cooperativa San Francisco II

Fuente: Elaboración Propia

3.2 Normas Generales de Diseño para Alcantarillados

El sistema de alcantarillado sanitario diseñado será acuerdo a las Normas y Especificaciones Técnicas emitidas por la secretaría del Agua e INTERAGUA, que proporcionarán un eficiente servicio a la población beneficiaria del proyecto de en la Cooperativa San Francisco ubicada en el Km 17 Vía A Daule, cantón Guayaquil, provincia de Guayas, en condiciones de confiabilidad y economía. (Amagua & Gruconsa, 2020)

3.3 Período de diseño

El periodo de diseño adoptado deber ser igual a treinta años, (30 años) considerando una sola etapa de construcción. Este período fue adoptado gracias a las recomendaciones impuestas por las normas de la Secretaría del Agua.

3.4 Estimación de la Población

Lineamientos generales:

3.4.1 Densidad de la Población

De acuerdo con datos obtenidos de estudios realizados por Interagua en donde se determinó la densidad de población del año 2013. Como límite de crecimiento de la población se consideró la densidad de saturación de 200 hab/ha establecida por el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Guayaquil. (Amagua & Gruconsa, 2020)

En la siguiente tabla se resumen los resultados encontrados:

Año	No. Habitantes	Área (ha)	Densidad (hab/ha)
2052 - Escenario Saturación	15,860	70	200,0

Tabla 2. Densidad de población escenario circuitos a gravedad 2013

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Guayaquil, Actualización (2019 – 2023). (GYE, 2021)

Las densidades obtenidas reflejan la rápida densificación del sector y la alta probabilidad de que a corto plazo se alcance la condición de saturación.

3.4.2 Métodos de cálculo de la población futura

3.4.2.1 El Método Aritmético

Supone un crecimiento vegetativo balanceado por la mortalidad y la emigración. La ecuación para calcular la población proyectada es la siguiente:

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} \times (T_f - T_{uc})$$

Donde, **P_f** es la población (hab.) correspondiente al año para el que se quiere proyectar la población, **P_{uc}** es la población (hab.) correspondiente al último año censado con información, **P_{ci}** es la población (hab.) correspondiente al censo inicial con información, **T_{uc}** es el año correspondiente al último año censado con información, **T_{ci}** es el año correspondiente al censo inicial con información y **T_f** es el año al cual se quiere proyectar la información. (Amagua & Gruconsa, 2020)

El Método Geométrico como se indica en el Informe Hidráulico, (Amagua & Gruconsa, 2020) es útil en poblaciones que muestren una importante actividad económica, que genera un apreciable desarrollo y que poseen importantes áreas

$$P_f = P_{uc} (1 + r)^{T_f - T_{uc}}$$

de expansión las cuales pueden ser dotadas de servicios públicos sin mayores dificultades. La ecuación que se emplea es:

Donde, r es la tasa de crecimiento anual en forma decimal, y las demás variables se definen igual que para el método anterior. La tasa de crecimiento anual se calcula de la siguiente manera:

$$r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{(T_{uc}-T_{ci})}} - 1$$

3.4.2.2 El Método exponencial

Requiere conocer por lo menos tres censos para poder determinar el promedio de la tasa de crecimiento de la población. Se recomienda su aplicación a poblaciones que muestren apreciable desarrollo y poseen abundantes áreas de expansión. (Amagua & Gruconsa, 2020) La ecuación empleada por este método es la siguiente:

$$P_f = P_{ci} \times e^{k \times (T_f - T_{ci})}$$

Donde k es la tasa de crecimiento de la población la cual se calcula como el promedio de las tasas calculadas para cada par de censos, así:

$$k = \frac{\ln P_{cp} - \ln P_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}}$$

Donde P_{cp} es la población del censo posterior, P_{ca} es la población del censo anterior, T_{cp} es el año correspondiente al censo posterior, T_{ca} es el año correspondiente al censo anterior y \ln el logaritmo natural o neperiano.

3.4.2.3 Tasas de crecimiento

En la tabla a continuación se muestran las tasas de crecimiento demográfico estimadas de los registros de población de los censos del 2001 y 2010 del INEC, para el método geométrico, exponencial y aritmético.

Aritmético	Geométrico	Exponencial
Pendiente	r	k
1,402.78	2%	20%

Tabla 3. Tasas de Crecimiento

Fuente: INEC,2022

A partir de estas tasas se estableció que bajo cualquier metodología de proyección se alcanza la condición de saturación de **200 hab/ha** en el año 2052.

3.5 Caudal de diseño

El caudal total de producción de aguas servidas, para el diseño de colectores de la red de alcantarillado sanitario, corresponde al caudal máximo horario más el caudal de infiltración más el caudal de aguas ilícitas, en l/s.

$$Q_{total} = (Q_{med_d} * F_{may}) + Q_{inf} + Q_{A_{ilic}}$$

A continuación se detallarán cada uno de los caudales:

3.5.1 Caudal medio diario

(Q_{med_d})

El caudal medio diario será la suma del caudal doméstico más el caudal debido a aportaciones industriales, domésticas y comerciales.

$$Q_{med_d} = Q_{dom} + Q_{ind} + Q_{inst} + Q_{com}$$

3.5.2 Caudal doméstico

(Q_{dom})

Para el cálculo del caudal doméstico se utilizará la ecuación establecida en el literal 4.5.1 de la NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL. (SENAGUA, 2014)

$$Q_{dom} = \frac{Pob * Dot * R}{86400}$$

Q_m : Caudal medio diario (l/s)

$Pob.$: Población (hab.)

$Dot.$: Dotación diaria por habitante (l/hab/día)

R : Coeficiente de retorno (0.80)

3.5.3 Caudal industrial (Q_{ind}), Caudal institucional (Q_{inst}) y Caudal comercial (Q_{com})

Para calcular la aportación por aguas industriales, institucional y comerciales se consideraron factores, que dependen del área de aportación del tramo a diseñarse. Aquellos factores se muestran en la Tabla:

Tipo de aportación	Coefficientes (l/s*Ha)
Industrial	0.60
Institucional	0.50
Comercial	0.50

Tabla 4. Valores de coeficientes de caudales

Fuente: Elaboración Propia

3.6 Factor de mayoración (F_{may})

$$F = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde:

P = Población aportante del tramo de colector (Habitantes).

3.7 Caudal por conexiones ilícitas (Q_{ilic})

En las “NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES”, para caudal de aguas de infiltración en su literal 5.1.4.12 menciona lo siguiente: “En todo caso la cuantificación de los caudales por conexiones clandestinas serán responsabilidad del proyectista plenamente justificados por éste.”. (SENAGUA, 2014)

Los valores referenciales que se pueden utilizar son entre 0,1 y 3,0 l/s/ha. Este proyecto considera 0.15 l/s/ha.

3.8 Caudal por infiltración (Q_{infil})

Al proyectar la red de recolección de un sistema de alcantarillado sanitario siempre se considera la inclusión de las aguas de infiltración, la presencia de éstas depende de varios factores, entre otros:

- Métodos constructivos a aplicarse en la ejecución del sistema
- Características de las uniones de las tuberías
- Altura del nivel freático
- Permeabilidad del suelo
- Detalles del colector y del área de aportación
- Detalles de las conexiones domiciliarias

Según el documento de “NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES”, para caudal de aguas de infiltración en su literal 5.1.4.11 menciona lo siguiente: “En cualquier caso la estimación de los caudales de infiltración serán plenamente justificados por el proyectista”. (SENAGUA, 2014)

Por este motivo, se ha considerado coeficientes de caudal de infiltración impuesto por **INTERAGUA** para las tuberías convencionales, cuyos valores se muestran en la Tabla

Tipo de Infiltración	Q_{inf} (l/s*Ha)
Alta	0.15-0.40
Media	0.10-0.30
Baja	0.05-0.20

Tabla 5. Valores recomendados para coeficientes de infiltración.

Fuente: Manual de diseño de redes de alcantarillado. (INTERAGUA, 2015)

Para este diseño se escogió el siguiente valor:

$$Q_{inf} = 0.15 * A_{Ap}$$

Donde:

A_{Ap} = Área de aportación del colector (Ha).

3.9 Dimensionamiento de las tuberías

En el dimensionamiento de las tuberías, se utiliza una fórmula basada en el número de Manning y el caudal de diseño, entre otros, para calcular el diámetro teórico requerido en el tramo de tubería, la cual es la siguiente:

$$D = \left[\frac{3.21 * Q_{total} * n}{S^{\frac{1}{2}}} \right]^{\frac{3}{8}}$$

En donde:

- D = Diámetro teórico nominal, en m.
- Q_{total} = Caudal de diseño, l/s.
- n = Coeficiente de Manning.
- S = Pendiente del terreno, $\frac{m}{m}$.

3.10 Coeficiente de Manning

El “n” de Manning es un coeficiente que representa la rugosidad o fricción aplicada al flujo por el canal, éste depende del material de la tubería. (Marquez, 2020). En la Tabla se presentan los valores para los materiales más utilizados de tubería:

Material	n
Abesto-Cemento	0.01
Concreto Liso	0.013
Concreto Áspero	0.016
Concreto Pulido	0.011
Mortero	0.013
Piedra	0.025
PVC	0.009 – 0.012

Tabla 6. Valores para coeficientes de Manning.

Fuente: Manual de diseño de redes de alcantarillado. (INTERAGUA, 2015)

Este proyecto usará, como coeficiente de Manning, el valor de 0.011 para tuberías tipo PVC, recomendación basada en el código de práctica ecuatoriano CPE INEN.

3.11 Diseño la estación de bombeo y línea de impulsión.

El diseño y dimensionamiento de la estación de bombeo y línea de impulsión está basada en los criterios técnicos de: “La Norma técnica de diseño – ESTACIONES DE BOMBEO ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL” (INTERAGUA, 2015) y también del manual de diseño: “Datos técnicos de hidráulica – Bombas” (Bombas Ideal, 2014). Además de las ecuaciones de cálculos de volúmenes de pozo del libro Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados.

Específicamente la Secretaría del Agua indica lo siguiente respecto al diseño de líneas de Impulsión:

“El cálculo de las tuberías de presión se hará utilizando fórmulas generalmente aceptadas, como por ejemplo, la fórmula de Hazen y Williams, DarcyWeisbach, Colebrook-White, etc.” (SENAGUA, 2014)

3.12 Límites y Condiciones del Diseño de un Sistema de Alcantarillado

Los diseños de Sistemas de Alcantarillado tienen que obligatoriamente cumplir ciertas condiciones para tener un correcto funcionamiento.

3.12.1 Velocidades

3.12.1.1.1 Velocidad mínima

En el documento “NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES”, en su numeral 5.2.1.10, literal D, menciona lo siguiente:

“Que la velocidad del líquido en los colectores, sean estos primarios, secundarios o terciarios, bajo condiciones de caudal máximo instantáneo, en cualquier año del período de diseño, no sea menor que 0,45 m/s y que preferiblemente sea mayor que 0,6 m/s, para impedir la acumulación de gas sulfhídrico en el líquido”. (SENAGUA, 2014)

3.12.1.2 Velocidad máxima

La velocidad máxima varía entre 3,5 m/s y 5 m/s, esto dependerá del tipo de material que se elija para realizar las tuberías. En este proyecto se usará PVC, por ende no deberá ser mayor a 4,5 m/s. En la siguiente Tabla se muestran especificados los valores de cada material:

MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMA m/s
Hormigón simple: Con uniones de mortero.	4
Con uniones de neopreno para nivel freático alto	3,5 – 4
Asbesto cemento	4,5 – 5
Plástico	4,5

Tabla 7.Velocidades máximas permisibles a tubo lleno.

Fuente: Normas Para Estudio Y Diseño De Sistemas De Agua Potable Y Disposición De Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores A 1000 Habitantes (SENAGUA, 2014)

3.12.2 Pendientes

Según los manuales de la Secretaría del Agua se recomienda que la pendiente de diseño sea igual a la pendiente del terreno, teniendo en cuenta que con esa pendiente cumpla los parámetros de velocidades máximas y mínimas. Para el

presente proyecto se ha intentado llevar esta condición a excepción de ciertos tramos en las cuales el terreno no posee pendientes pronunciadas y evitan la autolimpieza. A continuación, se muestran los valores de pendientes mínimas según el material escogido:

Material – PVC	S %
Desde 160 a 200 mm	0.3
Desde 250 a 350 mm	0.2
Desde 400 a 450 mm	0.1

Tabla 8. Valores recomendables de pendiente mínima

Fuente: Manual de diseño de redes de alcantarillado. (INTERAGUA, 2015)

3.12.3 Relación q/Q

De acuerdo a las NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES, en su numeral 5.2.1.10, literal C, menciona lo siguiente:

“Que la tubería nunca funcione llena y que la superficie del líquido, según los cálculos hidráulicos de: posibles saltos, de curvas de remanso, y otros fenómenos, siempre esté por debajo de la corona del tubo, permitiendo la presencia de un espacio para la ventilación del líquido y así impedir la acumulación de gases tóxicos”. (SENAGUA, 2014)

Por ende se cumplirá con la relación

$$\frac{q}{Q} \leq 0.85$$

3.12.4 Esfuerzo cortante τ

El esfuerzo cortante del sistema de tuberías se lo calcula con el objetivo de verificar su condición de autolimpieza en condiciones iniciales de diseño. (López, 2003). se recomienda que $\tau \geq 0.12$. Se lo calcula de la siguiente manera

$$\tau = RS\gamma$$

En donde:

$\tau =$ Esfuerzo cortante N/m^2

$R =$ Radio hidráulico de la sección de flujo, m

$S =$ Pendiente del sistema, m/m .

