



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE  
DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**TEMA**

**“PROPUESTA SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
BARRIO 24 DE MAYO DEL CANTÓN ISIDRO AYORA MEDIANTE EL  
SOFTWARE SEWERCAD”**

**TUTOR**

**MGTR. MAZZINI MORÁN JAZMÍN DEL ROCÍO**

**AUTORES**

**EDISON ENRIQUE ROMERO CANDELARIO**

**JOEL FREDERICK ZANGA POTES**

**GUAYAQUIL**

**AÑO 2024**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TESIS		
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b> Propuesta Sistema de Alcantarillado sanitario del barrio 24 de mayo del Cantón Isidro Ayora mediante el software SewerCAD		
<b>AUTOR/ES:</b> Edison Enrique Romero Candelario Joel Frederick Zanga Potes	<b>TUTOR:</b> Mgrtr. Jazmín del Rocío Mazzini Morán	
<b>INSTITUCIÓN:</b> <b>Universidad Laica Vicente Rocafructe de Guayaquil</b>	<b>Grado obtenido:</b> Tercer nivel: Ingeniero Civil	
<b>FACULTAD:</b> FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCION	<b>CARRERA:</b> INGENIERIA CIVIL	
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b> 2024	<b>N. DE PÁGS:</b> 98	
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> Arquitectura y Construcción		
<b>PALABRAS CLAVE:</b> Alcantarillado sanitario, infraestructura, drenaje.		
<b>RESUMEN:</b> El proyecto de investigación se basa en el mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario en el barrio 24 de mayo, Cantón Isidro Ayora, Ecuador. Adopta un enfoque cuantitativo en la ingeniería civil, destacando su importancia para garantizar la precisión y objetividad necesarias en proyectos de infraestructura. El diseño de investigación implica una metodología cuantitativa que incluye observación, encuestas, estudio de caso y experimentación. El alcance de la investigación es descriptivo, buscando proporcionar una comprensión detallada de las condiciones actuales del sistema de alcantarillado. La recolección de datos se realizará mediante técnicas como observación de campo, encuestas a residentes y entrevistas con expertos en sistemas de alcantarillado. Se utilizarán herramientas como cintas métricas, dispositivos GPS y software estadístico avanzado para obtener mediciones precisas y realizar análisis rigurosos. La población de estudio se limita al barrio 24 de mayo, considerando tanto a los residentes como a la infraestructura asociada. Las estrategias de muestreo incluyen casos típicos y críticos, cuotas para representar diferentes segmentos de la población, participación de expertos en alcantarillado, y muestreo de conveniencia. La investigación busca no solo proporcionar una base para el rediseño del sistema de alcantarillado utilizando SewerCAD, sino también generar información valiosa para futuras investigaciones.		
<b>N. DE REGISTRO (en base de datos):</b>	<b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (Web):</b>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<b>SI</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> <input type="checkbox"/>
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b> Romero Candelario Edison Enrique. Zanga Potes Joel Frederick	<b>Teléfono:</b> 0989705783 0988665454	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:eromero@ulvr.edu.ec">eromero@ulvr.edu.ec</a> <a href="mailto:jzangapulvr.edu.ec">jzangapulvr.edu.ec</a>

**CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:**

PhD Marcial Calero Amores (Decano)

**Teléfono:** (04) 2596500 **Ext.** 241**E-mail:** mcaleroa@ulvr.edu.ecMgr. Eliana Noemi Contreras Jordán  
(Director de Carrera)**Teléfono:** (04) 2596500 **Ext.** 242**E-mail:** econtrerasj@ulvr.edu.ec

## CERTIFICADO DE SIMILITUD

### Tesis Zanga

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>3%</b>	<b>4%</b>	<b>3%</b>	<b>1%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.unesum.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.uta.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>dspace.ups.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>



Generado electrónicamente por:  
JAZMIN DEL  
ROCIO MAZZINI  
MORAN

Excluir citas      Activo      Excluir coincidencias < 1%  
Excluir bibliografía      Activo

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados Edison Enrique Romero Candelario y Joel Frederick Zanga Potes, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, **“Propuesta Sistema de Alcantarillado sanitario del barrio 24 de mayo del Cantón Isidro Ayora mediante el software SewerCAD”**, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor(es)



Firma:

EDISON ENRIQUE ROMERO CANDELARIO

C.I. 0919807719



Firma:

JOEL FREDERICK ZANGA POTES

C.I.0927356105

## CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación **Propuesta Sistema de Alcantarillado sanitario del barrio 24 de mayo del Cantón Isidro Ayora mediante el software SewerCAD**, designada por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, industria y construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

### CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: **Propuesta Sistema de Alcantarillado sanitario del barrio 24 de mayo del Cantón Isidro Ayora mediante el software SewerCAD**, presentado por los estudiantes Edison Enrique Romero Candelario y Joel Frederick Zanga Potes como requisito previo, para optar al Título de Ingeniería civil, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



Mgtr. Jazmín del Rocío Mazzini Moran

C.C. 0930097704

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, cuyo apoyo constante y sacrificios han sido la fuerza impulsora detrás de la culminación de este proyecto. Su aliento inquebrantable y creencia en mí han sido mi mayor motivación.

**Att. Joel Zanga Potes**

Agradezco a mis queridos padres por su inagotable esfuerzo por brindarme una educación de calidad, han sido el pilar fundamental de mi formación personal y profesional. Gracias por su infinito amor y por estar siempre presentes en mi vida. Su ejemplo de vida me ha guiado en el camino correcto y me ha convertido en la persona que soy hoy.

Mi más profundo agradecimiento a mis hijas, Noa Alejandra y Aleska que han sido la mayor inspiración en todo este proceso. Sus sonrisas, abrazos y amor incondicional me llenan de energía y me motivan a seguir adelante.

Le agradezco de todo corazón a mi esposa que siempre estuvo dándome su apoyo desde el inicio de mi carrera universitaria.

**Edison Romero C.**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres y a las personas que contribuyeron en este gran reto. Su presencia y contribución han sido la luz que ha guiado este camino académico. Este logro es también suyo.

**Att. Joel Zanga Potes**

Dedico este trabajo de titulación a mis padres, es un pequeño homenaje a su amor incondicional, a su apoyo inquebrantable y a su constante sacrificio.

Noa y Aleska dedico esta tesis a ustedes, las luces que iluminan mi camino y la razón por la que me esfuerzo cada día. Su amor incondicional, sus sonrisas radiantes y su entusiasmo por la vida me han inspirado a perseguir mis sueños y alcanzar mis metas.

Una dedicatoria muy especial para mi esposa y mi hermana, este logro también es de Uds.

Con mucho cariño.

**Edison Romero C.**

## RESUMEN

El proyecto de investigación se basa en el mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario en el barrio 24 de mayo, Cantón Isidro Ayora, Ecuador. Adopta un enfoque cuantitativo en la ingeniería civil, destacando su importancia para garantizar la precisión y objetividad necesarias en proyectos de infraestructura. El diseño de investigación implica una metodología cuantitativa que incluye observación, encuestas, estudio de caso y experimentación. El alcance de la investigación es descriptivo, buscando proporcionar una comprensión detallada de las condiciones actuales del sistema de alcantarillado. La recolección de datos se ha realizado mediante técnicas como observación de campo, encuestas a residentes. Se ha utilizado herramientas como cintas métricas, dispositivos GPS y softwares avanzados para obtener mediciones precisas y realizar análisis rigurosos. La población de estudio se limita al barrio 24 de mayo. Las estrategias de muestreo incluyen casos típicos y críticos, cuotas para representar diferentes segmentos de la población, participación de expertos en alcantarillado, y muestreo aleatorio. La investigación busca no solo proporcionar una base para el rediseño del sistema de alcantarillado utilizando SewerCAD, sino también generar información valiosa para futuras investigaciones. En resumen, el proyecto aborda una necesidad vital en la planificación urbana, utilizando un enfoque cuantitativo y descriptivo para mejorar el sistema de alcantarillado, asegurando así la eficiencia y sostenibilidad de este.

**Palabras claves:** Alcantarillado sanitario, infraestructura, drenaje.

## ABSTRACT

The research project is based on the improvement of the sanitary sewage system in the 24 de Mayo neighborhood, Cantón Isidro Ayora, Ecuador. It adopts a quantitative approach in civil engineering, highlighting its importance in ensuring the precision and objectivity necessary in infrastructure projects. The research design involves a quantitative methodology that includes observation, surveys, case study and experimentation. The scope of the research is descriptive, seeking to provide a detailed understanding of the current conditions of the sewer system. Data collection has been carried out through techniques such as field observation, resident surveys. Tools such as tape measures, GPS devices and advanced software have been used to obtain precise measurements and perform rigorous analysis. The study population is limited to the 24 de Mayo neighborhood. Sampling strategies include typical and critical cases, quotas to represent different segments of the population, participation of sewer experts, and random sampling. The research seeks to not only provide a basis for sewer system redesign using SewerCAD, but also generate valuable information for future research. In summary, the project addresses a vital need in urban planning, using a quantitative and descriptive approach to improve the sewage system, thus ensuring its efficiency and sustainability.

**Keywords:** Sanitary sewer, infrastructure, drainage.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	3
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.1 Tema.....	3
1.2 Planteamiento del Problema .....	3
1.3 Formulación del Problema .....	6
1.4 Objetivo General .....	6
1.5 Objetivos Específicos .....	6
1.6 Idea a Defender .....	6
1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.....	7
CAPÍTULO II .....	8
MARCO REFERENCIAL .....	8
2.1 Marco Teórico .....	8
2.1.1 Introducción al Saneamiento Básico y Alcantarillado Sanitario .....	10
2.1.2 La debida evacuación de las aguas servidas .....	12
2.1.3 Desarrollo del Saneamiento en Ecuador .....	13
2.1.7 Tecnologías en el Diseño de Alcantarillado Sanitario .....	19
2.1.8 Aspectos Técnicos del Diseño de Alcantarillado .....	20
2.1.9 Consideraciones de Diseño Hidráulico .....	22
2.1.10 Cálculo de Caudales y Dimensionamiento de Redes .....	23
2.2 Marco Legal .....	26
Guía de Normas y Estándares Técnicos Aplicados a Agua y Saneamiento: .....	26
Agencia de Regulación y Control del Agua Resolución Nro. ARCA-DE-002- 2021:.....	26
2.2.1 Constitución de la Republica del Ecuador .....	27
2.2.2 Capítulo segundo: Biodiversidad y recursos naturales .....	28

2.2.3 Normas para el estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes .....	30
CAPÍTULO III .....	33
MARCO METODOLÓGICO .....	33
3.1 Enfoque de la investigación .....	33
3.2 Alcance de la investigación .....	33
3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos .....	34
3.4 Población y muestra.....	35
CAPÍTULO IV .....	36
PROPUESTA O INFORME .....	36
4.1 Presentación y análisis de resultados .....	36
Levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico del Barrio 24 de Mayo y alrededores .....	36
Delimitación geográfica del problema .....	37
4.1.1 Análisis de la población .....	38
InfoNEC .....	39
Población parcial .....	40
Población total .....	41
Caudales Totales.....	43
Tabla de parámetros.....	44
Novafort .....	44
Áreas de aportación.....	45
4.2 Análisis de resultados de encuestas .....	63
Número de personas .....	63
Encuesta aplicada .....	65
CONCLUSIONES.....	74
RECOMENDACIONES .....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	76
ANEXOS .....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. InfoNEC.....	39
Tabla 2. Población parcial .....	40
Tabla 3. Población Total.....	41
Tabla 4. Caudales. totales.....	43
Tabla 5. Tabla de parámetros .....	44
Tabla 6. Novafort.....	45
Tabla 7. Cámaras.....	48
Tabla 8. Descarga .....	48
Tabla 9. Tuberías .....	50
Tabla 10. Número de personas .....	63
Tabla 11. Situación actual .....	65
Tabla 12. Experimentación problemas .....	66
Tabla 13. Conocimientos.....	67
Tabla 14. Expectativa principal.....	68
Tabla 15. Preocupación .....	69
Tabla 16. Impacto ambiental .....	70
Tabla 17. Nuevo sistema.....	71
Tabla 18. Problemas .....	72
Tabla 19. Sistema de alcantarillado .....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de alcantarillado sanitario.....	10
Figura 2. Componentes principales de un sistema de alcantarillado.....	17
Figura 3. Software SewerCAD .....	19
Figura 4. Cantón Isidro Ayora, Barrio 24 de Mayo .....	37
Figura 5. Barrio 24 de Mayo .....	38
Figura 6. Población .....	39
Figura 7. Población parcial.....	41
Figura 8. Población total.....	42
Figura 9. Áreas de aportación .....	46
Figura 10. Red sanitaria .....	47
Figura 11. Red sanitaria principal.....	51
Figura 12. Red sanitaria secundaria 1.....	52
Figura 13. Red sanitaria secundaria 2.....	53
Figura 14. Red sanitaria secundaria 3.....	54
Figura 15. Red sanitaria MH1 - MH2.....	55
Figura 16. Red sanitaria MH2 - MH3.....	56
Figura 17. Red sanitaria MH3 - MH4.....	57
Figura 18. Red sanitaria MH4 - MH5.....	58
Figura 19. Red sanitaria MH5 – MH6.....	58
Figura 20. Red sanitaria MH6 - MH7.....	60
Figura 21. Red sanitaria MH7 - MH8.....	61
Figura 22. Red Sanitaria MH8 - O1 .....	62
Figura 23. Situación actual.....	64
Figura 24. Situación actual.....	65
Figura 25. Experimentación de problemas.....	66
Figura 26. Conocimientos.....	67
Figura 27. Expectativa principal .....	68
Figura 28. Preocupación .....	69
Figura 29. Impacto ambiental.....	70
Figura 30. Nuevo sistema .....	71
Figura 31. Problemas.....	72
Figura 32. Sistema de alcantarillado .....	73