$\gamma =$ Peso específico del agua residual, $\frac{KN}{m^3}$

3.12.5 Profundidad de instalación

El sistema de colectores debe tener una profundidad mínima de instalación.

Para los siguientes casos tenemos:

- Zonas no vehiculares (zona peatonal): 0.60 m
- Zonas vehiculares (calles, vías): 1.00 m

3.12.6 Distancia máxima de cámaras de inspección

Las distancias máximas de separación entre los colectores o cámaras de inspección se muestran en la Tabla :

Diámetro (mm)	Distancia máxima (m)
≤ 200	100
De 200 a 400	120
≥ 400	150

Tabla 9. Distancias máximas recomendadas para pozos de inspección

Fuente: Manual de diseño de redes de alcantarillado. (INTERAGUA, 2015)

CAPITULO IV

PROCEDIMIENTO

4 Diseño de la Red de Alcantarillado

4.1 Áreas de Trabajo

Una vez realizado el análisis de la topografía del lugar se procedió a dividir en tres secciones, debido a que, por encontrarse en un cerro, los niveles de terreno hacían imposible a que parte de la población se conectara a la red de manera que esta se siga manejando bajo gravedad. Por ende, se realizará el paso del agua servida mediante bombeo y líneas de impulsión.

La división se dio de la siguiente manera:



Figura 19. División del terreno, vista general.

Fuente: Elaboración Propia

Primera Sección: posee aproximadamente 24,3 hectáreas, está localizada al este del sector.



Figura 20. Sección #1 Coop. San Francisco II

Fuente. Google Earth

Segunda Sección: posee aproximadamente 37,5 hectáreas, ocupa la mayor parte del terreno y esta localizada desde el centro hasta el oeste.

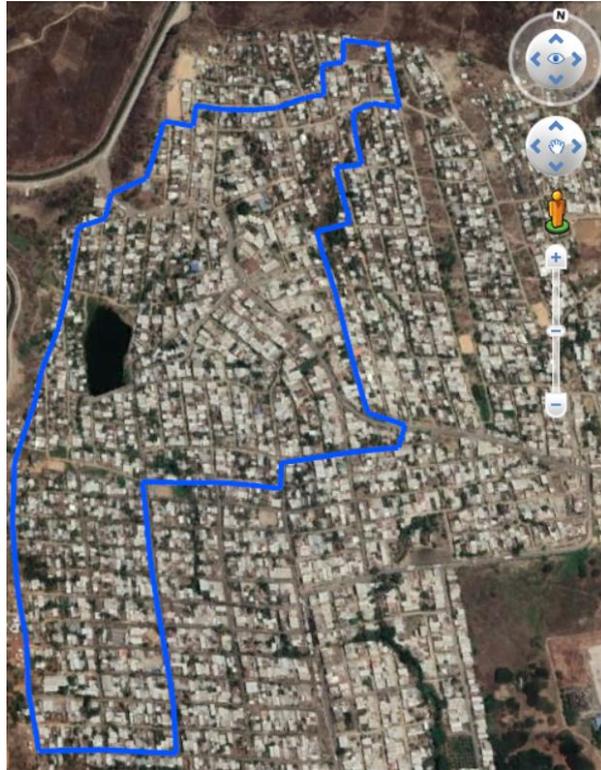


Figura 21. Sección #2 Coop. San Francisco

Fuente. Google Earth

Tercera Sección: posee aproximadamente 3 hectáreas, es un pequeño sector ubicado al norte del terreno, debido a la pendiente que tienen hacia la parte trasera del cerro en el que se encuentra ubicada la población, fue necesario dividirla.



Figura 22. Sección #3 Coop. San Francisco

Fuente. Google Earth

4.2 Modelación de Red de Alcantarillado usando Software Excel.

4.2.1 Diseño de Caudales

TIPO	Pozo		Area tributaria (Ha)	POBLACION	Caudal max horario			Infiltración		C. Ilícitas		Q diseño
	De	A	Total	Población	L/sg	F	L/s	L/s*Ha	L/s	L/s*Ha	L/s	l/seg
			ha									
ZONA 1												
RED PRINCIPAL 1	2	4	0,35	71	0,37	4,28	1,59	0,15	0,05	0,15	0,05	1,69
	4	6	1,78	357	0,37	4,05	1,50	0,15	0,27	0,15	0,27	2,03
	6	9	1,00	200	0,37	4,15	1,54	0,15	0,15	0,15	0,15	1,84
	9	11	0,43	86	0,37	4,26	1,58	0,15	0,06	0,15	0,06	1,71
	11	13	0,41	82	0,37	4,27	1,58	0,15	0,06	0,15	0,06	1,70
	13	15	0,86	173	0,37	4,17	1,54	0,15	0,13	0,15	0,13	1,80
	15	16	1,03	207	0,37	4,14	1,53	0,15	0,16	0,15	0,16	1,84
	16	17	1,18	236	0,37	4,12	1,53	0,15	0,18	0,15	0,18	1,88
	17	18	1,29	258	0,37	4,11	1,52	0,15	0,19	0,15	0,19	1,91
	18	19	1,40	279	0,37	4,09	1,52	0,15	0,21	0,15	0,21	1,93
	19	20	1,55	311	0,37	4,07	1,51	0,15	0,23	0,15	0,23	1,97
	20	22	1,82	364	0,37	4,04	1,50	0,15	0,27	0,15	0,27	2,04
	22	23	2,31	462	0,37	3,99	1,48	0,15	0,35	0,15	0,35	2,17
23	24	4,54	908	0,37	3,83	1,42	0,15	0,68	0,15	0,68	2,78	
RED PRINCIPAL 2	73	72	0,19	39	0,37	4,34	1,61	0,15	0,03	0,15	0,03	1,66
	72	71	0,41	82	0,37	4,27	1,58	0,15	0,06	0,15	0,06	1,70
	71	70	0,90	180	0,37	4,16	1,54	0,15	0,13	0,15	0,13	1,81
	70	69	1,49	298	0,37	4,08	1,51	0,15	0,22	0,15	0,22	1,96
	69	68	2,52	505	0,37	3,97	1,47	0,15	0,38	0,15	0,38	2,23
	68	61	3,08	616	0,37	3,93	1,45	0,15	0,46	0,15	0,46	2,38
	61	60	3,94	787	0,37	3,86	1,43	0,15	0,59	0,15	0,59	2,61
	60	59	7,29	1458	0,37	3,69	1,37	0,15	1,09	0,15	1,09	3,55
	59	39	7,43	1486	0,37	3,68	1,36	0,15	1,11	0,15	1,11	3,59
	39	38	9,05	1811	0,37	3,62	1,34	0,15	1,36	0,15	1,36	4,06
	38	37	9,13	1827	0,37	3,62	1,34	0,15	1,37	0,15	1,37	4,08
	37	36	9,18	1836	0,37	3,61	1,34	0,15	1,38	0,15	1,38	4,09
36	35	9,78	1956	0,37	3,59	1,33	0,15	1,47	0,15	1,47	4,27	
35	24	9,98	1995	0,37	3,59	1,33	0,15	1,50	0,15	1,50	4,32	
	24	D	14,68	2936	0,37	3,45	1,28	0,15	2,20	0,15	2,20	5,68

Tabla 10. Tabla de Medición de Caudales de la Sección #1 de la Coop. San Francisco II.

Fuente: Elaboración Propia

TIPO	Pozo		Area tributaria	POBLACION	Caudal max horario			Infiltración		C. ilícitas		Q diseño	
	De	A	Total	Población	L/sg	F	L/s	L/s*Ha	L/s	L/s*Ha	L/s	l/seg	Adopta
			ha										
SEGUNDA SECCION													
RED PRINCIPAL	80	82	0,284	57	0,370	4,303	1,594	0,15	0,04	0,15	0,04	1,68	1,68
	82	84	0,573	115	0,370	4,227	1,565	0,15	0,09	0,15	0,09	3,42	3,42
	84	86	0,863	173	0,370	4,171	1,545	0,15	0,13	0,15	0,13	5,10	5,10
	86	89	1,182	236	0,370	4,121	1,526	0,15	0,18	0,15	0,18	6,78	6,78
	89	90	3,380	676	0,370	3,903	1,446	0,15	0,51	0,15	0,51	8,92	8,92
	90	105	1,790	358	0,370	4,045	1,498	0,15	0,27	0,15	0,27	10,67	10,67
	105	106	1,957	391	0,370	4,027	1,491	0,15	0,29	0,15	0,29	12,33	12,33
	106	107	2,111	422	0,370	4,011	1,486	0,15	0,32	0,15	0,32	13,99	13,99
	107	108	2,220	444	0,370	4,000	1,482	0,15	0,33	0,15	0,33	15,64	15,64
	108	109	2,405	481	0,370	3,983	1,475	0,15	0,36	0,15	0,36	17,30	17,30
	109	114	17,346	3469	0,370	3,388	1,255	0,15	2,60	0,15	2,60	23,06	23,06
	114	115	18,328	3666	0,370	3,367	1,247	0,15	2,75	0,15	2,75	24,89	24,89
	115	118	18,606	3721	0,370	3,361	1,245	0,15	2,79	0,15	2,79	26,63	26,63
	118	121	19,889	3978	0,370	3,335	1,235	0,15	2,98	0,15	2,98	28,54	28,54
	121	126	20,212	4042	0,370	3,329	1,233	0,15	3,03	0,15	3,03	30,22	30,22
	126	127	21,251	4250	0,370	3,310	1,226	0,15	3,19	0,15	3,19	32,07	32,07
	127	128	21,540	4308	0,370	3,304	1,224	0,15	3,23	0,15	3,23	33,75	33,75
	128	129	21,884	4377	0,370	3,298	1,222	0,15	3,28	0,15	3,28	35,44	35,44
	129	130	24,557	4911	0,370	3,252	1,205	0,15	3,68	0,15	3,68	37,71	37,71
	130	139	52,218	10444	0,370	2,936	1,087	0,15	7,83	0,15	7,83	47,19	47,19
139	206	52,532	10506	0,370	2,933	1,086	0,15	7,88	0,15	7,88	48,88	48,88	
206	205	52,874	10575	0,370	2,931	1,085	0,15	7,93	0,15	7,93	50,57	50,57	
205	204	53,236	10647	0,370	2,928	1,084	0,15	7,99	0,15	7,99	52,26	52,26	
204	203	53,580	10716	0,370	2,925	1,083	0,15	8,04	0,15	8,04	53,95	53,95	
203	202	53,927	10785	0,370	2,922	1,082	0,15	8,09	0,15	8,09	55,64	55,64	
202	D	60,827	12165	0,370	2,870	1,063	0,15	9,12	0,15	9,12	59,08	59,08	

Tabla 11. Tabla de Medición de Caudales de la Sección #2 de la Coop. San Francisco II

Fuente: Elaboración Propia

TIPO	Pozo		Area tributaria	POBLACION	Caudal max horario			Infiltración		C. ilícitas		Q diseño
	De	A	Total	Población	L/sg	F	L/s	L/s*Ha	L/s	L/s*Ha	L/s	l/seg
			ha									
PRIMERA SECCION												
RED PRINCIPAL	234	235	0,11	22	0,37	4,38	1,62	0,15	0,02	0,15	0,02	1,65
	235	236	0,50	100	0,37	4,24	1,57	0,15	0,07	0,15	0,07	1,72
	236	237	1,37	273	0,37	4,10	1,52	0,15	0,20	0,15	0,20	1,93
	237	D	1,71	343	0,37	4,05	1,50	0,15	0,26	0,15	0,26	2,02

Tabla 12. Tabla de Medición de Caudales de la Sección #3 de la Coop. San Francisco II

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2 Diseño de Cámara de Bombeo de Sección #1 a Sección #2

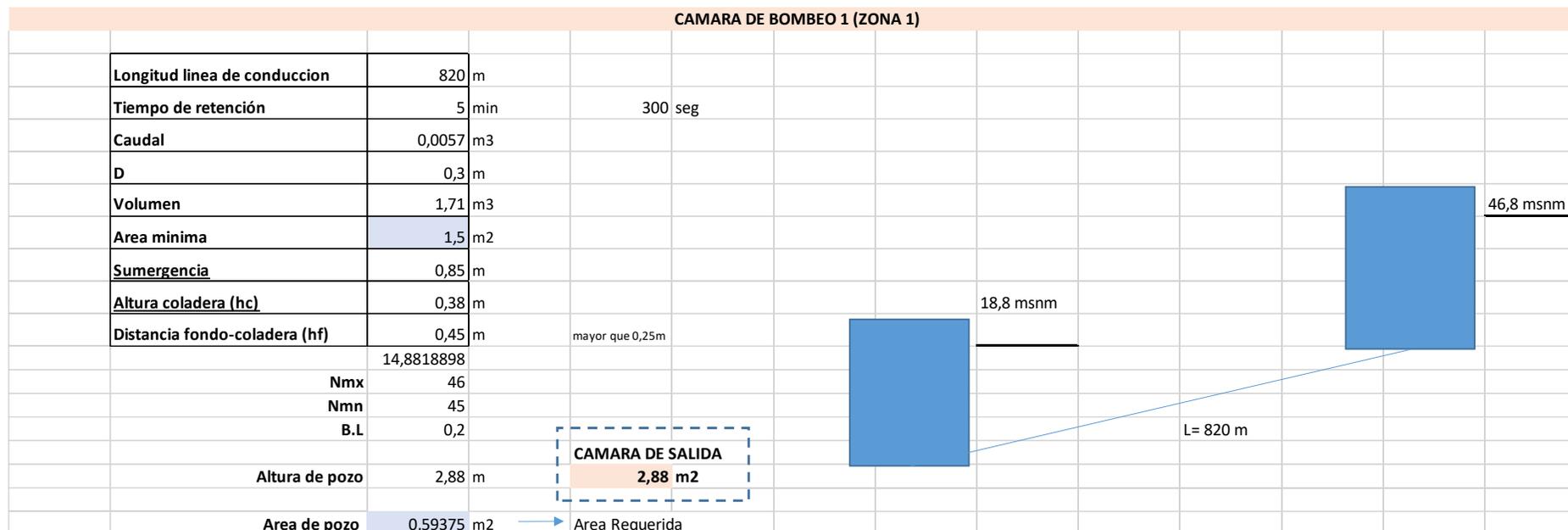


Tabla 13. Diseño de cámara de salida de Sección Nro. 1

Fuente: Elaboración Propia

Usando las ecuaciones de cálculo de Volumen de Pozo, correspondientes al libro “Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados” de Ricardo Lopez, (López, 2003), se procedió a realizar el diseño de la cámara de salida, la cual tendrá una media de 1m x 1m x 2.88 m, dando así 2.88 m² de área. El área mínima que debe tener el pozo es de 0.6 m², pero por futuros trabajos de mantenimiento se lo diseño de manera que sea accesible para el personal.

BOMBA #1									
W= Q * Ht * D *g									
ρ	1000	kg/m3							
PERDIDAS EN LA TUBERIA IMPULSION DEL POZO AL ESTANQUE									
Velocidad	0,6	m/s			Li=	820,000	m		
g	9,8				Di=	0,110	m		
k	4,65				Ji =	0,003	m/m		
Ht	32,67	ALTURA DINAMICA			Vi = Q/A	0,598	m/s	ok	
Hs	1				V2 =	0,357			
Hs	28				V2/2g =	0,018			
HL	2,67				hfi = J*L =	2,670	m		
Hacc	1								
CON LINEA DE IMPULSION DE 110MM									
W	186,219								
0,7 eficiencia	3,50035714	2 bombas de 4HP							

Tabla 14. Diseño de Bomba #1, correspondiente a la cámara de salida de la Sección Nro. 1

Fuente: Elaboración Propia

Usando la Ecuación de Bernoulli, se procedió a dimensionar la cámara de llegada, usando un diámetro de 110mm y velocidad de 0,6m/s, datos obtenidos en el diseño de la bomba.

CAMARA DE LLEGADA, SECCION #2		
Vol	1,71	m3
D	0,11	m
Vel	0,6	m2/seg
$H = d + \frac{1,5 v^2}{2g}$		
	1,2	
	1,8	
	0,091743119	
	0,201743119	Altura mínima del pozo
Vtotal	1,8	m3

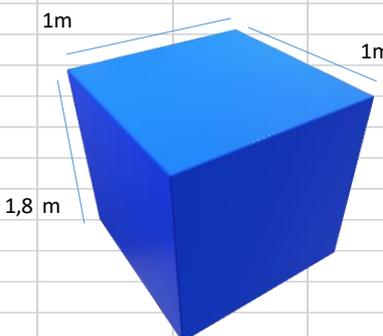


Tabla 15. Diseño de Cámara de Llegada, correspondiente a la Sección #2.

Fuente: Elaboración Propia

CAMARA DE BOMBEO 2 (ZONA 2)		
Longitud línea de conducción	242	m
Tiempo de retención	5	min
Caudal	0,002	m3
D	0,25	m
Volumen	0,6	m3
Area minima	1,25	m2
Sumergencia	0,725	m
Altura coladera (hc)	0,38	m
Distancia fondo-coladera (hf)	0,375	m
		mayor que 0,25m
Nmx	77	
Nmn	76	
B.L	0,2	
Altura de pozo	2,68	m
Area de pozo	0,2238806	m2
		Area requerida

CAMARA DE SALIDA
2,68

Tabla 16. Diseño de Cámara de Salida, correspondiente a la Sección #3.

Fuente: Elaboración Propia

BOMBA #2									
W= Q * Ht * D *g									
	ρ	1000,0000	kg/m3						
	Velocidad	0,7100	m/s			PERDIDAS EN LA TUBERIA IMPULSION DEL POZO AL ESTANQUE			
	g	9,8000				Li=	242,0000	m	
	k	4,6500				Di=	0,0600	m	
	Ht	51,2278	ALTURA DINAMICA			Ji =	0,0092	m/m	
	Hs	1,0000				Vi = Q/A	0,7144	m/s	ok
	Hs	47,0000				V2/2g =	0,5104		
	HL	2,2278				hfi = J*L =	2,2278	m	
	Hacc	1,0000							
	W	102,4556							
	0,7 eficiencia	1,9259	2 bombas de 2HP			CON LINEA DE CONDUCCION DE 110MM			

Tabla 17. Diseño de Bomba #2, correspondiente a la cámara de salida de la Sección #3

Fuente: Elaboración Propia

Usando la Ecuación de Bernoulli, se procedió a dimensionar la cámara de llegada, usando un diámetro de 110mm y velocidad de 0,71m/s, datos obtenidos en el diseño de la bomba.

CAMARA DE LLEGADA, SECCION #2									
	Vol	0,6	m3						
	D	0,11	m						
	Vel	0,71	m2/seg						
	$H = d + \frac{1,5 v^2}{2g}$								
		1,42							
		2,13							
		0,108562691							
H=		0,218562691	Altura mínima del pozo						
	Vtotal	1,4	m3						

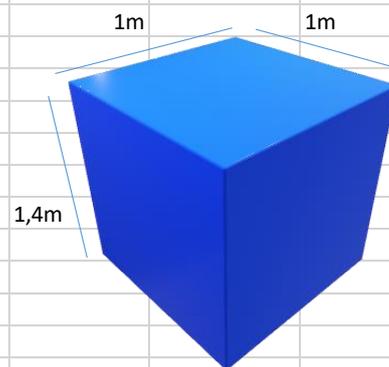


Tabla 18. Diseño de Cámara de Llegada, correspondiente a la Sección #2.

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3 Diseño de Diámetros de Tuberías

	Pozos de Análisis		Longitud	Caudal de Diseño	Cota de terreno inicial	Cota de terreno final	Pendiente de Diseño (S)	D interno elegido	S mínima	Espesor	Q/Qo	Condición	v	Condición	Condición	τ	Condición	d	E
			m	m ³ /s			m/m	m	m/m	m		Q/Qo<=0,85	m/s	Vmín >= 0,45 m/s	Vmáx <= 5 m/s	N/m ²	τ >= 1,2 N/m ²	m	m
RED PRINCIPAL 1	2	4	38,40	0,0017	79	74	0,12	0,16	0,003	0,0075	0,03	OK	1,40	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	5,40	τ está OK	0,02	0,12
	4	6	50,78	0,0020	74	71	0,08	0,16	0,003	0,0075	0,04	OK	1,24	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	3,20	τ está OK	0,02	0,10
	6	9	30,78	0,0018	71	57	0,45	0,16	0,003	0,0075	0,02	OK	2,42	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	4,80	τ está OK	0,02	0,31
	9	11	29,43	0,0017	57	45	0,4	0,16	0,003	0,0075	0,01	OK	1,84	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	1,90	τ está OK	0,01	0,18
	11	13	36,20	0,0017	45	40	0,14	0,25	0,002	0,015	0,01	OK	1,47	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	3,40	τ está OK	0,02	0,13
	13	15	35,21	0,0018	40	37	0,1	0,25	0,002	0,015	0,01	OK	1,24	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	2,10	τ está OK	0,02	0,10
	15	16	67,93	0,0018	37	38	0,02	0,30	0,002	0,0175	0,01	OK	0,63	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	6,80	τ está OK	0,02	0,04
	16	17	70,24	0,0019	38	38	0,01	0,30	0,002	0,0175	0,02	OK	0,55	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	1,86	τ está OK	0,03	0,05
	17	18	49,60	0,0019	38	30	0,15	0,30	0,002	0,0175	0,01	OK	1,71	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	2,40	τ está OK	0,02	0,17
	18	19	36,13	0,0019	30	24	0,15	0,30	0,002	0,0175	0,01	OK	1,71	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	3,10	τ está OK	0,02	0,17
	19	20	29,59	0,0020	24	21	0,15	0,30	0,002	0,0175	0,01	OK	1,71	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	3,64	τ está OK	0,02	0,17
	20	22	35,71	0,0020	21	20	0,05	0,30	0,002	0,0175	0,01	OK	0,99	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	6,75	τ está OK	0,02	0,07
	22	23	36,83	0,0022	20	19	0,05	0,30	0,002	0,0175	0,01	OK	0,99	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	6,75	τ está OK	0,02	0,07
23	24	78,46	0,0028	19	18	0,02	0,30	0,002	0,0175	0,02	OK	0,77	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	3,72	τ está OK	0,03	0,06	
RED PRINCIPAL 2	73	72	31,12	0,0017	67	55	0,4	0,16	0,003	0,0075	0,01	OK	1,84	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	4,20	τ está OK	0,01	0,18
	72	71	34,71	0,0017	55	49	0,2	0,16	0,003	0,0075	0,02	OK	1,61	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	2,70	τ está OK	0,02	0,15
	71	70	32,32	0,0018	49	48	0,05	0,30	0,002	0,0175	0,01	OK	0,99	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	3,80	τ está OK	0,02	0,07
	70	69	32,37	0,0020	48	47	0,05	0,30	0,002	0,0175	0,01	OK	0,99	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	2,70	τ está OK	0,02	0,07
	69	68	35,71	0,0022	47	47	0,05	0,30	0,002	0,0175	0,01	OK	0,99	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	1,90	τ está OK	0,02	0,07
	68	61	104,45	0,0024	47	39	0,09	0,30	0,002	0,0175	0,01	OK	1,33	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	2,64	τ está OK	0,02	0,11
	61	60	30,10	0,0026	39	40	0,02	0,30	0,002	0,0175	0,02	OK	0,77	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	3,72	τ está OK	0,03	0,06
	60	59	59,91	0,0036	40	40	0,02	0,30	0,002	0,0175	0,03	OK	0,87	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	4,41	τ está OK	0,04	0,07
	59	39	55,12	0,0036	40	40	0,02	0,30	0,002	0,0175	0,03	OK	0,87	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	4,41	τ está OK	0,04	0,07
	39	38	71,96	0,0041	40	40	0,02	0,30	0,002	0,0175	0,03	OK	0,87	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	4,41	τ está OK	0,04	0,07
	38	37	55,35	0,0041	40	39	0,02	0,30	0,002	0,0175	0,03	OK	0,87	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	4,41	τ está OK	0,04	0,07
	37	36	84,81	0,0041	39	26	0,15	0,30	0,002	0,0175	0,01	OK	1,71	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	4,23	τ está OK	0,02	0,17
	36	35	56,93	0,0043	26	23	0,05	0,30	0,002	0,0175	0,02	OK	1,22	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	3,70	τ está OK	0,03	0,11
35	24	51,76	0,0043	23	19	0,08	0,30	0,002	0,0175	0,02	OK	1,55	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	3,40	τ está OK	0,03	0,15	
	24	D	10,00	0,0057	19	15	0,35	0,30	0,002	0,0175	0,01	OK	2,62	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	6,10	τ está OK	0,02	0,37

Tabla 19. Diseño de Diámetros de la Sección #1, con verificación de cumplimiento de normas.