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Zona de estudio.....	81
Anexo 2. Barrio 24 de mayo .....	81
Anexo 3. Entrevista a la comunidad .....	82
Anexo 4. Equipo de medición, GNSS RTK .....	82
Anexo 5. Ejecución recopilación de datos .....	83
Anexo 6. Ejecución recopilación de datos (2).....	83
Anexo 7. Herramienta de investigación. Dron Digital .....	84
Anexo 8. Barrio 24 de mayo desde Dron Digital.....	84

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el diseño y la aplicación de sistemas de saneamiento de aguas residuales representan un desafío para mejorar la calidad de vida, particularmente en áreas de crecimiento como el cantón Isidro Ayora. El presente estudio se enfoca en la propuesta de un sistema de alcantarillado sanitario para el barrio 24 de mayo del cantón Isidro Ayora, utilizando el software SewerCAD, una herramienta de ingeniería avanzada para la modelización y el diseño de redes de saneamiento.

El saneamiento básico y la gestión eficiente de los sistemas de alcantarillado sanitario son elementos esenciales para garantizar la salud pública y la calidad de vida de una comunidad. En este contexto, el presente trabajo de titulación se enfoca en la creación de una propuesta de sistema de alcantarillado sanitario para el barrio 24 de mayo en el cantón Isidro Ayora, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de sus habitantes y preservar el entorno natural.

La planificación y diseño de sistema de alcantarillado sanitario son procesos complejos que requieren un enfoque integral, considerando factores como la topografía, población, necesidades de tratar las aguas residuales y la sostenibilidad. Además, la utilización de software especializado se ha convertido en una práctica común en la ingeniería civil para optimizar el diseño y la gestión de estos sistemas.

En este contexto, se ha seleccionado el software SewerCAD como una herramienta fundamental para el desarrollo de esta propuesta. SewerCAD es ampliamente reconocido por los consultores de estudio, por su capacidad para modelar y simular sistemas de alcantarillado de manera precisa y eficiente, permitiendo la identificación de problemas potenciales, la optimización de diseños y la toma de decisiones informadas.

El Cantón Isidro Ayora, como muchas otras áreas urbanas en crecimiento, enfrenta desafíos significativos en términos de saneamiento básico y tratamiento de aguas residuales. Este proyecto busca abordar estos desafíos, proponiendo un sistema de alcantarillado sanitario que no solo cumpla con los estándares de

calidad y eficiencia, sino que también promueva la sostenibilidad y la protección del entorno natural. En el desarrollo de este trabajo de titulación, se abordarán aspectos relevantes relacionados con la planificación, diseño y evaluación del sistema de alcantarillado sanitario propuesto, utilizando SewerCAD como herramienta principal. Además, se considerarán aspectos económicos y ambientales para garantizar una solución integral y sostenible.

Este proyecto pretende mejorar las condiciones de vida en la comunidad del Cantón Isidro Ayora mediante la implementación de un sistema de alcantarillado sanitario eficiente y sostenible. Se ha empleado herramientas de vanguardia en ingeniería civil, siempre respetando los principios de protección del medio ambiente. La investigación no solo beneficiará directamente a la comunidad, sino que también contribuirá significativamente al campo de la ingeniería civil y al desarrollo urbano sostenible en la región. La solución propuesta no solo aborda las necesidades de saneamiento, sino que también establece un precedente para futuros proyectos de alcantarillado en contextos similares, enfatizando la importancia de la aplicación de tecnologías avanzadas en la planificación urbana.

## CAPÍTULO I

### DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Tema

Propuesta Sistema De Alcantarillado Sanitario Del Barrio 24 De mayo Del Cantón Isidro Ayora Mediante el Software SewerCAD.

#### 1.2 Planteamiento del Problema

El Cantón Isidro Ayora, ubicado en una región con un creciente desarrollo urbano, enfrenta retos significativos en términos de infraestructura y servicios básicos, particularmente en el saneamiento. El barrio 24 de mayo ha experimentado un rápido crecimiento poblacional y expansión urbana, lo que ha generado una presión creciente sobre las infraestructuras existentes, especialmente en lo que respecta al sistema de alcantarillado sanitario.

Actualmente, el barrio 24 de mayo carece de un sistema de alcantarillado sanitario, lo que ha llevado a una serie de problemas ambientales y de salud pública. La insuficiente capacidad de las infraestructuras existentes para manejar eficazmente las aguas servidas ha resultado en la contaminación de fuentes de agua locales, la propagación de enfermedades y un deterioro general en la calidad de vida de los habitantes. Además, la ausencia de un sistema de alcantarillado planificado y la falta de un diseño eficiente han exacerbado estos problemas, limitando el potencial de desarrollo sostenible del barrio 24 de mayo del cantón Isidro Ayora.

En el año 2020, alrededor del 54% de la población global, aproximadamente 4200 millones de personas, disponía de servicios de saneamiento gestionados de manera segura. Dentro de este porcentaje, el 34% (2600 millones de personas) utilizaba instalaciones privadas de saneamiento conectadas a sistemas de alcantarillado para el tratamiento de aguas residuales. Adicionalmente, el 20% (1600 millones de personas) empleaba inodoros o letrinas que aseguraban una eliminación segura de los desechos en el lugar. En resumen, aproximadamente el 78% de la población mundial, es decir, 6100

millones de personas, tenía acceso al menos a algún servicio básico de saneamiento.

"La situación de personas de bajos recursos en zonas urbanas plantea un desafío creciente, ya que estas personas viven cada vez más en ciudades donde los sistemas de alcantarillado son deficientes o inexistentes y donde escasean los aseos con inodoro y las instalaciones de eliminación de residuos." (Organización Mundial de la Salud, 21 03 2022). Las disparidades en el acceso se intensifican cuando las aguas residuales de los hogares y personas con mayores recursos económicos se descargan en desagües pluviales, cuerpos de agua o vertederos, generando contaminación en las áreas residenciales de aquellos con menos recursos.

"En todo el mundo, aproximadamente la mitad de las aguas residuales se vierten en ríos, lagos u océanos estando solo parcialmente tratadas o sin tratar." (Organización Mundial de la Salud, 21 03 2022).

En América Latina y el Caribe el 83% de la población utilizaba instalaciones de saneamiento mejoradas en 2015 pero 18 millones aún practicaban la defecación al aire libre. En siete países, más de un millón de personas practicaban la defecación al aire libre en 2015; las mayores cifras se registraban en Brasil, Colombia y Haití. (Organización Mundial de la Salud y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, 2016.)

Casi la mitad de la población rural de Bolivia practicaba la defecación al aire libre en 2015. (Organización Mundial de la Salud y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, «Desigualdades en materia de saneamiento y agua potable en América Latina y el Caribe, 2016.)

La falta de opciones factibles y acordes a las características socioeconómicas y técnicas del territorio en el diseño y cálculo de sistemas de alcantarillado puede tener múltiples consecuencias negativas. En primer lugar, puede resultar en sistemas ineficientes y poco efectivos para la adecuada gestión de las aguas residuales, lo cual puede generar problemas de contaminación y salud pública. Además, los sistemas de alcantarillado inadecuados pueden implicar altos costos de construcción y mantenimiento, lo

cual puede representar una carga financiera para las comunidades y limitar el acceso a servicios básicos.

En las parroquias rurales, para las aguas residuales generadas en las viviendas, todavía se utilizan los pozos sépticos. En la ciudad de Yaguachi, la gestión de aguas residuales se realiza mediante un sistema que abarca únicamente una porción del área urbana. Este sistema incorpora lagunas de oxidación para tratar las aguas servidas, ubicadas en las proximidades del río Yaguachi, fuera del límite urbano. La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) enfrenta desafíos significativos relacionados con el mantenimiento de su infraestructura e instalaciones, y prácticamente se encuentra en estado de abandono. Respecto a la ciudad de Yaguachi, el 54% de los hogares elimina sus aguas residuales a través de pozos sépticos, el 11% utiliza pozos ciegos, el 1% las descarga en ríos o quebradas, otro 1% recurre a letrinas, y el 9% opta por métodos de eliminación distintos. Únicamente el 24% de las viviendas está conectado al sistema de alcantarillado, que conduce hacia las lagunas de oxidación. (PEÑA 2018).

En este contexto, surge la necesidad crítica de diseñar un sistema de alcantarillado sanitario eficiente y sostenible que pueda satisfacer las necesidades actuales y futuras del barrio 24 de mayo del cantón Isidro Ayora. Este sistema debe ser capaz de manejar adecuadamente las aguas servidas, mitigar los impactos ambientales negativos y mejorar las condiciones de salud y bienestar de la comunidad. La utilización del software SewerCAD se presenta como una solución innovadora para este fin, permitiendo un diseño preciso y adaptado a las características específicas del barrio 24 de mayo del cantón Isidro Ayora.

Sin embargo, la implementación de un proyecto de esta magnitud conlleva desafíos significativos en términos de planificación, diseño y recursos. Por lo tanto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se puede diseñar un sistema de alcantarillado sanitario eficiente y sostenible para un barrio 24 de mayo del Cantón Isidro Ayora utilizando el software SewerCAD, que aborde eficazmente los problemas actuales y prepare al barrio para los desafíos futuros de crecimiento y desarrollo?

La respuesta a esta pregunta es fundamental para mejorar la infraestructura de saneamiento en el Cantón Isidro Ayora y para proporcionar un modelo replicable en otras comunidades con desafíos similares. La importancia de esta investigación reside en su capacidad para generar un impacto positivo en el bienestar de los residentes, en la conservación del entorno natural y en el impulso de un desarrollo urbano que promueva la sostenibilidad.

### **1.3 Formulación del Problema**

¿Cómo ayudará el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para el barrio 24 de mayo del Cantón Isidro Ayora utilizando el software SewerCAD, que aborde eficazmente los problemas actuales y prepare al sector para los desafíos futuros de crecimiento y desarrollo?

### **1.4 Objetivo General**

Desarrollar una propuesta para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario basado en el cumplimiento de los parámetros hidráulicos que exige la norma utilizando el software SewerCAD para el barrio 24 de mayo del Cantón Isidro Ayora con el propósito de garantizar una adecuada evacuación de aguas servidas.

### **1.5 Objetivos Específicos**

- Realizar un relevamiento topográfico detallado del Barrio 24 de mayo para obtener datos precisos sobre el aspecto del terreno y las características existentes.
- Evaluar la viabilidad técnica de un modelo de sistema de alcantarillado sanitario.
- Examinar los datos recopilados, proponer opciones y desarrollar el diseño definitivo a través de un análisis y evaluación técnica.

### **1.6 Idea a Defender**

Este diseño por realizar tiene como finalidad brindar un servicio básico referido al alcantarillado sanitario del barrio 24 de mayo del Cantón Isidro Ayora, disminuyendo la contaminación del sector, evitando las enfermedades por

estancamientos de aguas servidas de la parroquia por la falta de este servicio básico.