Fuente: Elaboración Propia

	Pozos de Análisis		H	Número de Froude (NF)	Cota Terreno		Cota Corona		Cota Lamina de Agua		Cota de Invert		Cota de Energía		Profundidad a Corona	
					Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
R E D P R I N C I P A L 1	2	4	0,013	3,91	79	74	78,00	73,39	77,85	73,24	77,83	73,22	77,95	73,34	1,00	0,61
	4	6	0,015	3,24	74	71	73,00	68,94	72,85	68,79	72,83	68,77	72,93	68,87	1,00	2,06
	6	9	0,011	7,41	71	57	70,00	56,15	69,85	56,00	69,83	55,98	70,15	56,29	1,00	0,85
	9	11	0,008	6,69	57	45	56,00	44,23	55,84	44,07	55,83	44,06	56,02	44,24	1,00	0,77
	11	13	0,012	4,26	45	40	44,00	38,93	43,75	38,68	43,74	38,67	43,86	38,79	1,00	1,07
	13	15	0,012	3,60	40	37	39,00	35,48	38,75	35,23	38,74	35,21	38,83	35,31	1,00	1,52
	15	16	0,014	1,66	37	38	36,00	34,64	35,70	34,35	35,68	34,32	35,72	34,37	1,00	3,36
	16	17	0,020	1,23	38	38	36,00	35,30	35,71	35,01	35,68	34,98	35,73	35,03	2,00	2,70
	17	18	0,014	4,55	38	30	37,00	29,56	36,70	29,26	36,68	29,24	36,85	29,41	1,00	0,44
	18	19	0,014	4,55	30	24	29,00	23,58	28,70	23,28	28,68	23,26	28,85	23,43	1,00	0,42
	19	20	0,014	4,55	24	21	23,00	18,56	22,70	18,27	22,68	18,24	22,85	18,41	1,00	2,44
	20	22	0,014	2,63	21	20	20,00	18,21	19,70	17,92	19,68	17,90	19,75	17,97	1,00	1,79
	22	23	0,014	2,63	20	19	19,00	17,16	18,70	16,86	18,68	16,84	18,75	16,91	1,00	1,84
23	24	0,020	1,73	19	18	18,00	16,43	17,71	16,14	17,68	16,11	17,74	16,17	1,00	1,57	
R E D P R I N C I P A L 2	73	72	0,008	6,69	67	55	66,00	53,55	65,84	53,40	65,83	53,38	66,02	53,57	1,00	1,45
	72	71	0,011	4,94	55	49	54,00	47,06	53,85	46,91	53,83	46,89	53,98	47,04	1,00	1,94
	71	70	0,014	2,63	49	48	48,00	46,38	47,70	46,09	47,68	46,07	47,75	46,14	1,00	1,62
	70	69	0,014	2,63	48	47	47,00	45,38	46,70	45,09	46,68	45,06	46,75	45,14	1,00	1,62
	69	68	0,014	2,63	47	47	46,00	44,21	45,70	43,92	45,68	43,90	45,75	43,97	1,00	2,79
	68	61	0,014	3,52	47	39	46,70	37,30	46,40	37,00	46,38	36,98	46,49	37,09	0,30	1,70
	61	60	0,020	1,73	39	40	38,00	37,40	37,71	37,11	37,68	37,08	37,74	37,14	1,00	2,60
	60	59	0,024	1,77	40	40	38,50	37,30	38,22	37,02	38,18	36,98	38,26	37,06	1,50	2,70
	59	39	0,024	1,77	40	40	38,00	36,90	37,72	36,62	37,68	36,58	37,76	36,65	2,00	3,10
	39	38	0,024	1,77	40	40	38,00	36,56	37,72	36,28	37,68	36,24	37,76	36,32	2,00	3,44
	38	37	0,024	1,77	40	39	37,50	36,39	37,22	36,11	37,18	36,08	37,26	36,15	2,50	2,61
	37	36	0,014	4,55	39	26	38,00	25,28	37,70	24,98	37,68	24,96	37,85	25,13	1,00	0,72
	36	35	0,020	2,74	26	23	25,00	22,15	24,71	21,87	24,68	21,84	24,79	21,94	1,00	0,85
35	24	0,020	3,47	23	19	22,00	17,86	21,71	17,57	21,68	17,54	21,83	17,69	1,00	1,14	
24	D	0,014	6,95	19	15	18,00	14,50	17,70	14,20	17,68	14,18	18,05	14,55	1,00	0,50	

Tabla 20. Cálculo de cotas, detalles de pozos y zanjas de sección #1.

Fuente: Elaboración Propia

Pozos de Análisis		Longitud	Cota de terreno inicial	Cota de terreno final	Pendiente de Diseño (S)	D interno elegido	S mínima	Espesor	Q/Qo	Condición	H/D	Condición	v	Condición	Condición	τ	Condición	d	E
		m	m	m	m/m	m	m/m	m		OK	m/m		m/s	$V_{\min} \geq 0.45 \text{ m/s}$	$V_{\max} \leq 5 \text{ m/s}$	N/m ²	$\tau > 1.2 \text{ N/m}^2$	m	m
80	82	31,02	90	86,00	0,1	0,30	0,002	0,0175	0,01	OK	0,048	D está OK	1,39857	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	2,70	τ está OK	0,02	0,12
82	84	37,72	86	79,00	0,04	0,30	0,002	0,0175	0,01	OK	0,048	D está OK	0,88453	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	3,70	τ está OK	0,02	0,06
84	86	51,49	79	74,00	0,1	0,30	0,002	0,0175	0,01	OK	0,048	D está OK	1,39857	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	2,80	τ está OK	0,02	0,12
86	89	73,82	74	74,00	0,05	0,30	0,002	0,0175	0,01	OK	0,048	D está OK	0,98894	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	6,75	τ está OK	0,02	0,07
89	90	59,61	74	68,00	0,1	0,30	0,002	0,0175	0,01	OK	0,048	D está OK	1,39857	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	2,70	τ está OK	0,02	0,12
90	105	41,05	68	68,00	0,02	0,30	0,002	0,0175	0,02	OK	0,068	D está OK	0,77418	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	3,72	τ está OK	0,03	0,06
105	106	43,49	68	68,00	0,02	0,30	0,002	0,0175	0,02	OK	0,068	D está OK	0,77418	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	3,72	τ está OK	0,03	0,06
106	107	44,12	68	59,00	0,17	0,30	0,002	0,0175	0,01	OK	0,048	D está OK	1,82351	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	3,40	τ está OK	0,02	0,19
107	108	47,50	59	55,00	0,1	0,30	0,002	0,0175	0,01	OK	0,048	D está OK	1,39857	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	2,40	τ está OK	0,02	0,12
108	109	53,42	55	47,00	0,13	0,30	0,002	0,0175	0,01	OK	0,048	D está OK	1,59461	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	8,70	τ está OK	0,02	0,15
109	114	71,89	47	46,00	0,006	0,30	0,002	0,0175	0,09	OK	0,142	D está OK	0,65781	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	2,16	τ está OK	0,06	0,08
114	115	32,54	46	43,00	0,1	0,30	0,002	0,0175	0,02	OK	0,068	D está OK	1,73112	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	2,70	τ está OK	0,03	0,18
115	118	33,74	43	39,00	0,15	0,30	0,002	0,0175	0,02	OK	0,068	D está OK	2,12018	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	4,70	τ está OK	0,03	0,26
118	121	27,99	39	39,00	0,005	0,30	0,002	0,0175	0,12	OK	0,165	D está OK	0,65384	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	2,04	τ está OK	0,07	0,09
121	126	39,71	39	28,00	0,26	0,30	0,002	0,0175	0,02	OK	0,068	D está OK	2,79135	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	8,50	τ está OK	0,03	0,43
126	127	72,30	28	26,00	0,02	0,30	0,002	0,0175	0,06	OK	0,115	D está OK	1,06715	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	6,02	τ está OK	0,05	0,11
127	128	39,19	26	25,00	0,02	0,30	0,002	0,0175	0,06	OK	0,115	D está OK	1,06715	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	6,02	τ está OK	0,05	0,11
128	129	34,96	25	23,00	0,08	0,30	0,002	0,0175	0,03	OK	0,081	D está OK	1,73454	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	3,40	τ está OK	0,04	0,19
129	130	39,15	23	22,00	0,02	0,30	0,002	0,0175	0,07	OK	0,125	D está OK	1,11603	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	6,44	τ está OK	0,05	0,12
130	139	33,14	22	22,00	0,02	0,30	0,002	0,0175	0,13	OK	0,173	D está OK	1,33774	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	8,45	τ está OK	0,07	0,16
139	206	45,84	22	21,00	0,005	0,30	0,002	0,0175	0,26	OK	0,255	D está OK	0,81377	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	2,83	τ está OK	0,10	0,14
206	205	36,14	22	24,00	0,005	0,30	0,002	0,0175	0,26	OK	0,255	D está OK	0,81377	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	2,83	τ está OK	0,10	0,14
205	204	42,57	24	22,00	0,01	0,30	0,002	0,0175	0,18	OK	0,206	D está OK	1,03778	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	4,85	τ está OK	0,09	0,14
204	203	39,77	22	21,00	0,02	0,30	0,002	0,0175	0,13	OK	0,173	D está OK	1,33774	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	8,45	τ está OK	0,07	0,16
203	202	36,11	21	20,00	0,01	0,30	0,002	0,0175	0,19	OK	0,213	D está OK	1,05382	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	4,97	τ está OK	0,09	0,15
202	D	12,00	21	20,00	0,15	0,30	0,002	0,0175	0,05	OK	0,106	D está OK	2,77329	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	41,73	τ está OK	0,05	0,44

Tabla 21. Diseño de Diámetros de la Sección #2, con verificación de cumplimiento de normas.

Fuente: Elaboración Propia

	Pozos de Análisis		H	Número de Froude (NF)	Cota Terreno		Cota Corona		Cota Lamina de Agua		Cota de Invert		Cota de Energía	
					Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
RED PRINCIPAL	80	82	0,014	3,7	90,0	86,0	88,9	85,8	88,6	85,5	88,6	85,5	88,7	85,6
	82	84	0,014	2,3	86,0	79,0	82,5	78,5	78,1	78,5	77,4	78,4	78,2	78,4
	84	86	0,014	3,7	79,0	74,0	78,5	73,4	78,2	73,0	78,2	73,0	78,3	73,1
	86	89	0,014	2,6	74,0	74,0	73,4	69,7	73,0	69,3	73,0	69,3	73,1	69,4
	89	90	0,014	3,7	74,0	68,0	69,7	63,7	69,3	63,4	69,3	63,4	69,4	63,5
	90	105	0,020	1,7	68,0	68,0	63,7	62,9	63,4	62,6	63,4	62,6	63,4	62,6
	105	106	0,050	0,3	68,0	68,0	62,9	62,9	62,6	62,5	62,6	62,5	62,6	62,5
	106	107	0,014	4,8	68,0	59,0	62,9	55,4	62,5	55,0	62,5	55,0	62,7	55,2
	107	108	0,014	3,7	59,0	55,0	55,4	50,6	55,0	50,3	55,0	50,3	55,1	50,4
	108	109	0,014	4,2	55,0	47,0	50,6	43,7	50,3	43,3	50,3	43,3	50,4	43,5
	109	114	0,043	1,0	47,0	46,0	43,7	43,2	43,3	42,9	43,3	42,9	43,4	42,9
	114	115	0,020	3,9	46,0	43,0	43,2	40,0	42,9	39,7	42,9	39,7	43,1	39,8
	115	118	0,020	4,7	43,0	39,0	40,0	34,9	39,7	34,6	39,7	34,6	39,9	34,8
	118	121	0,050	0,9	39,0	39,0	34,9	34,8	34,6	34,5	34,6	34,5	34,6	34,5
	121	126	0,020	6,3	39,0	28,0	34,8	24,5	34,5	24,1	34,5	24,1	34,9	24,5
	126	127	0,035	1,8	28,0	26,0	24,5	23,0	24,1	22,7	24,1	22,7	24,2	22,7
	127	128	0,035	1,8	26,0	25,0	23,0	22,2	22,7	21,9	22,7	21,9	22,7	22,0
	128	129	0,024	3,5	25,0	23,0	22,2	19,4	21,9	19,1	21,9	19,1	22,1	19,3
	129	130	0,037	1,8	23,0	22,0	19,4	18,6	19,1	18,3	19,1	18,3	19,2	18,4
	130	139	0,052	1,9	22,0	22,0	18,6	18,0	18,3	17,7	18,3	17,7	18,4	17,8
139	206	0,077	0,9	22,0	21,0	18,0	17,7	17,7	17,4	17,7	17,4	17,7	17,5	
206	205	0,077	0,9	22,0	24,0	17,7	17,6	17,4	17,3	17,4	17,3	17,5	17,3	
205	204	0,062	1,3	24,0	22,0	17,6	17,1	17,3	16,8	17,3	16,8	17,3	16,9	
204	203	0,052	1,9	22,0	21,0	17,1	16,3	16,8	16,0	16,8	16,0	16,9	16,1	
203	202	0,064	1,3	21,0	20,0	16,3	16,0	16,0	15,7	16,0	15,7	16,1	15,7	
202	D	0,032	5,0	21,0	20,0	16,0	14,2	15,7	13,9	15,7	13,9	16,1	14,3	

Tabla 22 . Cálculo de cotas, detalles de pozos y zanjas de sección #2.