### **1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.**

Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.

## CAPÍTULO II

### MARCO REFERENCIAL

#### 2.1 Marco Teórico

Pinta (2016) En su estudio titulado "Diseño de un Sistema de Alcantarillado Sanitario para la Urbanización 'Suomat' del Cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Provincia de Napo", (Pinta,2016) abordó el diseño de una red de alcantarillado sanitario y una planta de tratamiento para aguas servidas en una urbanización de 66 viviendas unifamiliares. La metodología empleada consistió en la planificación y diseño detallado de la red de alcantarillado adaptada a las necesidades específicas de la urbanización. El resultado principal fue el desarrollo de un sistema de alcantarillado sanitario completo y funcional. La conclusión destacada del estudio es la necesidad imperativa de sistemas de alcantarillado adecuados, evidenciando que su ausencia conduce a soluciones menos eficientes y más contaminantes, como los pozos ciegos. (Pinta., 2016) .

Castro (2011), En la investigación "Diseño del Alcantarillado Sanitario y Pluvial y Tratamiento de Aguas Servidas de 4 Lotizaciones Unidas, Cantón El Carmen", Castro (2011) se concentró en el análisis y diseño de un sistema de alcantarillado separado y tratamiento de aguas servidas para un sector en Manabí. La metodología involucrada fue el diseño detallado del sistema de alcantarillado y las instalaciones de tratamiento para el sector. Como resultado principal, se implementó un sistema de alcantarillado eficiente para las lotizaciones. La conclusión del estudio enfatiza que la ejecución de un sistema de alcantarillado bien planificado no solo eleva la calidad de vida de los habitantes, sino que también contribuye al desarrollo económico y a la preservación ambiental de la zona. (Castro, 2011) .

Satoque, Garzon Pardo & Real Perez (2015), El estudio "Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Vereda Altamar en el Municipio de La Calera Cundinamarca" de Satoque, Garzon Pardo & Real Perez (2015) se enfocó en el diseño del alcantarillado sanitario utilizando la técnica de perforación horizontal por ramming en una vereda. La metodología incluyó la aplicación de

esta técnica innovadora para adaptar el diseño del sistema a las características geográficas específicas de la zona. El principal resultado fue la creación de un sistema de alcantarillado que se ajusta eficazmente al terreno local. La conclusión principal del estudio resalta que la incorporación de tecnologías innovadoras, como el ramming, mejora significativamente la eficiencia y adaptabilidad del sistema de alcantarillado. (SATOQUE, GARZON PARDO, & REAL PEREZ, 2015) .

Sánchez (2013), En "Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario Proyectado a 30 Años para la Parroquia de Malchinguí, Cantón Pedro Moncayo", Sánchez (2013) presentó un enfoque de diseño a largo plazo para un sistema de alcantarillado sanitario. La metodología se basó en considerar la hipótesis de flujo uniforme y adaptar el diseño al terreno natural. El resultado principal fue el desarrollo de un sistema de alcantarillado eficiente y económicamente viable para un periodo de treinta años. La principal conclusión del estudio es que el aprovechamiento de la pendiente natural del terreno es crucial para la sostenibilidad y viabilidad económica del sistema.

Daqui & Tapia Avila (2017), "Diseño de un Alcantarillado Sanitario y Pluvial para el Centro Parroquial Quimiag", realizado por Daqui & Tapia Avila (2017), se centró en el diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, incluyendo una planta de tratamiento en la Parroquia Quimiag. La metodología adoptada implicó el diseño conforme a normativas vigentes y la configuración de los sistemas para operar por gravedad. El resultado principal fue la implementación de redes de alcantarillado eficientes, con caudales de diseño específicos para saneamiento y drenaje pluvial. La conclusión resalta la importancia de seguir normativas y la eficacia de los sistemas operados por gravedad para la eficiencia y adaptabilidad a las condiciones locales. (DAQUI & TAPIA AVILA, 2017) .

La infraestructura esencial para el tratamiento adecuado de aguas residuales en entornos urbanos y rurales es el sistema de alcantarillado sanitario. En la Provincia del Guayas, específicamente en el cantón Isidro Ayora, se enfrentan desafíos significativos en la gestión de sus aguas residuales debido a la carencia de una infraestructura de saneamiento eficaz. La comunidad local se

encuentra confrontada con problemas urgentes relacionados con la contaminación ambiental y riesgos para la salud pública derivados de la inadecuada gestión de las aguas residuales.

### 2.1.1 Introducción al Saneamiento Básico y Alcantarillado Sanitario

#### Sistema de alcantarillado sanitario

Un sistema de alcantarillado sanitario es una infraestructura diseñada para recolectar y transportar las aguas residuales (aguas servidas) generadas por los hogares, empresas y otras fuentes, hacia una planta de tratamiento o un cuerpo de agua receptor, donde se procesan o diluyen para disminuir el impacto ambiental y proteger la salud pública (Adufero, 2011) . Este sistema desempeña una función crucial en la conducción apropiada de las aguas residuales, previniendo la contaminación ambiental y deteniendo la propagación de enfermedades.

#### Figura 1

*Sistema de alcantarillado sanitario*



**Fuente:** De la fuente et al. (2021)

## **Componentes principales del sistema de alcantarillado sanitario**

Red de alcantarillado sanitario: Es el componente principal del sistema, conformado por una red subterránea de tuberías que conectan residencias y negocios con el punto de tratamiento o descarga. Su diseño facilita el transporte de aguas residuales desde su origen hasta su destino final. (Pérez, 2013).

Colectores principales y secundarios: Son conductos principales que recogen las aguas residuales de diversas áreas y las transportan hacia la planta de tratamiento o un punto de descarga.

Trampas de grasas y rejillas: Estos elementos se ubican en el sistema para capturar sólidos flotantes y grasas presentes en las aguas residuales y evitar que lleguen a la planta de tratamiento, lo que podría obstruir los conductos o afectar el proceso de tratamiento.

Estaciones de bombeo: En terrenos con des estaciones niveles, se utilizan de bombeo para elevar el flujo de aguas residuales hacia áreas de mayor altitud donde la gravedad ya no es suficiente para transportar el agua.

Plantas de tratamiento: Cuando las aguas residuales reciben tratamiento, las plantas de tratamiento son el sitio donde ocurre este procedimiento. En este lugar, las aguas pasan por diversas fases de tratamiento biológico, físico y químico con el fin de eliminar sustancias contaminantes antes de ser liberadas en cuerpos de agua receptores.

## **Tipos de sistemas de alcantarillado sanitario**

Sistema separado: En este enfoque, las aguas residuales y las aguas pluviales se recolectan por separado. Las aguas pluviales se conducen hacia drenajes pluviales y cuerpos de agua, mientras que las aguas residuales se llevan a la planta de tratamiento.

Sistema combinado: En este tipo de sistema, las aguas residuales y las aguas pluviales se recolectan en una misma red de alcantarillado. Ambas corrientes son transportadas juntas hacia la planta de tratamiento o puntos de descarga.

Sistema unitario: Este sistema combina las aguas residuales y las aguas pluviales en una sola red de alcantarillado, y ambos flujos son tratados conjuntamente antes de ser descargados o reutilizados.

### **Importancia del sistema de alcantarillado sanitario**

Protección del medio ambiente: Evita la contaminación de fuentes de agua y cuerpos receptores, preservando la calidad del agua y el equilibrio ecológico.

Salud pública: Previene la propagación de enfermedades transmitidas por el agua, reduce los riesgos para la población.

Calidad de vida: Mejora la calidad de vida de los habitantes al proporcionar un entorno limpio y saludable.

Desarrollo sostenible: Un sistema de alcantarillado sanitario adecuado es fundamental para el desarrollo sostenible de las comunidades, garantizando una gestión eficiente de los recursos hídricos.

#### **2.1.2 La debida evacuación de las aguas servidas**

La correcta evacuación de las aguas servidas es un punto vital para la salud general, el medio ambiente y la tranquilidad de las comunidades (Alfaro et al., 2018). A continuación, se presentan algunos puntos clave que destacan la relevancia de este proceso:

**Prevención de enfermedades:** Las aguas servidas contienen una amplia variedad de microorganismos patógenos, como bacterias, virus y organismos parásitos, los cuales tienen el potencial de ocasionar enfermedades graves en los individuos. Una evacuación adecuada de las aguas servidas evita que estos patógenos se propaguen y contaminen fuentes de agua potable, alimentos y el entorno en general, protegiendo así el bienestar de la población.

**Reducción de la contaminación del agua:** Si las aguas servidas no se evacúan correctamente, pueden infiltrarse en fuentes de agua subterránea y cuerpos de agua superficiales, contaminándolos con nutrientes y productos químicos nocivos. Esto puede conducir a la eutrofización, la destrucción de algas

tóxicas y la degradación general de la calidad del agua, emerger tanto la vida acuática como la disponibilidad de agua potable.

**Impacto positivo en el medio ambiente:** Un sistema efectivo para el desalojo de aguas residuales contribuye a preservar el equilibrio ecológico y la integridad de los ecosistemas naturales. Previene la degradación de los entornos acuáticos y terrestres, resguarda la biodiversidad y promueve la preservación de los recursos naturales.

**Mejora de la calidad de vida:** Una infraestructura de alcantarillado sanitario bien diseñada y mantenida proporciona un entorno más limpio y saludable para los residentes. Reduce la exposición a olores desagradables y enfermedades relacionadas con el agua contaminada, mejorando así la condición de vida y la salud de la comunidad.

**Desarrollo económico y turístico:** La presencia de un sistema de evacuación de aguas servidas adecuado es fundamental para atraer, fomentar el desarrollo económico y promover el turismo. Las áreas que cuentan con una infraestructura de saneamiento bien establecida suelen ser más atractivas para las empresas y los turistas, lo que puede impulsar la economía local.

**Cumplimiento de regulaciones y normativas:** En muchos países, existen regulaciones y normativas estrictas que rigen el tratamiento de aguas residuales con el fin de salvaguardar la salud pública y el entorno natural. La debida evacuación de las aguas servidas es un requisito para cumplir con estas normativas y garantizar un desarrollo sostenible.

### **2.1.3 Desarrollo del Saneamiento en Ecuador**

#### **Evolución Histórica**

El desarrollo del saneamiento en Ecuador ha experimentado una evolución significativa a lo largo de su historia, reflejando las cambiantes necesidades y desafíos del país en términos de infraestructura de agua y alcantarillado (BID, 2019). En sus primeras etapas, las prácticas de saneamiento se centraban en soluciones locales y rudimentarias, como letrinas y sistemas de eliminación de aguas residuales simples (PNUD, 2018).

Sin embargo, con la edificación y la expansión de las ciudades ecuatorianas durante el siglo XX, surgió la necesidad de sistemas más avanzados de alcantarillado sanitario. Esto llevó al establecimiento de empresas públicas y privadas encargadas de la gestión de los servicios de agua y saneamiento, así como a la ejecución de proyectos de infraestructura a mayor escala (BID, 2019).

A pesar de estos avances, persistieron desafíos importantes, como la falta de mantenimiento adecuado y la inversión insuficiente en infraestructura de alcantarillado. Esto resultó en problemas de obsolescencia, desbordamientos de alcantarillado y la contaminación de cuerpos de agua locales (PNUD, 2018).

#### **2.1.4 Fundamentos de Sistemas de Alcantarillado Sanitario**

Los sistemas de alcantarillado sanitario constituyen elementos fundamentales de la infraestructura urbana, concebidos para recoger, transportar y tratar tanto aguas residuales domésticas como industriales. Su propósito es asegurar la eliminación segura y efectiva de estas aguas sin generar impactos negativos en la salud o en el entorno ambiental. (Metcalf & Eddy, 2014).

En este contexto, es crucial comprender los fundamentos de las infraestructuras de saneamiento de aguas residuales desde la perspectiva de un ingeniero civil. Estos fundamentos abarcan varios aspectos esenciales:

**Redes de Alcantarillado:** Los sistemas de alcantarillado constan de una red de tuberías, pozos de inspección y estaciones de bombeo interconectados que recogen las aguas residuales de hogares, negocios e industrias. Estas redes deben diseñarse cuidadosamente para garantizar una correcta pendiente y capacidad hidráulica que permita el flujo adecuado de aguas residuales (Tchobanoglous et al, 2003).

**Separación de Aguas Pluviales:** En muchos casos, es fundamental separar las aguas pluviales de las aguas residuales en el sistema de alcantarillado para evitar sobrecargar las plantas de tratamiento y minimizar el riesgo de desbordamientos durante lluvias intensas. Esto se logra mediante sistemas de alcantarillado separativos o combinados (Tchobanoglous et al, 2003).

**Diseño Hidráulico:** El diseño hidráulico de un sistema de alcantarillado implica calcular las dimensiones de las tuberías, la pendiente necesaria y las ubicaciones de los pozos de inspección y estaciones de bombeo para garantizar un flujo eficiente y evitar problemas de obstrucción y retención de sedimentos (Metcalf & Eddy, 2014).

**Tratamiento de Aguas Residuales:** Las aguas residuales recolectadas deben ser tratadas antes de su disposición final. Los sistemas de tratamiento pueden variar desde plantas de tratamiento avanzadas hasta sistemas de tratamiento descentralizados, y la elección depende de la escala y los requerimientos específicos del proyecto (Tchobanoglous et al, 2003).

**Normativas y Regulaciones:** Cumplir con las normativas locales, regionales y nacionales es esencial en el diseño y operación de sistemas de alcantarillado sanitario. Estas regulaciones establecen estándares de calidad del agua y disposición de efluentes, así como requisitos de seguridad y protección ambiental (Metcalf & Eddy, 2014).

**Mantenimiento y Operación:** Un sistema de alcantarillado requiere un plan de mantenimiento y operación adecuado para garantizar su eficiencia a lo largo del tiempo. Esto incluye la limpieza regular de tuberías, inspección de pozos y equipos de bombeo, y reparación de daños (Tchobanoglous et al, 2003).

**Consideraciones Ambientales y de Salud:** La gestión adecuada de las aguas residuales es fundamental para prevenir la contaminación de cuerpos de agua locales y proteger la salud pública. Esto incluye la eliminación segura de patógenos y contaminantes químicos presentes en las aguas residuales (Metcalf & Eddy, 2014).

Tener una comprensión sólida de estos principios resulta crucial para lograr el diseño, la construcción y la operación exitosa de sistemas de alcantarillado sanitario. Como ingeniero civil, es imperativo tener en cuenta estos aspectos durante la planificación y ejecución de proyectos relacionados con el alcantarillado.

### **2.1.5 Componentes Principales de un Sistema de Alcantarillado**

Un sistema de alcantarillado está constituido por diversos elementos esenciales concebidos para recoger, transportar y tratar las aguas residuales de una comunidad o una zona particular. Los componentes primordiales de un sistema de alcantarillado comprenden:

**Tuberías de Alcantarillado:** Las tuberías de alcantarillado desempeñan un papel fundamental como elementos clave dentro de un sistema de alcantarillado, destinadas a transportar aguas residuales desde viviendas, establecimientos comerciales e instalaciones industriales hacia plantas de tratamiento o puntos de disposición final. Estas tuberías pueden estar fabricadas con diversos materiales, como PVC, concreto o hierro fundido. (Metcalf & Eddy, 2014).

**Pozos de Inspección:** Los pozos de inspección, también conocidos como pozos de visita o cámaras de inspección, son estructuras que se encuentran a lo largo de las tuberías de alcantarillado. Facilitan el acceso para inspección, limpieza y mantenimiento de las tuberías, así como la conexión de tuberías adicionales (Tchobanoglous et al., 2003).

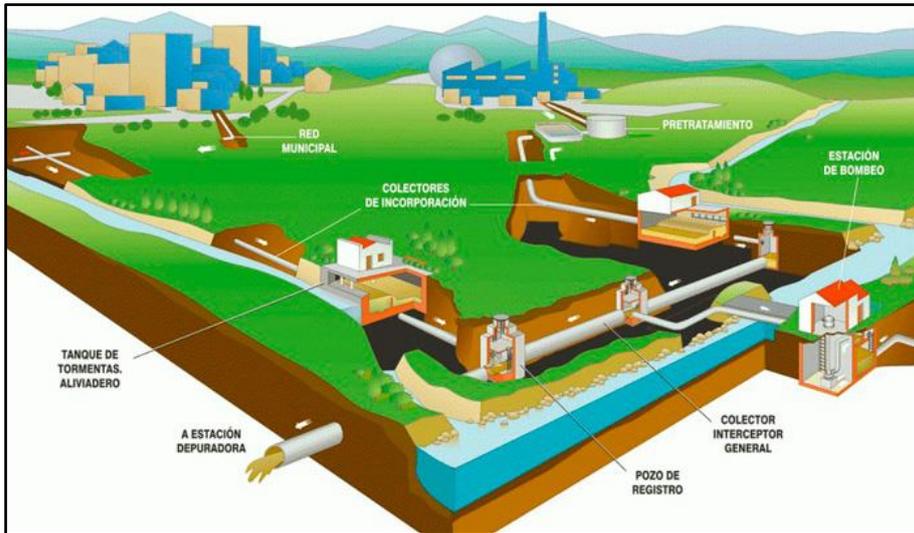
**Estaciones de Bombeo:** En terrenos con pendientes insuficientes para permitir el flujo por gravedad, se requieren estaciones de bombeo. Estas estaciones elevan las aguas residuales a un nivel superior para que puedan continuar su flujo hacia la planta de tratamiento (Metcalf & Eddy, 2014).

**Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales:** Las plantas de tratamiento son instalaciones críticas en las que las aguas residuales son sometidas a procesos físicos, químicos y biológicos para eliminar contaminantes y microorganismos. Esto asegura que las aguas tratadas cumplan con los estándares de calidad antes de ser devueltas al medio ambiente o reutilizadas (Tchobanoglous et al., 2003).

**Descargas y Puntos de Disposición:** Después del tratamiento, las aguas residuales tratadas pueden ser descargadas en cuerpos de agua locales o utilizadas para fines específicos, como riego agrícola o recarga de acuíferos, dependiendo de las regulaciones y necesidades locales (Tchobanoglous et al., 2003).

## Figura 2

### Componentes principales de un sistema de alcantarillado



Fuente: Zarza (2018)

### 2.1.6 Tipos de Sistemas de Alcantarillado

**Alcantarillado Sanitario:** Este sistema recoge y transporta aguas residuales domésticas e industriales desde edificios y viviendas hasta plantas de tratamiento. El tratamiento posterior asegura que las aguas residuales sean seguras para el medio ambiente.

**Alcantarillado Pluvial:** Se encarga de recoger y transportar aguas de lluvia que caen en las calles y superficies urbanas. Estas aguas pluviales son generalmente descargadas en cuerpos de agua o drenajes pluviales sin tratamiento.

**Alcantarillado Combinado:** Este sistema recoge tanto aguas residuales como aguas pluviales en una sola red de tuberías. Puede ser más económico en términos de construcción, pero puede enfrentar desafíos durante lluvias intensas debido al riesgo de desbordamientos.

**Alcantarillado Unitario:** Similar al alcantarillado combinado, pero con una capacidad diseñada para manejar aguas pluviales y aguas residuales por separado durante lluvias intensas. Estas aguas luego se mezclan en una planta de tratamiento.

## **Sistemas Unitarios**

Los sistemas unitarios de alcantarillado son aquellos en los que las aguas residuales domésticas, las aguas pluviales y las aguas industriales son recolectadas y transportadas juntas a través de una única red de alcantarillado. Estas aguas luego se dirigen a una planta de tratamiento donde se tratan antes de su disposición final. Algunos aspectos clave de los sistemas unitarios son:

**Recolección Conjunta:** En los sistemas unitarios, las aguas residuales domésticas, las aguas pluviales y las aguas industriales se combinan en una sola red de tuberías.

**Tratamiento Centralizado:** Las aguas recolectadas en el sistema unitario se transportan a una planta de tratamiento centralizada donde se lleva a cabo el tratamiento necesario para eliminar contaminantes y microorganismos antes de la disposición final (Metcalf & Eddy, 2014).

## **Sistemas Separativos**

Los sistemas separativos de alcantarillado, en contraste, mantienen separadas las aguas residuales domésticas (sanitarias) de las aguas pluviales. Cada tipo de agua es recolectado y transportado por redes de alcantarillado separadas. A continuación, se destacan algunos aspectos de los sistemas separativos:

**Recolección Separada:** En los sistemas separativos, las aguas servidas domésticas y las aguas pluviales son recopiladas y transportadas a través de redes de tuberías independientes.

**Tratamiento Diferenciado:** Las aguas servidas domésticas se dirigen a una planta de tratamiento para su procesamiento y eliminación segura. Las aguas pluviales, por otro lado, a menudo se descargan directamente en masas de agua o se gestionan a través de sistemas de drenaje pluvial (Metcalf & Eddy, 2014).

La elección entre un sistema unitario y un sistema separativo depende de varios factores, como la topografía, el clima, los recursos disponibles y las regulaciones locales. Cada variante de sistema presenta beneficios y

limitaciones, debiendo ser elegida con precaución según las necesidades y condiciones particulares de la zona a atender.

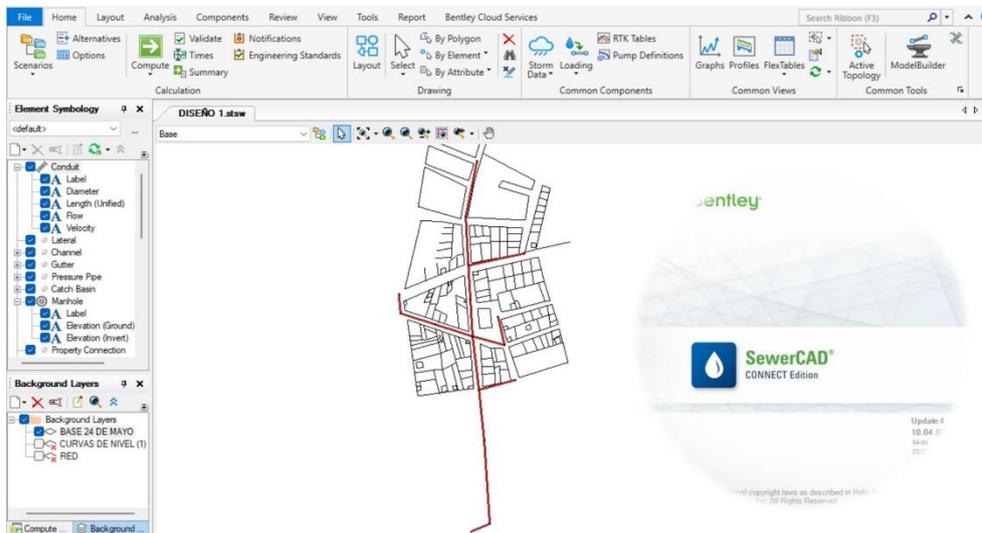
## 2.1.7 Tecnologías en el Diseño de Alcantarillado Sanitario

### Software SewerCAD

SewerCAD es una herramienta de diseño y modelado hidráulico desarrollada por Bentley Systems, Incorporated, una compañía líder en software de ingeniería civil (Doroteo Calderón, 2015) .

### Figura 3

#### Software SewerCAD



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

### Características y funciones de SewerCAD:

Modelado de redes de alcantarillado: SewerCAD permite crear y analizar modelos de redes de alcantarillado, incluyendo tuberías, pozos de visita, estaciones de bombeo y conexiones de aguas residuales.

Simulación hidráulica: El software realiza cálculos hidráulicos precisos para simular el desplazamiento de aguas residuales a lo largo de la red de alcantarillado, teniendo en cuenta parámetros como caudal, velocidad y presión.

Optimización de diseño: SewerCAD ayuda a optimizar el diseño de la red de alcantarillado, sugiriendo el tamaño de la tubería adecuada y las configuraciones eficientes para asegurar el funcionamiento adecuado de la red.

Análisis de escenarios: Permite evaluar diferentes escenarios de operación, como lluvia intensa o bloqueos de tuberías, para comprender el comportamiento del sistema en diferentes situaciones.

Identificación de puntos críticos: Mediante el análisis hidráulico, el software identifica puntos débiles en la red de alcantarillado, como puntos posibles de Obstrucción o sobrecargas, permitiendo tomar medidas preventivas.

Interfaz gráfica amigable: SewerCAD cuenta con una interfaz gráfica intuitiva que facilita la creación y visualización de modelos de alcantarillado, así como la interpretación de los resultados.