Fuente: Elaboración Propia.

	Pozos de Análisis		Longitud	Caudal de Diseño	Cota de terreno inicial	Cota de terreno final	Pendiente de Diseño (S)	D interno elegido	S mínima	Espesor	Q/Qo	Condición	H/D	Condición	v	Condición	Condición	τ	Condición	d	E
			m	m ³ /s		m/m	m	m/m	m	m		Q/Qo<=0.85	m/m	H/D<= 0.85	m/s	Vmin >= 0.45 m/s	Vmáx <= 5 m/s	N/m ²	τ >=1.2 N/m ²	m	m
R E D . P R I N	234	235	46,22	0,0017	99	93	0,15	0,25	0,002	0,015	0,01	OK	0,048	D está OK	1,51685	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	3,40	τ está OK	0,02	0,14
	235	236	34,74	0,0017	93	88	0,2	0,25	0,002	0,015	0,01	OK	0,048	D está OK	1,75151	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	4,80	τ está OK	0,02	0,17
	236	237	29,57	0,0019	88	84	0,2	0,25	0,002	0,015	0,01	OK	0,048	D está OK	1,75151	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	2,80	τ está OK	0,02	0,17
	237	D	10,00	0,0020	84	80	0,4	0,25	0,002	0,015	0,01	OK	0,048	D está OK	2,47700	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	2,70	τ está OK	0,02	0,33

Tabla 23. Diseño de Diámetros de la Sección #3, con verificación de cumplimiento de normas.

Fuente: Elaboración Propia

	Pozos de Análisis		H	Número de Froude (NF)	Cota Terreno		Cota Corona		Cota Lamina de Agua		Cota de Invert		Cota de Energía	
					Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
R E D . P R I N	234	235	0,012	4,41	99	93	98,00	91,067	97,753	90,820	97,735	90,802	97,870	90,937
	235	236	0,012	5,09	93	88	92,00	85,052	91,753	84,805	91,735	84,787	91,909	84,961
	236	237	0,012	5,09	88	84	87,00	81,086	86,753	80,839	86,735	80,821	86,909	80,995
	237	D	0,012	7,20	84	80	83,00	79,000	82,753	78,753	82,735	78,735	83,066	79,066

Tabla 24. Cálculo de cotas, detalles de pozos y zanjas de sección #3.

Fuente: Elaboración Propia

4.2.4 Diseño de Cámara de Llegada Final de Red

CAMARA DE LLEGADA, SECCION #2			
	Vol	17,7245886	m3
	D	0,3	m
	Vel	1,4	m2/seg
	$H = d + \frac{1,5 v^2}{2g}$		
		2,8	
		4,2	
		0,214067278	
H=		0,514067278	Altura mínima del pozo
	Vtotal	18,75	m3

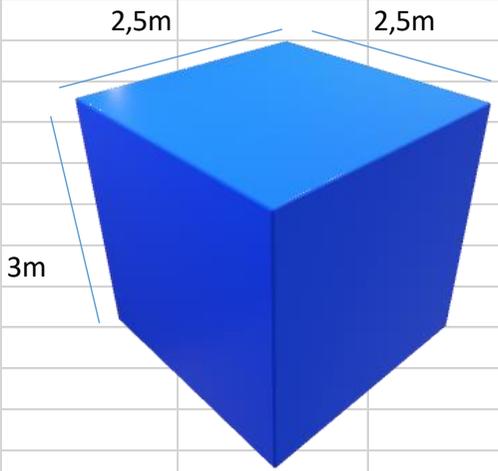


Tabla 25. Diseño de Cámara de Llegada, correspondiente a la Sección #3.

Fuente: Elaboración Propia

4.2.5 Traslado de Aguas Residuales a Planta de tratamiento

En conversaciones mantenidas, con técnicos de Interagua, se ha indicado que según su planificación está dispuesto trasladar las aguas residuales de la Cooperativa San Francisco II hacia la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Mi Lote", ubicada a 4 Km aproximadamente desde el punto de la Cámara de Llegada de la sección #2, tal cual se muestra en la siguiente figura:



Figura 23. Línea de Conducción de Aguas Residuales hacia Planta de Tratamiento.

Fuente: Elaboración Propia

4.2.6 Modelación del Sistema mediante SewerCAD

Para realizar la modelación en este sistema, se necito usar los datos obtenidos en tablas y análisis anteriores, tales como:

- Caudales de aportación en cada pozo.
- Cotas de terreno.
- Longitudes de tuberías
- Diámetro de tuberías

Label	Section Type	Diameter (m)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
TUBERIA1	Cirde	0,10	1,68	2,28
TUBERIA 2	Cirde	0,10	3,36	3,16
TUBERIA3	Cirde	0,10	5,04	2,87
TUBERIA4	Cirde	0,25	6,73	2,25
TUBERIA5	Cirde	0,25	8,87	2,60
TUBERIA6	Cirde	0,30	10,62	2,52
TUBERIA7	Cirde	0,40	12,28	0,84
TUBERIA8	Cirde	0,40	13,94	3,40
TUBERIA9	Cirde	0,40	15,59	3,16
TUBERIA10	Cirde	0,40	17,25	3,99
TUBERIA11	Cirde	0,40	23,01	2,78
TUBERIA12	Cirde	0,40	24,84	2,81
TUBERIA13	Cirde	0,40	26,58	4,13
TUBERIA14	Cirde	0,50	28,49	2,82
TUBERIA15	Cirde	0,50	30,18	5,48
TUBERIA16	Cirde	0,50	32,03	2,84
TUBERIA17	Cirde	0,50	33,71	2,86
TUBERIA18	Cirde	0,50	35,40	2,87
TUBERIA19	Cirde	0,50	37,67	2,89
TUBERIA20	Cirde	0,50	47,16	2,95
TUBERIA21	Cirde	0,50	48,84	2,96
TUBERIA22	Cirde	0,50	50,53	2,98
TUBERIA23	Cirde	0,50	52,22	1,74
TUBERIA24	Cirde	0,50	53,91	2,92
TUBERIA25	Cirde	0,50	55,60	3,00
TUBERIA26	Cirde	0,50	59,04	1,47

Tabla 26 . Diseño de diámetro de línea principal, modelado en software SewerCAD.

Fuente: Elaboración Propia

Comparando los resultados obtenidos en SewerCad se pudo evidenciar que existía un error en el modelado en la hoja de Excel; se habían utilizado diámetros mayores desde el inicio de la tubería y según el software no existía la necesidad, una vez identificado el error, se procedió a realizar los cambios necesarios, obteniendo los resultados mostrados a continuación:

Pozos de Análisis	Longitud	Caudal de Diseño	Pendiente de Diseño (S)	D interno elegido	Q/Qo	Condición	H/D	Condición	v	Condición	Condición	τ	Condición	d	E	
	m	m ³ /s	m/m	m		Q/Qo<=0.85	m/m	H/D <= 0.85	m/s	Vmín >= 0.45 m/s	Vmáx <= 5 m/s	N/m ²	τ >= 1.2 N/m ²	m	m	
80	82	31,02	0,0017	0,1	0,16	0,03	OK	0,081	D está OK	1,27538	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	2,70	τ está OK	0,02	0,10
82	84	37,72	0,0034	0,04	0,16	0,09	OK	0,142	D está OK	1,11700	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	3,70	τ está OK	0,03	0,10
84	86	51,49	0,0051	0,1	0,16	0,09	OK	0,142	D está OK	1,76613	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	2,80	τ está OK	0,03	0,19
86	89	73,82	0,0068	0,05	0,25	0,05	OK	0,106	D está OK	1,41790	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	11,59	τ está OK	0,04	0,14
89	90	59,61	0,0089	0,1	0,25	0,05	OK	0,106	D está OK	2,00522	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	2,70	τ está OK	0,04	0,24
90	105	41,05	0,0107	0,02	0,30	0,08	OK	0,133	D está OK	1,16037	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	6,82	τ está OK	0,06	0,13
105	106	43,49	0,0123	0,02	0,40	0,04	OK	0,094	D está OK	1,14474	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	6,69	τ está OK	0,05	0,12
106	107	44,12	0,0140	0,17	0,40	0,02	OK	0,068	D está OK	2,73429	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	3,40	τ está OK	0,04	0,42
107	108	47,50	0,0156	0,1	0,40	0,02	OK	0,068	D está OK	2,09711	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	2,40	τ está OK	0,04	0,26
108	109	53,42	0,0173	0,13	0,40	0,02	OK	0,068	D está OK	2,39107	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	8,70	τ está OK	0,04	0,33
109	114	71,89	0,0231	0,006	0,40	0,14	OK	0,180	D está OK	0,90654	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	3,49	τ está OK	0,10	0,14
114	115	32,54	0,0249	0,1	0,40	0,04	OK	0,094	D está OK	2,55972	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	2,70	τ está OK	0,05	0,39
115	118	33,74	0,0266	0,15	0,50	0,02	OK	0,068	D está OK	2,98039	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	4,70	τ está OK	0,05	0,50
118	121	27,99	0,0285	0,005	0,50	0,11	OK	0,158	D está OK	0,89680	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	3,28	τ está OK	0,11	0,15
121	126	39,71	0,0302	0,26	0,50	0,02	OK	0,068	D está OK	3,92386	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	8,50	τ está OK	0,05	0,83
126	127	72,30	0,0321	0,02	0,50	0,06	OK	0,115	D está OK	1,50011	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	10,03	τ está OK	0,08	0,20
127	128	39,19	0,0337	0,02	0,50	0,06	OK	0,115	D está OK	1,50011	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	10,03	τ está OK	0,08	0,20
128	129	34,96	0,0354	0,08	0,50	0,03	OK	0,081	D está OK	2,43828	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	3,40	τ está OK	0,06	0,36
129	130	39,15	0,0377	0,02	0,50	0,07	OK	0,125	D está OK	1,56883	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	10,73	τ está OK	0,09	0,22
130	139	33,14	0,0472	0,02	0,50	0,09	OK	0,142	D está OK	1,68826	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	11,98	τ está OK	0,10	0,25
139	206	45,84	0,0489	0,005	0,50	0,18	OK	0,206	D está OK	1,03155	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	4,04	τ está OK	0,14	0,20
206	205	36,14	0,0506	0,005	0,50	0,19	OK	0,213	D está OK	1,04750	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	4,14	τ está OK	0,15	0,20
205	204	42,57	0,0523	0,01	0,50	0,14	OK	0,180	D está OK	1,35806	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	7,27	τ está OK	0,13	0,22
204	203	39,77	0,0539	0,02	0,50	0,10	OK	0,150	D está OK	1,74097	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	12,54	τ está OK	0,11	0,26
203	202	36,11	0,0556	0,01	0,50	0,15	OK	0,186	D está OK	1,38503	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	7,48	τ está OK	0,13	0,23
202	D	12,00	0,0591	0,15	0,50	0,04	OK	0,094	D está OK	3,63784	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	62,69	τ está OK	0,07	0,74

Tabla 27. Diseño de diámetros de tubería, realizado los cambios.

Fuente: Elaboración Propia

Según el análisis realizado, es predecible que puedan existir errores en Excel debido a la magnitud de los tramos de tuberías, mientras mayor sean las longitudes, es mas complicado llevar un orden claro entre los datos y es muy fácil que exista algún tipo de confusión o error al momento de ingresar fórmulas.

4.2.7 Comparación entre datos de Excel y SewerCAD

Al realizar los arreglos en Hoja de Excel se puede notar que los resultados de la modelación son similares, lo que indica que el modelado está correcto.