Integración con otro software: Puede integrarse con otras herramientas de Bentley Systems, lo que permite una gestión más eficiente de proyectos y flujos de trabajo interdisciplinarios (SewerCAD, s.f.) .

#### *Aplicaciones de SewerCAD:*

- Diseño y planificación de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial.
- Evaluación de sistemas de alcantarillado existentes para identificar problemas y áreas de mejora.
- Análisis de capacidad y rendimiento de la red de alcantarillado en situaciones de lluvia intensa.
- Diseño de sistemas de bombeo y estaciones de tratamiento de aguas residuales.

### **2.1.8 Aspectos Técnicos del Diseño de Alcantarillado**

El planeamiento de un sistema de alcantarillado es un proceso técnico fundamental para garantizar la gestión eficiente de las aguas residuales y pluviales en una comunidad. Aquí se presentan los aspectos técnicos clave que deben considerarse en este proceso:

**Dimensionamiento Hidráulico:** Determinar las dimensiones adecuadas de las tuberías y canales es esencial para asegurar la capacidad de transporte adecuada y evitar problemas de obstrucción o desbordamiento.

**Capacidad de Transporte:** Calcular la capacidad de transporte del sistema en función de las demandas de caudal, especialmente durante eventos de lluvia intensa. Esto requiere análisis hidráulicos detallados.

**Ubicación y Pendiente:** La ubicación de las tuberías y la pendiente del sistema son críticas para facilitar el flujo por gravedad y evitar problemas de estancamiento. La topografía del área debe ser considerada cuidadosamente.

**Selección de Materiales:** Elegir los materiales adecuados para las tuberías y componentes es esencial para garantizar la durabilidad y resistencia a la corrosión. Los materiales comunes incluyen PVC, HDPE y concreto.

**Diseño de Pozos y Estaciones de Bombeo:** En áreas con pendientes insuficientes, se requieren pozos de inspección y estaciones de bombeo. El diseño de estas estructuras debe incluir la selección de bombas eficientes y sistemas de control.

**Tratamiento de Aguas Residuales:** En caso de que el sistema incluya una planta de tratamiento, es obligatorio establecer los procedimientos de tratamiento y dimensionar las unidades correspondientes de acuerdo con los estándares de calidad del agua.

**Gestión de Olores y Gases:** Implementar medidas para controlar los olores y gases producidos en el sistema, lo que incluye la ventilación adecuada y el uso de productos químicos neutralizantes.

**Normativas y Regulaciones:** Observar las regulaciones locales y nacionales resulta crucial para garantizar la calidad y seguridad del sistema de alcantarillado. Esto incluye cumplir con los estándares y normativas de salud pública.

Estos aspectos técnicos son esenciales en el diseño de alcantarillado y deben abordarse de manera meticulosa y precisa para lograr sistemas

funcionales y eficientes que cumplan con las necesidades de la comunidad y las regulaciones vigentes.

### **2.1.9 Consideraciones de Diseño Hidráulico**

La planificación hidráulica en sistemas de alcantarillado es esencial para asegurar la eficiencia y la gestión adecuada de las aguas residuales y pluviales. A continuación, se detallan las consideraciones fundamentales en este proceso:

**Caudal de Diseño:** Determinar este caudal es fundamental. Esto implica estimar los flujos máximos esperados durante eventos de lluvia intensa y calcular el caudal para garantizar que la estructura pueda manejar condiciones extremas.

**Velocidad del Flujo:** Mantener una velocidad adecuada del flujo en las tuberías es esencial para evitar la sedimentación y la acumulación de sólidos. Se deben calcular las velocidades de flujo y seleccionar diámetros de tubería adecuados.

**Longitud y Pendiente de Tuberías:** La longitud y la pendiente de las tuberías influyen en la velocidad y el volumen de transporte del sistema. Se debe planificar la disposición de las tuberías para optimizar el flujo y evitar estancamientos.

**Modelado Hidráulico:** Utilizar software de modelado hidráulico avanzado para simular el comportamiento del sistema bajo diferentes condiciones climáticas y de flujo. Esto permite realizar análisis detallados y optimizar el diseño.

**Altura de Tapa:** La altura de la tapa de las tuberías debe ser suficiente para evitar inundaciones en las viviendas y permitir el acceso para mantenimiento. Se deben considerar los niveles del manto freático.

**Diseño de Pozos y Estaciones de Bombeo:** Si se requieren pozos de inspección o estaciones de bombeo, su diseño hidráulico debe garantizar un flujo eficiente y controlado. Seleccionar bombas adecuadas es esencial.

**Consideraciones de Calidad del Agua:** En los sistemas de alcantarillado, es crucial tener en cuenta la condición del agua y la eventual infiltración de aguas

subterráneas. Esto podría involucrar la adopción de acciones para sellar posibles fugas.

**Seguridad y Normativas:** Cumplir con las normativas de seguridad y salud es fundamental para asegurar un entorno de trabajo fiable durante la construcción y el mantenimiento del sistema.

### **2.1.10 Cálculo de Caudales y Dimensionamiento de Redes**

Más de alcantarillado para garantizar su funcionamiento efectivo. Aquí se presentan consideraciones esenciales:

#### **Cálculo de Caudales**

**Identificación de áreas de captación:** Determine las áreas que contribuyen al sistema de alcantarillado y estimen las tasas de generación de aguas residuales y pluviales en cada zona.

**Caudales de aguas residuales:** Calcule los caudales de aguas residuales esperados en función de la población, el uso de agua y las tasas de descarga.

**Caudales de aguas pluviales:** Estime los caudales de aguas pluviales considerando las tasas de precipitación, la superficie impermeable y las características topográficas.

#### **Dimensionamiento de Tuberías y Canales**

Se utilizan fórmulas hidráulicas y software de diseño para dimensionar las tuberías y canales. Se considera la velocidad del flujo, la pendiente, la capacidad de transporte y las restricciones de espacio.

Asegúrese de que las tuberías sean lo suficientemente grandes para manejar los caudales máximos previstos durante eventos de lluvia intensa sin desbordamiento.

**Selección de Materiales y Tipos de Tuberías:** Se elijen materiales resistentes y duraderos para las tuberías, como PVC, HDPE o concreto. Se considera la corrosión y la durabilidad.

**Redundancia y Alivio:** Se planifica la red de alcantarillado con redundancia para evitar puntos críticos de obstrucción, además se integra sistemas de alivio para controlar caudales excesivos.

**Revisión de Normativas:** Asegúrese de cumplir con las regulaciones y normativas locales y nacionales relacionadas con el alcantarillado y la calidad del agua.

**Modelado Hidráulico:** Se utiliza software de modelado hidráulico avanzado para simular el comportamiento del sistema bajo diferentes condiciones climáticas y de flujo, permitiendo realizar análisis detallados y optimizar el diseño

**Monitoreo y Mantenimiento:** Planee un programa de monitoreo y mantenimiento constante para garantizar que el sistema funcione eficazmente a lo largo del tiempo.

Estas consideraciones son esenciales en el cálculo de caudales y el dimensionamiento de redes de alcantarillado para garantizar un sistema que cumpla con las demandas hidráulicas y proteja el medio ambiente y la salud pública.

**Alcantarillado Sanitario:** Este sistema está compuesto por tuberías y estructuras diseñadas específicamente para recoger y transportar las aguas residuales domésticas de una comunidad. Su objetivo principal radica en prevenir la contaminación del entorno y resguardar la salud pública mediante la eliminación segura de desechos humanos y otros contaminantes.

**Calidad del Agua Subterránea:** El monitoreo y control de la calidad del agua subterránea cercana al sistema de alcantarillado es esencial para prevenir la contaminación del agua subterránea.

**Cámara de Inspección:** Una cámara de inspección es una estructura que permite el acceso a las tuberías y la inspección visual de su estado y limpieza.

**Caudal de Diseño:** El caudal de diseño se refiere a la cantidad máxima de agua que se espera que fluya en un sistema de alcantarillado durante eventos de lluvia intensa. Calcular este valor es fundamental para dimensionar

adecuadamente las tuberías y asegurarse de que el sistema pueda manejar los caudales máximos sin desbordamiento.

**Colector Principal:** El colector principal es la tubería principal en un sistema de alcantarillado que recoge las aguas residuales de diversas fuentes y las transporta a la planta de tratamiento.

**Conexión Domiciliaria:** La conexión domiciliaria es el punto de conexión de una vivienda o edificio al sistema de alcantarillado, donde las aguas residuales fluyen desde la propiedad hacia la red de alcantarillado.

**Desbordamiento:** Un desbordamiento ocurre cuando el sistema de alcantarillado no puede manejar los caudales entrantes y el agua se desborda, lo que puede causar inundaciones y contaminación.

**Efluente:** El efluente es el agua tratada que sale de una planta de tratamiento de aguas residuales. Debe cumplir con ciertos estándares de calidad antes de ser liberada al medio ambiente para proteger la salud pública y el entorno.

**Estación de Bombeo:** Cuando un área tiene pendientes insuficientes para permitir el flujo por gravedad, se utilizan estaciones de bombeo. Estas instalaciones emplean bombas para elevar el agua desde niveles bajos hasta niveles más altos en el sistema de alcantarillado, lo que permite su transporte eficiente.

**Infiltración y Exfiltración:** La infiltración se refiere a la entrada no deseada de agua subterránea en el sistema de alcantarillado a través de grietas o juntas en las tuberías. La exfiltración es la pérdida de agua tratada del sistema hacia el suelo circundante.

**Interceptor:** Un interceptor es una estructura que se utiliza para recolectar y desviar el flujo de aguas residuales de una zona específica hacia el sistema de alcantarillado.

## 2.2 Marco Legal

La legislación y regulación en Ecuador resulta fundamental en la planificación y avance de iniciativas de saneamiento, siendo los ingenieros civiles actores clave para asegurar su conformidad. En el país, la Ley Orgánica de Servicio Público de Saneamiento Básico (LOSSPB) constituye la estructura legal primordial que rige la prestación de servicios de saneamiento (Asamblea Nacional del Ecuador, 2018). La LOSSPB regula aspectos como la prestación de servicios, la calidad del agua y la gestión de aguas residuales.

Además, existen normativas técnicas y estándares de diseño específicos que los ingenieros civiles deben seguir al planificar y ejecutar proyectos de alcantarillado. Estos requisitos técnicos se establecen en el Reglamento Técnico del Sector de Saneamiento Ambiental (RTSSA) y abordan aspectos como el diseño de sistemas de alcantarillado, la calidad del agua y el tratamiento de aguas residuales (Asamblea Nacional del Ecuador, 2020).

La Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA) es la entidad encargada de supervisar y regular las actividades relacionadas con el agua y el saneamiento en el país. La ARCA tiene la responsabilidad de garantizar que se cumplan las regulaciones y normativas establecidas (ARCA, 2020.).

**Normativas de Calidad del Agua:** Estas regulaciones establecen estándares para la calidad del agua en términos de contaminantes específicos. Cumplir con estas normativas es esencial para certificar que el agua liberada cumpla con las regulaciones ambientales y de salud pública; en este caso serían:

**Guía de Normas y Estándares Técnicos Aplicados a Agua y Saneamiento:** Esta guía incluye regulaciones para el agua y saneamiento, protección y mejora del medio ambiente, normas para agua potable, aguas residuales, y desechos sólidos.

**Agencia de Regulación y Control del Agua Resolución Nro. ARCA-DE-002-2021:** Este escrito declara que el agua es un recurso nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y vital para la vida. Además, establece que el Estado, por medio de la Autoridad Única del

Agua, asume la responsabilidad directa de la planificación y gestión de los recursos hídricos.

En esta regulación establece disposiciones legales para salvaguardar el agua como un recurso vital y estratégico para el país. Se enfatiza su carácter de uso público, asegurando el acceso equitativo y su preservación a largo plazo. Estas medidas buscan proteger la sostenibilidad del agua, reconociendo su papel esencial en la vida y bienestar de la sociedad.

**Regulación 011:** Esta normativa establece parámetros técnicos con el objetivo de disminuir las pérdidas de agua potable en los sistemas administrados por los municipios y las Juntas Administradoras de Agua Potable (JAAP). Los proveedores de servicios públicos y comunitarios deben elaborar un plan de uso eficiente del agua que incluya la instalación de medidores para medir con precisión los volúmenes distribuidos y facturados, desde la planta de tratamiento de agua hasta el ingreso a cada vivienda.

### **2.2.1 Constitución de la República del Ecuador**

Art. 12.: El derecho humano al agua es fundamental e inmutable. El agua se reconoce como patrimonio nacional estratégico de acceso público, siendo intrínseca, inalienable, inextinguible e indispensable para la vida.

Art. 14: Establece el reconocimiento del derecho de la población a habitar en un ambiente saludable y equilibrado desde una perspectiva ecológica, asegurando la sustentabilidad y persiguiendo el concepto de buen vivir mejor conocido como *sumak kawsay*.

Art. 30: Se establece el derecho de las personas a vivir en un entorno seguro y saludable, así como disfrutar de una vivienda adecuada y digna, se consagra sin exclusión por condiciones sociales o económicas. Es fundamental en la búsqueda para garantizar las condiciones de vida equitativas y justas para todos, reconociendo la importancia del hábitad seguro y digno como un aspecto fundamental.

Art. 32: Se destaca la salud como un derecho garantizado por el estado, cuya relación esta intrínsecamente relacionada con el ejercicio de los demás

derechos fundamentales, tales como el acceso al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, y la seguridad social, así como la creación de entornos saludables. Estos elementos convergen para respaldar la búsqueda del buen vivir, subrayando la interconexión y la promoción integral del bienestar de la población.

Art. 66: Se reconoce y garantiza a las personas el derecho a una vida digna, abarcando aspectos fundamentales como la salud, alimentación, acceso a agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo y otros servicios sociales esenciales. Es importante asegurar las condiciones básicas que contribuyan al bienestar integral de los individuos, promoviendo así una sociedad que valore y proteja los derechos esenciales de sus miembros.

## **2.2.2 Capítulo segundo: Biodiversidad y recursos naturales**

### **Sección primera Naturaleza y ambiente**

Art. 395: Se establece el compromiso del estado en fomentar un modelo de desarrollo sostenible, equilibrado ambientalmente y respetuoso de la diversidad cultural. Este enfoque busca preservar la biodiversidad, asegurar la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas y garantizar el bienestar de las generaciones presentes y futuras. La aplicación obligatoria de políticas ambientales en todos los niveles del estado y a todas las personas en el territorio nacional refleja una importancia atribuida a la protección del entorno natural. Además, se destaca la participación continua de las comunidades afectadas en la planificación y supervisión de actividades con impacto ambiental, así como la preferencia de interpretaciones legales que brinden una mayor protección a la naturaleza en situaciones de incertidumbre.

Art. 396: Se establece un enfoque proactivo del Estado para prevenir impactos ambientales, incluso en situaciones de incertidumbre. La responsabilidad por los daños ambientales se considera objetiva, con medidas de protección eficaces y oportunas. Además de las sanciones correspondientes, cualquier perjuicio al medio ambiente conlleva la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas, indemnizar a las personas y comunidades afectadas. Se destaca la responsabilidad directa de todos los participantes en

los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios para prevenir, mitigar y reparar los daños ambientales, junto a la necesidad de mantener un control ambiental continuo. La imprescriptibilidad de las acciones legales enfatiza la importancia de perseguir y sancionar por daños ambientales en cualquier momento. En conjunto estas disposiciones buscan garantizar una gestión ambiental efectiva y la protección a largo plazo de los ecosistemas.

## **Título II: Recursos Hídricos**

Art. 11.- Infraestructura hidráulica: Se define como infraestructuras hidráulicas aquellas destinadas a diversas funciones relacionadas con el manejo del agua, abarcando desde su captación hasta el tratamiento y reutilización. Esto engloba una amplia gama de estructuras como presas, embalses, canales, conducciones, depósitos de abastecimiento, alcantarillado, instalaciones de saneamiento, depuración y tratamiento, así como diversas estructuras y equipos para proteger el dominio hídrico público. (Ecuador. Asamblea Nacional, 2014) Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamientos del agua.

## **Sección IV: Servicios Públicos**

Art. 37.- Servicios públicos básicos: Se identifican como servicios públicos aquellos relacionados con el suministro de agua potable y el saneamiento ambiental. La prestación de estos servicios implica la concesión de una autorización para su utilización. La cobertura del servicio de agua potable incluye diversas etapas, desde la captación y tratamiento del agua cruda hasta el almacenamiento, transporte, conducción, impulsión, distribución, consumo, recuperación de costos, operación y mantenimiento. Estas disposiciones subrayan la importancia de regular y garantizar la calidad y disponibilidad de los servicios esenciales para el bienestar de la población y el adecuado manejo de los recursos hídricos. (Ecuador. Asamblea Nacional, 2014) Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamientos del agua.

### **2.2.3 Normas para el estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes**

#### **Normas para el Diseño de Redes de Alcantarillado (Interagua)**

La normativa proporcionada establece: definiciones, criterios generales de diseño y normativa para la construcción de redes de alcantarillado.

**Estandarización y uniformidad:** Proporciona definiciones precisas de términos relacionados con el alcantarillado y establece normas y criterios de diseño que deben seguirse para garantizar la consistencia y la calidad en la construcción del alcantarillado en la ciudad.

**Garantía de calidad y seguridad:** Las normas establecidas ayudan a garantizar que las redes de alcantarillado sean seguras, duraderas y funcionen correctamente. Esto es crucial para garantizar la salud y el medio ambiente, al tiempo que se asegura el funcionamiento adecuado de las infraestructuras de alcantarillado.

**Protección de la infraestructura existente:** Las normas también abordan la necesidad de evitar interferencias con otros servicios, como las redes de agua potable, gas, electricidad, etc. Esto ayuda a proteger la infraestructura existente y garantizar que no haya conflictos o daños durante la construcción o la operación de las redes de alcantarillado.

**Eficiencia en el diseño y la construcción:** Establece criterios para la ubicación, profundidad, trazado y diseño de las redes de alcantarillado, lo que ayuda a garantizar la eficiencia en el uso de recursos durante el proceso de diseño y construcción.

Al seguir estas normas, como investigadores podemos garantizar que la propuesta cumpla con los estándares de calidad y seguridad requeridos por las autoridades locales y nacionales. Además, las normas también pueden proporcionar parámetros específicos que pueden ser utilizados como entradas o criterios de validación para el modelo creado en SewerCAD.

## **Normas para estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores A 1000 Habitantes. (Ministerio del Ambiente)**

La normativa tiene como objetivo establecer criterios técnicos y procedimientos específicos para el diseño, ejecución y operación de sistemas de abastecimiento de agua potable y eliminación de aguas residuales en Ecuador. La finalidad fundamental es asegurar que los proyectos se desarrollen en un marco técnico apropiado para las condiciones del país, reduciendo la dependencia de equipos importados y evitando el uso de tecnologías inadecuadas que podrían resultar en costosos fracasos. Estas medidas buscan promover la eficiencia y sostenibilidad de las infraestructuras relacionadas con el agua, contribuyendo así al desarrollo adecuado y a la gestión eficaz de los recursos hídricos en el contexto nacional.

En las redes de alcantarillado, se requieren pozos de inspección en:

- **Cambios de pendiente y dirección:** Excepto en alcantarillas curvas.
- **Puntos de confluencia de colectores.**

La máxima distancia entre pozos depende del diámetro del colector:

- **Menor a 350 mm:** 100 metros.
- **Entre 400 mm y 800 mm:** 150 metros.
- **Mayor a 800 mm:** 200 metros.

**Excepción:** Se pueden instalar pozos más separados, considerando:

- **Topografía del terreno.**
- **Características urbanísticas del proyecto.**
- **Capacidad de limpieza de los equipos disponibles.**

La distancia máxima entre pozos no debe superar la capacidad de limpieza de los equipos.

En cuanto al peso que tiene esta normativa en la investigación sobre la propuesta de un sistema de alcantarillado sanitario en el barrio 24 de mayo del cantón Isidro Ayora mediante el software SewerCAD, es fundamental. Esta normativa proporciona los lineamientos y criterios necesarios para llevar a cabo un proyecto de esta naturaleza en Ecuador. Los estudios de pre-factibilidad y factibilidad, así como los criterios de diseño y las etapas que se deben cumplir,

están detallados en la normativa y deben ser seguidos para garantizar la viabilidad técnica, económica y operativa del proyecto.

Por lo tanto, cualquier propuesta de diseño de un sistema de alcantarillado sanitario en Ecuador, incluyendo el mencionado en el barrio 24 de mayo del cantón Isidro Ayora, debe cumplir con las disposiciones de esta normativa. Esto implica llevar los sondeos necesarios, como el levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico, análisis de suelos, selección de fuentes de abastecimiento, diseño de redes de distribución y recolección de aguas residuales, entre otros, de acuerdo con los criterios establecidos en la normativa. El no cumplimiento de estas disposiciones podría implicar la no aprobación del proyecto por parte de las autoridades competentes.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Enfoque de la investigación**

El enfoque cuantitativo es importante en la ingeniería civil debido a su énfasis en la precisión, la objetividad y la capacidad de medir y analizar variables numéricas de manera sistemática. Esta metodología se basa en la recopilación de datos cuantificables, lo cual es crítico en proyectos de infraestructura donde se requiere una precisión exacta para garantizar la seguridad y eficiencia. Utilizando técnicas estadísticas y matemáticas avanzadas, el enfoque cuantitativo permite una interpretación rigurosa de los datos, facilitando así la toma de decisiones basada en evidencia sólida.

#### **3.2 Alcance de la investigación**

En el contexto de la ingeniería civil y la planificación urbana, comprender las condiciones existentes es fundamental. Un estudio descriptivo en el proyecto de alcantarillado sanitario nos permite capturar una imagen detallada del estado actual del sistema en el barrio 24 de mayo. Este enfoque se enfoca en "qué es" y "cómo es" la situación actual, proporcionando una base sólida para cualquier análisis o intervención futura. Es crucial identificar características como la capacidad actual del sistema de alcantarillado, las condiciones del suelo, los patrones de drenaje y la distribución de la población.

Una descripción detallada y precisa de las condiciones actuales es esencial para la planificación efectiva. Al documentar el estado actual del sistema de alcantarillado, el estudio descriptivo proporciona una base crítica para la propuesta de mejoras o rediseño utilizando SewerCAD. Este enfoque asegura que las mejoras propuestas se basen en una comprensión clara de las necesidades y limitaciones existentes, lo que es crucial para garantizar la efectividad y viabilidad del diseño propuesto.

El enfoque descriptivo es invaluable para la toma de decisiones informadas. Al identificar áreas problemáticas, como zonas de alto riesgo de inundación o congestión en el sistema de alcantarillado actual, los planificadores y diseñadores pueden tomar decisiones más informadas sobre dónde y cómo implementar mejoras. Esta metodología asegura que las decisiones de diseño y

planificación no se basen en conjeturas, sino en una comprensión detallada de la realidad existente.

Además de su aplicación inmediata en el diseño del sistema de alcantarillado, un estudio descriptivo proporciona una documentación valiosa para futuras investigaciones. Los datos y análisis generados pueden servir como punto de referencia para estudios correlacionales o exploratorios adicionales, extendiendo así el valor y alcance de la investigación actual.

### **3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos**

Una técnica clave para la recolección de datos en este proyecto es la observación y el trabajo de campo. Para asegurar que la observación sea sistemática y objetiva, se utiliza una guía de observación detallada, que incluye parámetros específicos como las condiciones actuales del sistema de alcantarillado, características del terreno y patrones de flujo de agua. Herramientas de medición como cintas métricas, niveles láser y dispositivos GPS son fundamentales para obtener mediciones precisas. Además, la fotografía y videografía del área de estudio proporcionan una referencia visual valiosa, permitiendo un análisis más detallado de las condiciones actuales.

La técnica de encuesta se emplea para recopilar datos de los residentes. Los cuestionarios diseñados buscan obtener información sobre la frecuencia de problemas en la evacuación de aguas residuales, la satisfacción con el sistema actual y observaciones personales sobre incidencias como inundaciones o atascos. Esta técnica permite recoger datos cuantitativos directamente de los usuarios, proporcionando información valiosa sobre la experiencia y percepciones de los residentes. El estudio de caso es otra técnica importante en este proyecto. Este enfoque general ayuda a entender no solo las características físicas del sistema, sino también los aspectos sociales y de gestión que lo rodean.