		DIAMETRO (m)		CAUDAL (m ³ /s)		VELOCIDAD (m/s)	
		EXCEL	SEWERCAD	EXCEL	SEWERCAD	EXCEL	SEWERCAD
80	82	0,16	0,10	0,00168	0,00168	1,28	2,28
82	84	0,16	0,10	0,00342	0,00336	1,12	3,16
84	86	0,16	0,10	0,00510	0,00504	1,77	2,87
86	89	0,25	0,25	0,00678	0,00673	1,42	2,25
89	90	0,25	0,25	0,00892	0,00887	2,01	2,6
90	105	0,30	0,30	0,01067	0,01062	1,16	2,52
105	106	0,40	0,40	0,01233	0,01228	1,14	0,84
106	107	0,40	0,40	0,01399	0,01394	2,73	3,4
107	108	0,40	0,40	0,01564	0,01559	2,10	3,16
108	109	0,40	0,40	0,01730	0,01725	2,39	3,99
109	114	0,40	0,40	0,02306	0,02301	0,91	2,78
114	115	0,40	0,40	0,02489	0,02484	2,56	2,81
115	118	0,50	0,50	0,02663	0,02658	2,98	4,13
118	121	0,50	0,50	0,02854	0,02849	0,90	2,82
121	126	0,50	0,50	0,03022	0,03018	3,92	5,48
126	127	0,50	0,50	0,03207	0,03203	1,50	2,84
127	128	0,50	0,50	0,03375	0,03371	1,50	2,86
128	129	0,50	0,50	0,03544	0,03540	2,44	2,87
129	130	0,50	0,50	0,03771	0,03767	1,57	2,89
130	139	0,50	0,50	0,04719	0,04716	1,69	2,95
139	206	0,50	0,50	0,04888	0,04884	1,03	2,96
206	205	0,50	0,50	0,05057	0,05053	1,05	2,98
205	204	0,50	0,50	0,05226	0,05222	1,36	1,74
204	203	0,50	0,50	0,05395	0,05391	1,74	2,92
203	202	0,50	0,50	0,05564	0,05560	1,39	3
202	D	0,50	0,50	0,05908	0,05904	3,64	1,47

Tabla 28. Comparación de resultados entre Softwares

Fuente: Elaboración Propia

4.3 Presupuesto General

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA COOP. SAN FRANCISCO II					
Fecha: 03/09/2022		Elaborado: Autor			
Ubicación: Km 17 Vía Daule					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
RED DE AA.SS					
AS-01	EXCAVACIÓN ZANJA A MÁQUINA, h=0-2.50 m, EN CONGLOMERADO, SNF INCLUYE DESALOJO	M3	8412,15	\$ 21,17	\$ 178.085,22
AS-02	EXCAVACIÓN ZANJA A MÁQUINA, h=2.51-4.50 m, EN CONGLOMERADO, SNF INCLUYE DESALOJO	M3	4875,61	\$ 3,41	\$ 16.625,83
AS-03	ENTIBADO DE MADERA DOS USOS	M2	648,45	\$ 17,37	\$ 11.263,58
AS-04	EXCAVACION DE ZANJA PARA TUBERIA	M3	13218,58	\$ 3,40	\$ 44.943,17
AS-05	SUM.INST. TUBERIA ALCANT. PVC D=160mm	ML	4414	\$ 11,03	\$ 48.686,42
AS-06	SUM.INST. TUBERIA ALCANT. PVC D= 250mm	ML	4648,5	\$ 17,85	\$ 82.975,73
AS-07	SUM.INST. TUBERIA ALCANT. PVC D= 300mm	M	1126,33	\$ 25,48	\$ 28.698,89
AS-08	PRUEBAS HIDROSTÁTICAS EN LA RED DE ALCANTARILLADO	M	11015,5	\$ 1,45	\$ 15.972,48
AS-09	SUM.INST. TUBERIA ALCANT. PVC D= 400mm	M	292,96	\$ 28,41	\$ 8.322,99
AS-10	SUM.INST. TUBERIA ALCANT. PVC D= 500mm	M	532,61	\$ 32,15	\$ 17.123,41
AS-11	RASANTEO DE ZANJA MANUAL	M2	648,5	\$ 0,48	\$ 311,28
AS-12	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN	M3	598	\$ 5,18	\$ 3.097,64
AS-13	RELLENO CON MATERIAL DE MEJORAMIENTO (COMPACTADOR)	M3	427,5	\$ 22,50	\$ 9.618,75
AS-14	REPLANTEO Y NIVELACION CON APARATOS	M	1500	\$ 527,13	\$ 790.695,00
AS-15	ROTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO ASFÁLTICO E=3" (CORTE A MÁQUINA DE PAVIMENTACIÓN)	M2	412	\$ 10,51	\$ 4.330,12
					\$ 1.260.750,50
CONSTRUCCION DE CAMARAS					
CA-01	POZO DE HORMIGÓN ARMADO	U	226	\$ 266,85	\$ 60.308,10
CA-02	DESALOJO DE MATERIAL	M3	145	\$ 3,41	\$ 494,45
CA-03	EXCAVACION A MAQUINA EN TIERRA	M3	250	\$ 3,40	\$ 850,00
CA-04	HORMIGON SIMPLE FC=210 KG/CM2	M3	55	\$ 166,45	\$ 9.154,75
CA-05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN	M3	65	\$ 5,18	\$ 336,70
CA-06	RELLENO CON MATERIAL DE MEJORAMIENTO (COMPACTADOR)	M3	48	\$ 22,50	\$ 1.080,00
CA-07	HORMIGON S. fc=140 kg/cm2 EN REPLANTILLOS	M2	42	\$ 153,48	\$ 6.446,16
CA-08	TAPA CON CERCO HF	U	226	\$ 202,24	\$ 45.706,24
					\$ 124.376,40
LINEA DE IMPULSION					
IM-01	VALVULA COMPUERTA	U	3	\$ 731,58	\$ 2.194,74
IM-02	EXCAVACION A MAQUINA EN TIERRA	M3	369	\$ 5,88	\$ 2.169,72
IM-03	ROTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO ASFÁLTICO E=3" (CORTE A MÁQUINA DE PAVIMENTACIÓN)	M3	87	\$ 10,51	\$ 914,37
IM-04	VALVULA DE PURGA DE 200MM	U	2	\$ 1.405,26	\$ 2.810,52
IM-05	REPLANTEO Y NIVELACION CON APARATOS	M	302,24	\$ 527,13	\$ 159.319,77
IM-06	DESALOJO DE MATERIAL	M3	38,5	\$ 3,41	\$ 131,29
IM-07	CAJA DE VALVULAS	U	4	\$ 224,46	\$ 897,84
IM-08	ANCLAJE DE HS	U	5	\$ 49,27	\$ 246,35
IM-09	PROVISION E INSTALACION TUB.PVC ELASTOMERICA 300MMX0.63MPA	M	302,45	\$ 65,48	\$ 19.804,43
IM-10	CONEXION A CAMARA DE LLEGADA	GBL	1	\$ 59,83	\$ 59,83
IM-11	COLCHON DE ARENA FINA	M3	32,91	\$ 21,17	\$ 696,70
IM-12	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	297,5	\$ 4,72	\$ 1.404,20
					\$ 190.649,76
SISTEMA ELÉCTRICO Z					
SE-01	BOMBA SUMERGIBLE 4HP INC. ACCESORIOS	U	2	\$ 487,56	\$ 975,12
SE-02	CONDUCTOR DE ALUMINIO DESNUDO CABLEADO ACSR #2	M	150	\$ 3,49	\$ 523,50
SE-03	ACOMETIDA DE BAJA TENSIÓN (2(3X No. 1/0 THHN) + 1X1 /0CU. DESN.) EB1	U	1	\$ 802,32	\$ 802,32
SE-04	ACOMETIDA DE MEDIA TENSION EB1	U	1	\$ 4.953,29	\$ 4.953,29
SE-05	CONDUCTOR DE ALUMINIO DESNUDO CABLEADO ACSR #1/0	M	150	\$ 4,55	\$ 682,50
SE-06	LUMINARIA TIPO COBRA 150W 220V BRAZO 1M ALUMBRADO PÚBLICO CON FOTOCELDA	U	1	\$ 321,65	\$ 321,65
SE-07	LUMINARIA FLUORESCENTE 2X32 W TIPO ABIERTA	U	5	\$ 60,48	\$ 302,40
SE-08	PUNTO DE TOMACORRIENTE DOBLE NORMAL POLARIZADO A 120 V	PTO	3	\$ 85,80	\$ 257,40
SE-09	POSTE CIRCULAR DE HORMIGON ARAMADO DE 12M 500KG	U	5	\$ 347,17	\$ 1.735,85
SE-10	ESTRUCTURA EST-3CP	U	3	\$ 316,10	\$ 948,30
SE-11	ESTRUCTURA EST-3VR	U	2	\$ 484,09	\$ 968,18
SE-12	ESTRUCTURA TAT-OTS	U	2	\$ 113,24	\$ 226,48
SE-13	MEDIDOR DE POTENCIA	U	1	\$ 448,40	\$ 448,40
SE-14	BASE PARA MEDIDOR	U	1	\$ 237,48	\$ 237,48
SE-15	BANCO DE CAPACITORES	U	1	\$ 1.375,20	\$ 1.375,20
SE-16	PUESTA A TIERRA (VARILLA CON CONECTOR,CU) TRANSFORMADORES	U	1	\$ 2.086,16	\$ 2.086,16
SE-17	TRANSFORMADOR TIPO PADMOUNTED DE 100 KVA TRIFASICO 256/440	U	1	\$14.470,56	\$ 14.470,56
SE-18	TRANSFORMADOR SECO REDUCTOR DE VOLTAJE TRIFASICO DE 5KVA 440/256 A 127/240	U	1	\$ 4.188,45	\$ 4.188,45
SE-19	TABLERO AUTOMATIZADO DE CONTROL CON BOYAS DE NIVEL	U	1	\$ 5.239,48	\$ 5.239,48
SE-20	TABLERO PRINCIPAL	U	1	\$ 1.119,45	\$ 1.119,45
					\$ 41.862,17
RUBROS AMBIENTALES Y DE SEGURIDAD					
AM-01	ALQUILER DE TANQUERO PARA ASPERSIÓN DE AGUA.	VIAJ	20	\$ 79,28	\$ 1.585,60
AM-02	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL BÁSICO	U	50	\$ 50,40	\$ 2.520,00
AM-03	CHARLAS A TRABAJADORES.	U	5	\$ 68,66	\$ 343,30
AM-04	LETRINAS PORTÁTILES.	MES	6	\$ 720,00	\$ 4.320,00
AM-05	REUNIÓN DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA.	U	4	\$ 447,50	\$ 1.790,00
AM-06	SEÑALES AMBIENTALES Y DE SEGURIDAD.	U	10	\$ 71,53	\$ 715,30
					\$ 11.274,20
TOTAL (\$)					\$ 1.628.913,02

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Para el trazado más óptimo de la red de alcantarillado, se procedió a revisar el plano topográfico y comparar los sitios críticos en el plano con las visitas a estos sitios; del cual se pudo establecer tres áreas específicas de drenaje. Además, se identificó la necesidad de colocar dos estaciones de bombeo.
- Una vez realizado el trazado de la red de alcantarillado se determinaron y definieron los parámetros técnicos de diseño de acuerdo a la Normativa de INTERAGUA y la Norma Técnica de Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario de SENAGUA (2014)/ CPE:INEN:1992.
- En tercera instancia se procedió a modelar el Sistema de Alcantarillado Sanitario con los parámetros de diseño escogidos utilizando la hoja electrónica Excel, la misma que presentó durante la modelación una serie de dificultades, debido a su complejidad (226 Cámaras y 11015.5 Km de tubería). Se verificó el cumplimiento de todos los parámetros técnicos exigidos de acuerdo a la Normativa Ecuatoriana.
- Posteriormente, se procedió (con la ayuda de la empresa del Ingeniero Jorge Rada) a ingresar los datos en el Software SewerCad, para el efecto se ingresaron los mismos datos y parámetros de diseño utilizados para la primera modelación (Excel). Los resultados fueron muy similares una vez detectado algunos errores en la modelación de la hoja electrónica.
- Se puede concluir que la modelación a través del Software SewerCad ofrece una serie de ventajas relacionadas con la exactitud de los resultados y la optimización del tiempo de ejecución del diseño, lo que se traduce en una reducción del costo y tiempo del especialista calificado.
- Finalmente, el presupuesto general del proyecto es \$1´628.913,02 + IVA.