Finalmente, se llevan a cabo pruebas de variables bajo diferentes condiciones y se utiliza software estadístico para analizar los datos recopilados, buscando correlaciones y patrones. Este enfoque permite validar hipótesis y modelos teóricos, aportando una base sólida para las decisiones de diseño. El procesamiento de todos los datos recopilados es una fase crucial. Incluye la organización, análisis y presentación de la información recabada. El uso de

software de análisis de datos facilita la interpretación de los resultados de las encuestas, observaciones y experimentos. La presentación de los datos en formatos como gráficos, tablas y mapas ayuda a visualizar los hallazgos de manera clara y comprensible.

### **3.4 Población y muestra**

La población de estudio para este proyecto está claramente delimitada al barrio 24 de mayo en el Cantón Isidro Ayora. Esta población comprende no solo a los residentes del barrio, sino también hogares, comercios, y otras estructuras. La comprensión de las características demográficas, socioeconómicas y urbanísticas de esta población es fundamental para el diseño efectivo del sistema de alcantarillado.

#### **Tipos de Muestra en investigación cuantitativa**

**Proceso Aleatorio:** La selección de cada elemento se realiza de manera aleatoria, lo que significa que no hay un patrón predecible en la elección de los participantes.

**Facilita el Análisis Estadístico:** La aleatoriedad en la selección facilita la aplicación de métodos estadísticos más robustos y permite hacer inferencias sobre la población más amplia a partir de la muestra recopilada.

La muestra debe ser lo suficientemente amplia y diversa para ser representativa de la población total del barrio. El tamaño de la muestra dependerá de factores prácticos como recursos y tiempo disponibles, pero se buscará un equilibrio para garantizar la validez estadística en el análisis cuantitativo. Además, se tomarán en cuenta las características únicas del barrio, como la distribución geográfica y la variedad en tipos de estructuras, para garantizar una cobertura integral.

## **CAPÍTULO IV**

### **PROPUESTA O INFORME**

#### **4.1 Presentación y análisis de resultados**

##### **Levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico del Barrio 24 de Mayo y alrededores**

**Área:** 6.10 hectáreas

##### **Procedimiento**

##### **Nivelación:**

- Se establece un punto de referencia a partir de una placa georreferenciada en la Escuela Mariscal Sucre.
- Se colocan hitos de control con su respectiva altura dentro del polígono.

##### **Georreferenciación**

- Se utiliza equipos GNSS en modo RTK para determinar las coordenadas de los hitos de control.

##### **Recopilación de datos**

Se emplea una Estación Total para la medición de detalles del terreno como:

- Niveles de las vías y sus laterales.
- Ubicación de bordillos y postes de alumbrado público.
- Líneas de fábrica (construcciones).

##### **Procesamiento de datos**

Se descarga los datos de la Estación Total y el GNSS.

- Se utiliza el software Civil 3D 2021 para:
- Dibujar el polígono.
- Generar las curvas de nivel.

## Resultado

Plano topográfico del barrio 24 de mayo y sus alrededores con:

- Curvas de nivel.
- Ubicación de hitos de control.
- Detalles del terreno como: vías, bordillos, postes, etc.

## Delimitación geográfica del problema

### Figura 4

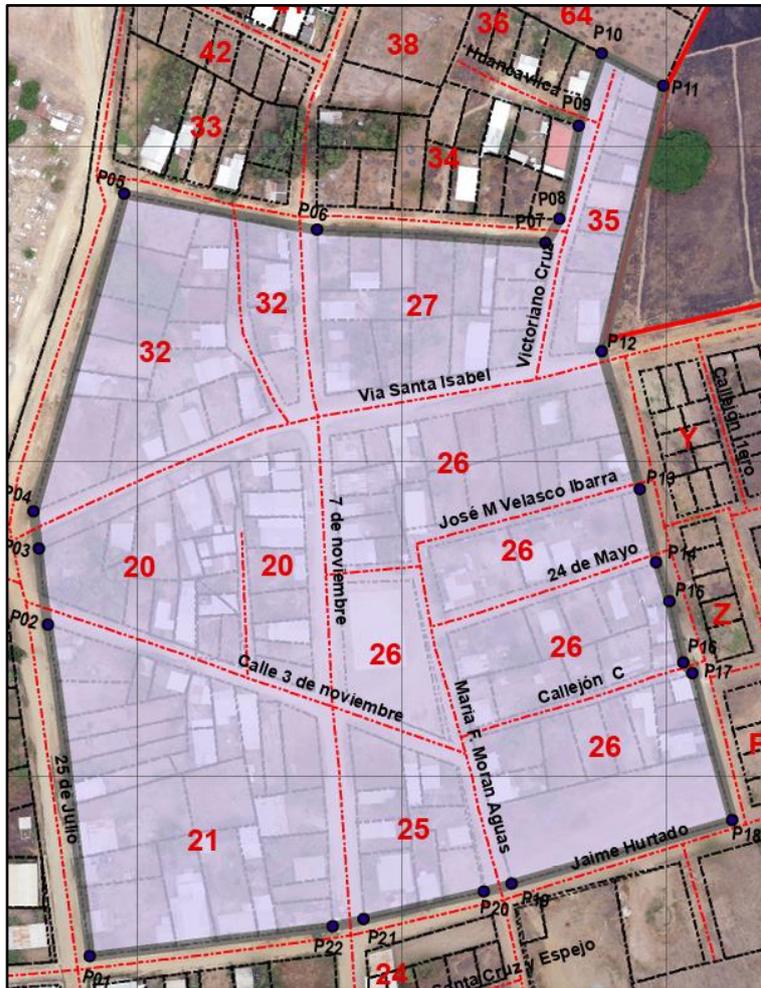
*Cantón Isidro Ayora, Barrio 24 de Mayo*



**Fuente:** Municipio Isidro Ayora (2024)

**Figura 5**

*Barrio 24 de Mayo*



Fuente: Municipio Isidro Ayora (2024)

#### 4.1.1 Análisis de la población

A través de InfoNEC, se obtuvieron datos relevantes de la población, los cuales fueron tabulados por años mediante los métodos lineal, geométrico y logarítmico. En la siguiente tabla se presentan los datos obtenidos.

InfoNEC

Tabla 1

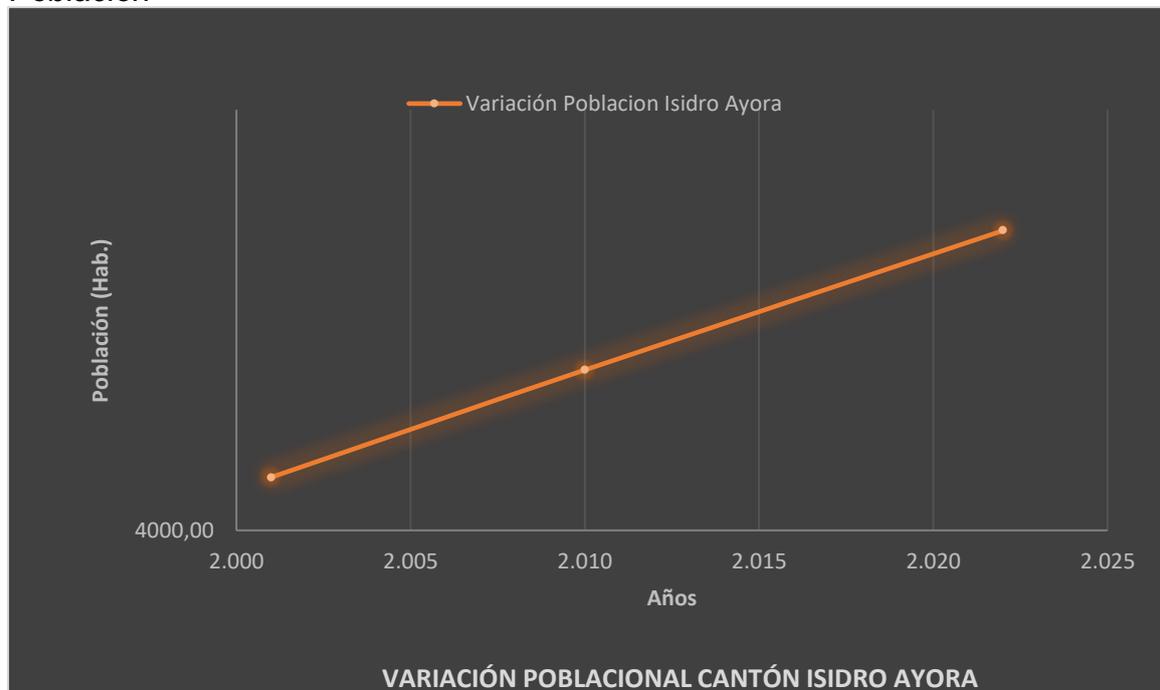
InfoNEC

REGIÓN COSTA	POBLACIÓN CENSADA INEC (AÑO / HABITANTES)			METODO LINEAL TASA DE CRECIMIENTO ANUAL (HAB/AÑO)			METODO GEOMÉTRICO (r) TASA DE CRECIMIENTO ANUAL (r - %)			METODO LOGARÍTMICO (kg) TASA DE CRECIMIENTO ANUAL (kg)		
	2.001	2.010	2.022	$k_a = \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}}$			$r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}}\right)^{\frac{1}{T_{uc}-T_{ci}}} - 1$			$k_g = \frac{Ln P_{cp} - Ln P_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}}$		
				11 AÑOS (1190 - 2001)	9 AÑOS (2001 - 2010)	20 AÑOS (1990 - 2010)	11 AÑOS (1190 - 2001)	9 AÑOS (2001 - 2010)	20 AÑOS (1990 - 2010)	11 AÑOS (1190 - 2001)	9 AÑOS (2001 - 2010)	20 AÑOS (1990 - 2010)
ISIDRO AYORA	4758,00	6288,00	8275,00	170,00	165,58	167,48	0,031	0,023	0,027	0,031	0,023	0,026
				167,69 (PROMEDIO)			0,03 (PROMEDIO)			0,03 (PROMEDIO)		

Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

Figura 6

Población



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

## Población parcial

Se elabora proyecciones de población para el periodo pasado de 28 años (2022-2049) en un área de diseño constante de 6 hectáreas, utilizando métodos como la media lineal, geométrica y algorítmica. Estas estimaciones son esenciales para la planificación urbana, permitiendo anticipar el crecimiento poblacional y adaptar infraestructuras en consecuencia, contribuyendo a una gestión eficiente del desarrollo de la comunidad.