Recomendaciones

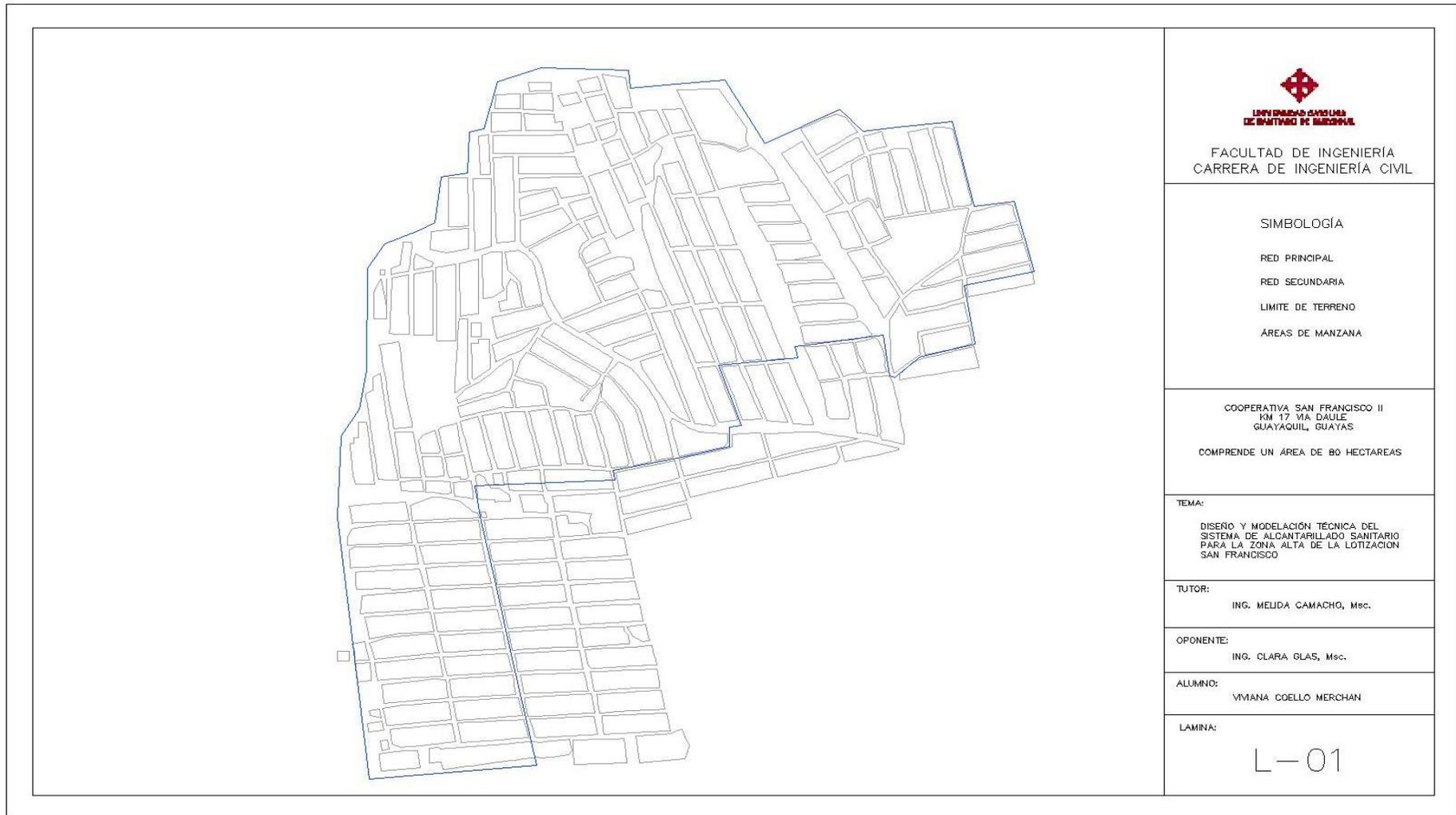
- Se recomienda que el presente trabajo de investigación sea entregado a la Empresa Municipal de Agua Potable (EMAPAG), ya que puede servir como base para la ejecución del Plan de Alcantarillado Sanitario de la Cooperativa San Francisco, con el fin de mejorar la calidad de vida y evitar posibles afectaciones a la salud.
- Además, es importante que se realice la segunda fase del diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario, dado que el presente trabajo incluye el diseño de las partes altas de la lotización San Francisco (70 ha) de un total de 134 ha aproximadamente.
- Finalmente se recomienda elaborar un trabajo de investigación que incluya el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas para la Coop. San Francisco II.

Bibliografía

- ACUEDUCTO. (AGOSTO de 2022). Obtenido de SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE BOGOTA:
https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/ambiente/saneamiento/buen-uso-del-sistema-de-alcantarillado/!ut/p/z0/fYxBCslwEEWvkk3WM1Za6IIEFRdCFkKbTZm2QaLTpG0S8fhGD-Duv8fngYYGtK0XvVO03hFbnXVVeQAmxqLa30sd6hUobYKb-dTiXAB_f-QC_axLHoPevAumneEZvZrJHZr9zMu
- Amagua, & Gruconsa. (Febrero de 2020). INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA LA DISTRIBUCIÓN POR BOMBEO PARA COOPERATIVA SAN FRANCISCO FASE II. *Criterios de Diseño Hidráulico*. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- AREACIENCIAS. (Agosto de 2022). Obtenido de Aguas Residuales Servidas y Grises:
<https://www.areaciencias.com/ecologia/aguas-residuales-servidas-grises/>
- Bombas Ideal. (12 de Febrero de 2014). *Datos técnicos de hidráulica*. Obtenido de Bombas:
<https://es.slideshare.net/rat2746/libro-hidraulicad160712bombas>
- Cualla, R. A. (1995). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- EMAPAG. (Agosto de 2018). *Normas de Diseño para Sistemas de Alcantarillado*. Obtenido de Introducción, Definiciones y Referenciación: <https://www.emapag-ep.gob.ec/emapag/>
- FUNDACION ECOMAR. (30 de AGOSTO de 2022). Obtenido de ECOMAR:
<https://fundacionecomar.org/que-son-las-aguas-residuales/>
- GYE, G. (Abril de 2021). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Canton Guayaquil*. Obtenido de Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil:
<https://www.guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/Documentos/PDN/2021-07-27%20Borrador-PDOT-GYE.pdf>
- lagua. (30 de AGOSTO de 2022). Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/javier-navarro/efecto-tragico-lluvias-comunidades-falta-planificaci%C3%B3n-II>
- INTERAGUA. (2015). *Manual de diseño de redes de alcantarillado*. Guayaquil.
- INTERAGUA. (12 de Marzo de 2015). *Normas técnicas de diseño*. Obtenido de Estaciones de bombeo - Alcantarillado Sanitario y Pluvial:
https://www.interagua.com.ec/sites/default/files/ntd-ia-001_estaciones_de_bombeo_alcantarillado_sanitario_y_pluvial_v-004_-cnc_1.pdf
- López, R. (2003). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados (2da Edición)*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Marquez, M. (2020). UCSG. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/browse?type=author&value=M%C3%A1rquez+Mart%C3%ADnez%2C+Miguel+Josue>
- McGhee, T. J. (1999). *Abastecimiento de agua y alcantarillado*. Bogotá: Nomos S.A.

- Monroy, G. (Octubre de 2014). *Problemáticas de los Sistemas de Alcantarillado*. Obtenido de https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/MONROY%202014.%20Problema%C3%A1tica%20de%20los%20sistemas%20de%20alcantar.PDF
- MSU. (Junio de 2014). *Michigan State University*. Obtenido de Diferencias entre el sistema de alcantarillados : <http://msu-water.msu.edu/wp-content/uploads/2014/06/Storm-vs.pdf>
- Pulido, S. (2020). *Origen y Clasificación de las Aguas Residuales*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/ptaruniminuto/origen-y-caracteristicas-de-las-aguas-residuales>
- SENAGUA. (Abril de 2014). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES*. Obtenido de Normas técnicas: https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_urbana_para_estudios_y_disenos.pdf
- SIAPA. (Febrero de 2014). *Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado*. Obtenido de CRITERIOS Y LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA FACTIBILIDADES - ALCANTARILLADO SANITARIO: https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_3._alcantarillado_sanitario.pdf

5 ANEXOS





FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

SIMBOLOGÍA

RED PRINCIPAL

RED SECUNDARIA

LIMITE DE TERRENO

ÁREAS DE MANZANA

COOPERATIVA SAN FRANCISCO II
KM 17 MA DAULE
GUAYAQUIL, GUAYAS

COMPRENDE UN ÁREA DE 80 HECTAREAS

TEMA:

DISEÑO Y MODELACIÓN TÉCNICA DEL
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
PARA LA ZONA ALTA DE LA LOTIZACION
SAN FRANCISCO

TUTOR:

ING. MELIDA CAMACHO, Msc.

OPONENTE:

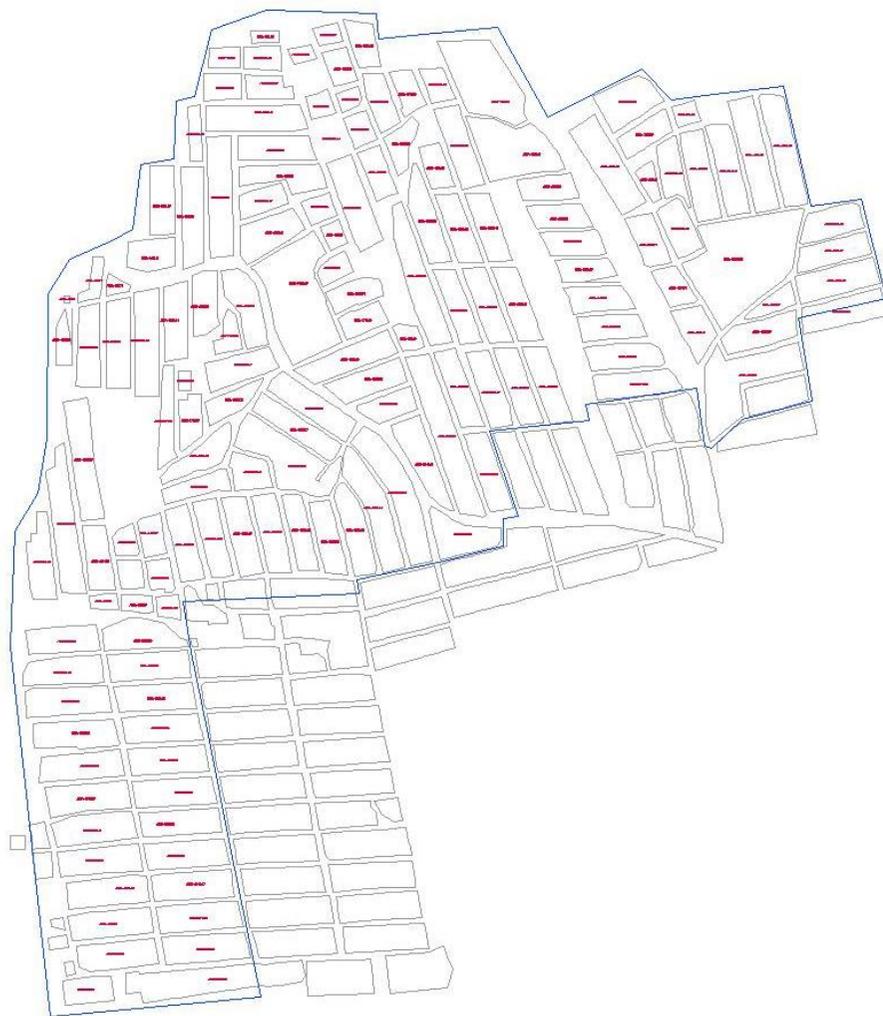
ING. CLARA GLAS, Msc.

ALUMNO:

YVIANA COELLO MERCHAN

LAMINA:

L-02



UNIVERSIDAD CIVILISTA
DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

SIMBOLOGÍA

RED PRINCIPAL

RED SECUNDARIA

LIMITE DE TERRENO

ÁREAS DE MANZANA

COOPERATIVA SAN FRANCISCO II
KM 17 VÍA DAULE
GUAYAQUIL, GUAYAS

COMPRENDE UN ÁREA DE 80 HECTÁREAS

TEMA:

DISEÑO Y MODELACIÓN TÉCNICA DEL
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
PARA LA ZONA ALTA DE LA LOTIZACIÓN
SAN FRANCISCO

TUTOR:

ING. MELIDA CAMACHO, Msc.

OPONENTE:

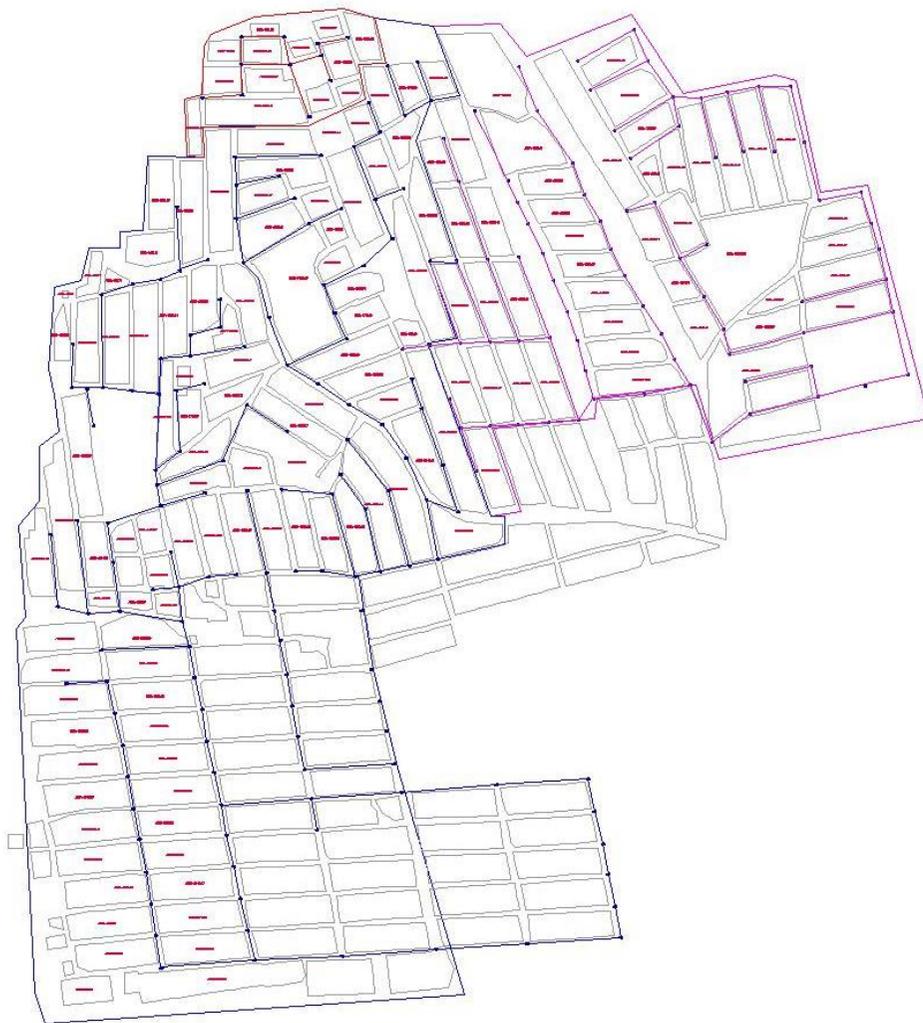
ING. CLARA GLAS, Msc.

ALUMNO:

YMANA COELLO MERCHAN

LAMINA:

L-03



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

SIMBOLOGÍA

RED PRINCIPAL

RED SECUNDARIA

LIMITE DE TERRENO

ÁREAS DE MANZANA

COOPERATIVA SAN FRANCISCO II
KM 17 VÍA DAULE
GUAYAQUIL, GUAYAS

COMPRENDE UN ÁREA DE 80 HECTÁREAS

TEMA:

DISEÑO Y MODELACIÓN TÉCNICA DEL
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
PARA LA ZONA ALTA DE LA LOTIZACIÓN
SAN FRANCISCO

TUTOR:

ING. MELIDA CAMACHO, Msc.

OPONENTE:

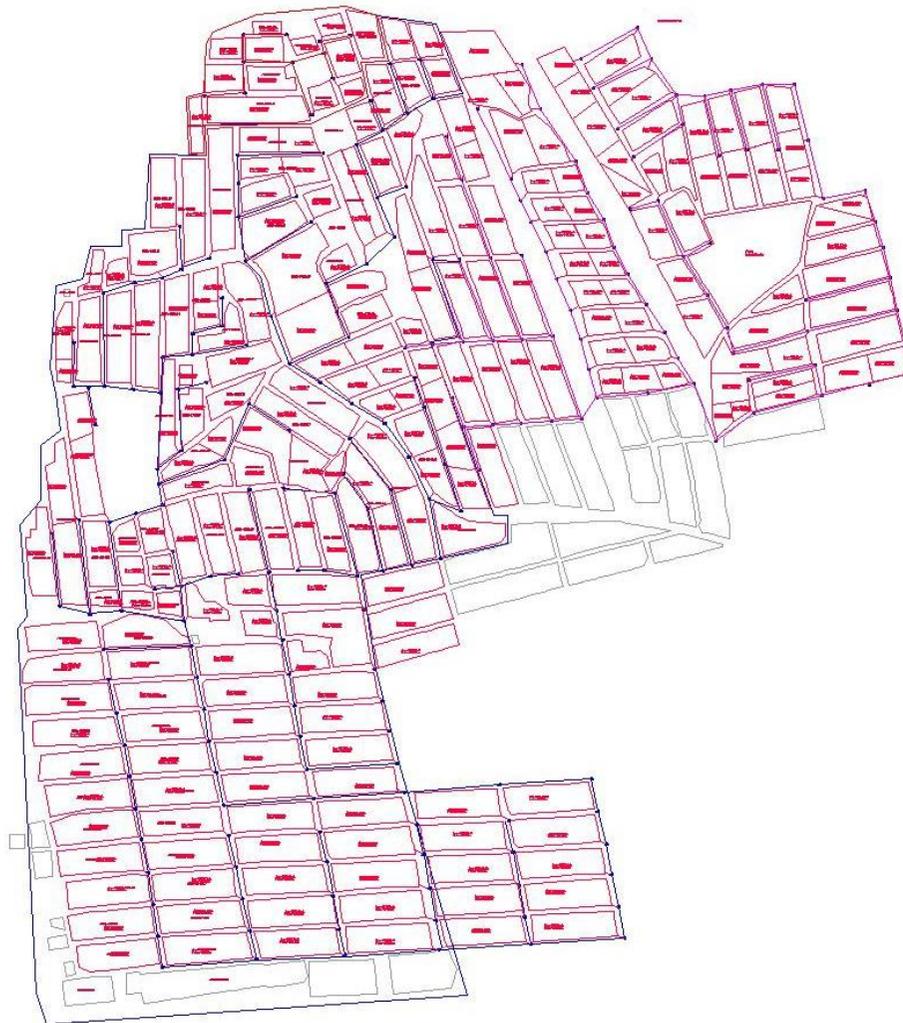
ING. CLARA GLAS, Msc.

ALUMNO:

YVIANA COELLO MERCHAN

LAMINA:

L-04



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

SIMBOLOGÍA

RED PRINCIPAL

RED SECUNDARIA

LIMITE DE TERRENO

ÁREAS DE MANZANA

COOPERATIVA SAN FRANCISCO II
KM 17 MA DAULE
GUAYAQUIL, GUAYAS

COMPRENDE UN ÁREA DE 80 HECTAREAS

TEMA:

DISEÑO Y MODELACIÓN TÉCNICA DEL
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
PARA LA ZONA ALTA DE LA LOTIZACIÓN
SAN FRANCISCO

TUTOR:

ING. MELIDA CAMACHO, Msc.

OPONENTE:

ING. CLARA GLAS, Msc.

ALUMNO:

VIVIANA COELLO MERCHAN

LAMINA:

L-05



FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

SIMBOLOGÍA

RED PRINCIPAL

RED SECUNDARIA

LIMITE DE TERRENO

ÁREAS DE MANZANA

COOPERATIVA SAN FRANCISCO II
KM 17 MA DAULE
GUAYAQUIL, GUAYAS

COMPRENDE UN ÁREA DE 80 HECTAREAS

TEMA:

DISEÑO Y MODELACIÓN TÉCNICA DEL
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
PARA LA ZONA ALTA DE LA LOTIZACION
SAN FRANCISCO

TUTOR:

ING. MELIDA CAMACHO, Msc.

OPONENTE:

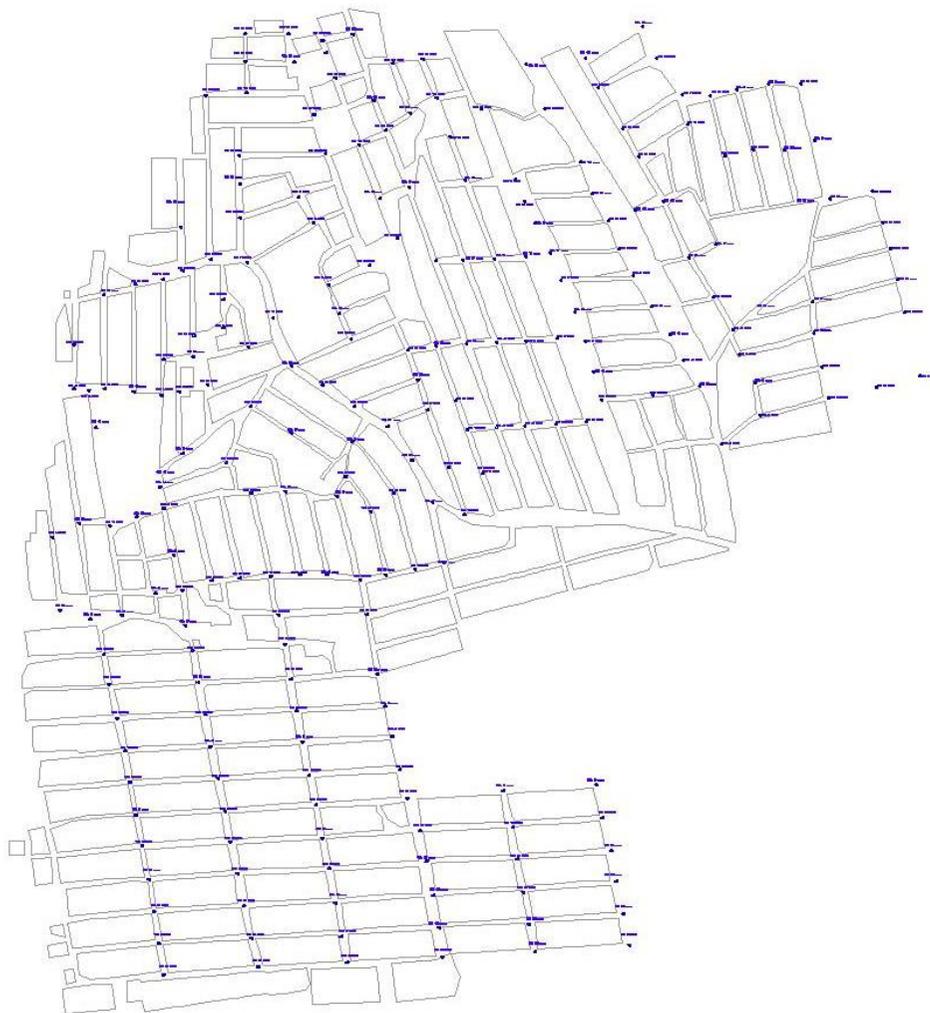
ING. CLARA GLAS, Msc.

ALUMNO:

YVIANA COELLO MERCHAN

LAMINA:

L-06



UNIVERSIDAD CATOLICA
DE SANTO DOMINGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

SIMBOLOGÍA

- RED PRINCIPAL
- RED SECUNDARIA
- LIMITE DE TERRENO
- ÁREAS DE MANZANA

COOPERATIVA SAN FRANCISCO II
KM 17 VÍA DAULE
GUAYAQUIL, GUAYAS
COMPRENDE UN ÁREA DE 80 HECTAREAS

TEMA:
DISEÑO Y MODELACIÓN TÉCNICA DEL
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
PARA LA ZONA ALTA DE LA LOTIZACION
SAN FRANCISCO

TUTOR:
ING. MELIDA CAMACHO, Msc.

OPONENTE:
ING. CLARA GLAS, Msc.

ALUMNO:
VIVIANA COELLO MERCHAN

LAMINA:
L-07



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Coello Merchán, Viviana Alexandra** con C.C: # **0930764618** autora del trabajo de titulación: **Diseño y Modelación técnica del Sistema de Alcantarillado Sanitario para la zona alta de la Lotización San Francisco, perteneciente al cantón Guayaquil, ubicado en el km 16,5 vía Daule de la Provincia del Guayas**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Civil** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 19 de septiembre de 2022

Coello Merchán, Viviana Alexandra

C.C: 0930764618



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Diseño y Modelación técnica del Sistema de Alcantarillado Sanitario para la zona alta de la Lotización San Francisco, perteneciente al cantón Guayaquil, ubicado en el km 16,5 vía Daule de la Provincia del Guayas		
AUTOR(ES)	Coello Merchán, Viviana Alexandra		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Camacho Monar, Melida Alexandra M.Sc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Ingeniería		
CARRERA:	Ingeniería Civil		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniera Civil		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	19 de septiembre de 2022	No. DE PÁGINAS:	64
ÁREAS TEMÁTICAS:	Alcantarillado Sanitario		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Alcantarillado, Colectores, Interagua, Senagua, Bombeo, Aguas Servidas.		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>Un Sistema de Alcantarillado Sanitario, es una obra de Ingeniería que se encarga de mejorar la calidad de vida de la población, ya que, al recolectar aguas servidas dañinas para la salud, evita así la propagación de enfermedades.</p> <p>El presente proyecto cuenta con un Diseño de una Red de Sistema de Alcantarillado para la Cooperativa San Francisco II, alrededor de 9000 personas son quienes no cuentan con un sistema de recolección de aguas servidas, y en visitas técnicas se pudo constatar como aguas negras recorren las calles.</p> <p>En primer lugar, se procedió a realizar el análisis topográfico del sector, para así poder establecer la correcta ubicación de las tuberías y colectores; también se realizó el diseño de tres cámaras de llegada de agua y dos estaciones de bombeo, debido a los desniveles presentados. El diseño se efectuó en base a las Normas establecidas por SENAGUA e INTERAGUA, entes reguladores en la ciudad de Guayaquil.</p> <p>Se realizó una comparación entre los datos obtenidos en dos Softwares usados, y adicional se presenta un presupuesto aproximado de la obra de ingeniería.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593990157743	E-mail: coello.viviana@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Ing. Clara Glas Cevallos, M.Sc.		
	Teléfono: +593-0984616792		
	E-mail: clara.glas@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			