**Tabla 2**

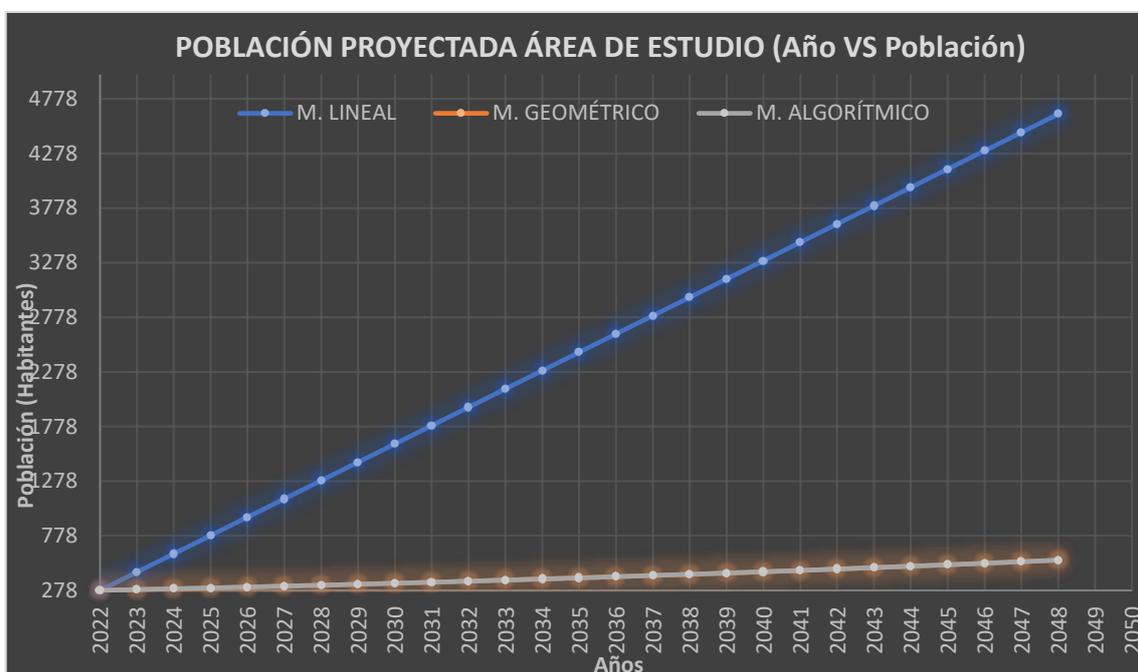
*Población parcial*

AÑO	ΔT (AÑOS)	AREA DISEÑO (Ha)	PROYECCIÓN POBLACIÓN (hab)				DENSIDAD PROYECTADA
			M. LINEAL	M. GEOMÉTRICO	M. ALGORÍTMICO	Promedio	
2022	0	6	278	278	278	278	46,33
2023	1	6	446	286	286	286	47,67
<b>2024</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>613</b>	<b>293</b>	<b>293</b>	<b>293</b>	<b>48,83</b>
2025	3	6	781	301	301	301	50,17
2026	4	6	949	309	309	309	51,50
2027	5	6	1116	318	318	318	53,00
2028	6	6	1284	326	326	326	54,33
2029	7	6	1452	335	335	335	55,83
2030	8	6	1619	344	344	344	57,33
2031	9	6	1787	353	353	353	58,83
2032	10	6	1955	363	363	363	60,50
2033	11	6	2123	373	373	373	62,17
2034	12	6	2290	383	383	383	63,83
2035	13	6	2458	393	393	393	65,50
2036	14	6	2626	404	404	404	67,33
2037	15	6	2793	415	415	415	69,17
2038	16	6	2961	426	426	426	71,00
2039	17	6	3129	437	437	437	72,83
2040	18	6	3296	449	449	449	74,83
2041	19	6	3464	461	461	461	76,83
2042	20	6	3632	474	474	474	79,00
2043	21	6	3799	486	487	487	81,08
2044	22	6	3967	500	500	500	83,33
2045	23	6	4135	513	513	513	85,50
2046	24	6	4302	527	527	527	87,83
2047	25	6	4470	541	541	541	90,17
2048	26	6	4638	556	556	556	92,67
<b>2049</b>	<b>27</b>	<b>6</b>	<b>4806</b>	<b>571</b>	<b>571</b>	<b>571</b>	<b>95,17</b>

Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Figura 7**

*Población parcial*



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Población total**

Se presenta la densidad poblacional proyectada en habitantes por hectárea para un periodo de tiempo utilizando tres métodos diferentes: lineal (D1), geométrico (D2) y algorítmico (D3), con un promedio general (D-Promedio). Los valores van desde 46,32 hasta 117,75 habitantes por hectárea a lo largo del periodo proyectado.

**Tabla 3**

*Población Total*

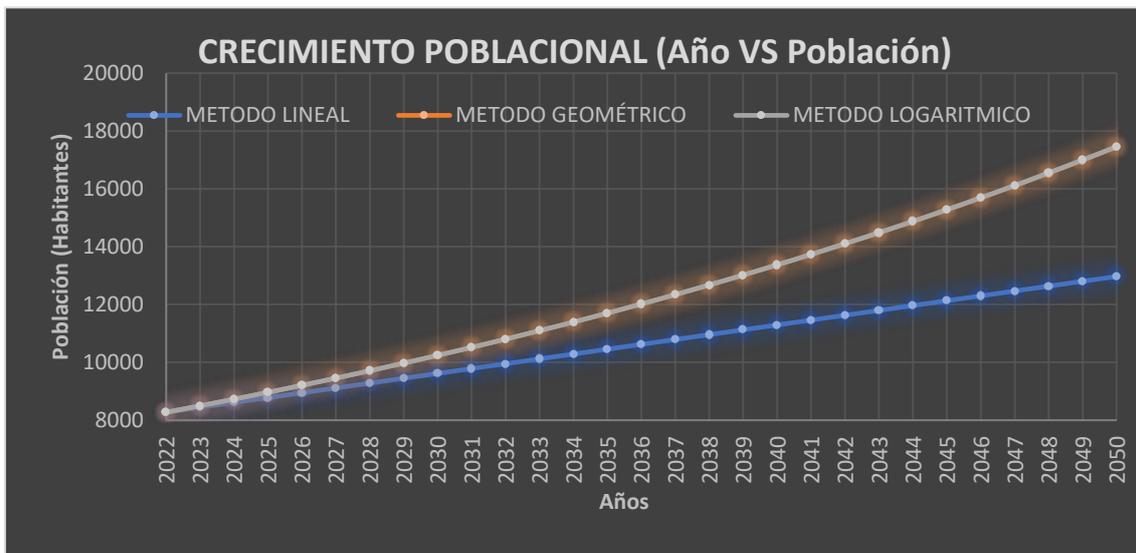
DENSIDAD POBLACIONAL (hab/Ha)			
D1 (Lineal)	D2 (Geométrico)	D3 (Algorítmico)	D-Promedio
46,32	46,32	46,32	46,32
47,26	47,57	47,58	47,58
<b>48,20</b>	<b>48,86</b>	<b>48,86</b>	<b>48,86</b>
49,14	50,18	50,18	50,18
50,08	51,53	51,53	51,53
51,01	52,92	52,93	52,93
51,95	54,35	54,36	54,36

52,89	55,82	55,83	55,83
53,83	57,33	57,34	57,34
54,77	58,87	58,89	58,88
55,71	60,46	60,48	60,47
56,65	62,10	62,11	62,11
57,59	63,77	63,79	63,78
58,53	65,49	65,52	65,51
59,47	67,26	67,29	67,28
60,40	69,08	69,11	69,10
61,34	70,94	70,97	70,96
62,28	72,86	72,89	72,88
63,22	74,83	74,86	74,85
64,16	76,85	76,88	76,87
65,10	78,92	78,96	78,94
66,03	81,05	81,10	81,08
66,97	83,24	83,28	83,26
67,91	85,49	85,54	85,52
68,85	87,80	87,85	87,83
69,79	90,17	90,22	90,20
70,73	92,60	92,66	92,63
<b>71,67</b>	<b>95,10</b>	<b>95,16</b>	<b>95,13</b>
72,60	97,67	97,74	97,71
73,54	100,31	100,38	100,35
74,48	103,02	103,09	103,06
75,42	105,80	105,88	105,84
76,36	108,65	108,74	108,70
77,30	111,59	111,68	111,64
78,24	114,60	114,69	114,65
79,18	117,69	117,80	117,75

Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

## Figura 8

### Población total



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

## Caudales Totales

La tabla resume información esencial para el diseño de un sistema, incluyendo área total, número de predios, índice de crecimiento, periodo de diseño, densidades poblacionales en 2024 y 2049, población en 2021 y 2046, dotación de agua por habitante, y detalles sobre caudales medios y máximos. Estos datos son importantes para la planificación eficiente de infraestructuras hidráulicas y el suministro de agua.

**Tabla 4**

*Caudales. totales*

	COMPONENTE	UNIDADES	CANTIDAD
	Área Neta	Ha.	6,00
	Área Adicional	Ha.	0,00
	Área Total	Ha.	6,00
	Numero de Predios	Predio	137,0
	Índice de Crecimiento	%	3,00
	Período de Diseño	Años	25,00
	Densidad 2024	Hab. / Ha	48,83
	<b>Población 2021</b>	<b>Hab.</b>	<b>293</b>
	<b>Habitantes por predio 2021</b>	<b>Hab./Predio</b>	<b>2,1</b>
	Densidad 2049	Hab. / Ha	95,17
	<b>Población 2046</b>	<b>Hab.</b>	<b>571</b>
	<b>Habitantes por predio 2049</b>	<b>Hab./Predio</b>	<b>4,2</b>
	Dotación	L/Hab/Día	200,00
	Coef. Retorno	%	80,00
2021	<b>Caudal Medio.</b>	<b>LPS</b>	<b>0,54</b>
	<b>Factor de Mayoración</b>	<b>-</b>	<b>4,08</b>
	<b>Q. Max</b>	<b>LPS</b>	<b>2,20</b>
	Coef. Infiltración	LPS/Ha.	0,05
	<b>Q. Infiltración</b>	<b>LPS</b>	<b>0,30</b>
	Coef. Ilícitas	LPS/Ha.	0,10
	<b>Q. Ilícitas</b>	<b>LPS</b>	<b>0,60</b>
	<b>Q. Total</b>	<b>LPS</b>	<b>3,10</b>
		<b>LPS/Ha.</b>	<b>0,517</b>
2046	<b>Caudal Medio.</b>	<b>LPS</b>	<b>1,06</b>
	<b>Factor de Mayoración</b>	<b>-</b>	<b>3,94</b>
	<b>Q. Max</b>	<b>LPS</b>	<b>4,18</b>
	Coef. Infiltración	LPS/Ha.	0,10
	<b>Q. Infiltración</b>	<b>LPS</b>	<b>0,60</b>
	Coef. Ilícitas	LPS/Ha.	0,10
	<b>Q. Ilícitas</b>	<b>LPS</b>	<b>0,60</b>
	<b>Q. Total</b>	<b>LPS</b>	<b>5,38</b>
		<b>LPS/Ha.</b>	<b>0,897</b>

Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

## Tabla de parámetros

Estos parámetros son fundamentales para garantizar un diseño eficiente y funcional del sistema de alcantarillado sanitario, considerando factores como la población futura, caudales de diseño, velocidades y diámetros mínimos requeridos.

**Tabla 5**

*Tabla de parámetros*

PARAMETRO	DETERMINACION
Periodo de Diseño	25 años
Población Futura (P)	Número de habitantes proyectada al final del periodo de diseño.
Caudales de Diseño Alcantarillado Sanitario	$Q_{max} = (M \cdot Q_{med}) + Q_{inf} + Q_{ili}$
Caudal Medio (Qmed)	$Q_{med} = CR \cdot P \cdot D / 86400$
Coeficiente de Retorno (CR)	80.00%
Factor de Mayoración (M)	$M = 1 + \frac{14}{4+P^{0.5}} = \frac{18+\sqrt{P}}{4+\sqrt{P}}$ (Ecuacion de Harmon)
Caudal de Infiltración (Qinf)	0.20 LPS / Ha
Caudal por Conexiones Ilícitas (Qili)	0.10 LPS/ Ha
Área de Aportación (A)	Área de escurrimiento que descarga a cada tramo de colector.
Trazado de Redes Colectoras	Conforme los escurrimientos naturales del terreno
Velocidad Mínima (v)	0.45m/s
Velocidad Máxima (v)	4.50m/s
Pendiente Mínima	Aquella que provoque las velocidades mínimas.
Verificación de Relaciones Hidráulicas	$(q/Q, WV, h/H) < 85\%$
Diámetro Mínimo Terciaria AASS	DN 175mm (Di = 150mm)
Diámetro Mínimo Colectores AASS	DN 220mm (Di = 200mm)

**Elaborado por:** Romero, E. y Zanga, J. (2024).

## Novafort

Estas especificaciones proporcionan información detallada sobre las dimensiones y características técnicas de las tuberías de PVC Novafort Plus,

lo cual es fundamental para su selección y aplicación en proyectos de infraestructura.

**Tabla 6**

*Novafort*

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS TUBERIAS DE PVC PARED ESTRUCTURADA NOVAFORT PLUS						
Diámetro Nominal	Diámetro Interior	Longitud Útil (NO incluye campana)	RIGIDEZ			
			Rigidez Anular ISO 9969 kPa (kN/m <sup>2</sup> )		Rigidez del Tubo ASTM D-2412 lb/plg <sup>2</sup> (kN/m <sup>2</sup> )	
			INEN 2059			
mm	mm	m	Serie 5	*Serie 6	Serie 5	*Serie 6
125	110,00	6	-	8	-	57(394)
175	160,00	6	4	-	29 (199)	-
220	200,00	6	4	-	29 (199)	-
280	250,00	6	4	-	29 (199)	-
335	300,00	6	4	-	29 (199)	-
400	364,00	6	4	-	29 (199)	-
440	400,00	6	4	-	29 (199)	-
540	500,00	6	4	-	29 (199)	-
650	600,00	6	4	-	29 (199)	-
760	700,00	6	4	-	29 (199)	-
875	800,00	6	4	-	29 (199)	-
* 975	900,00	6	4	-	29 (199)	-

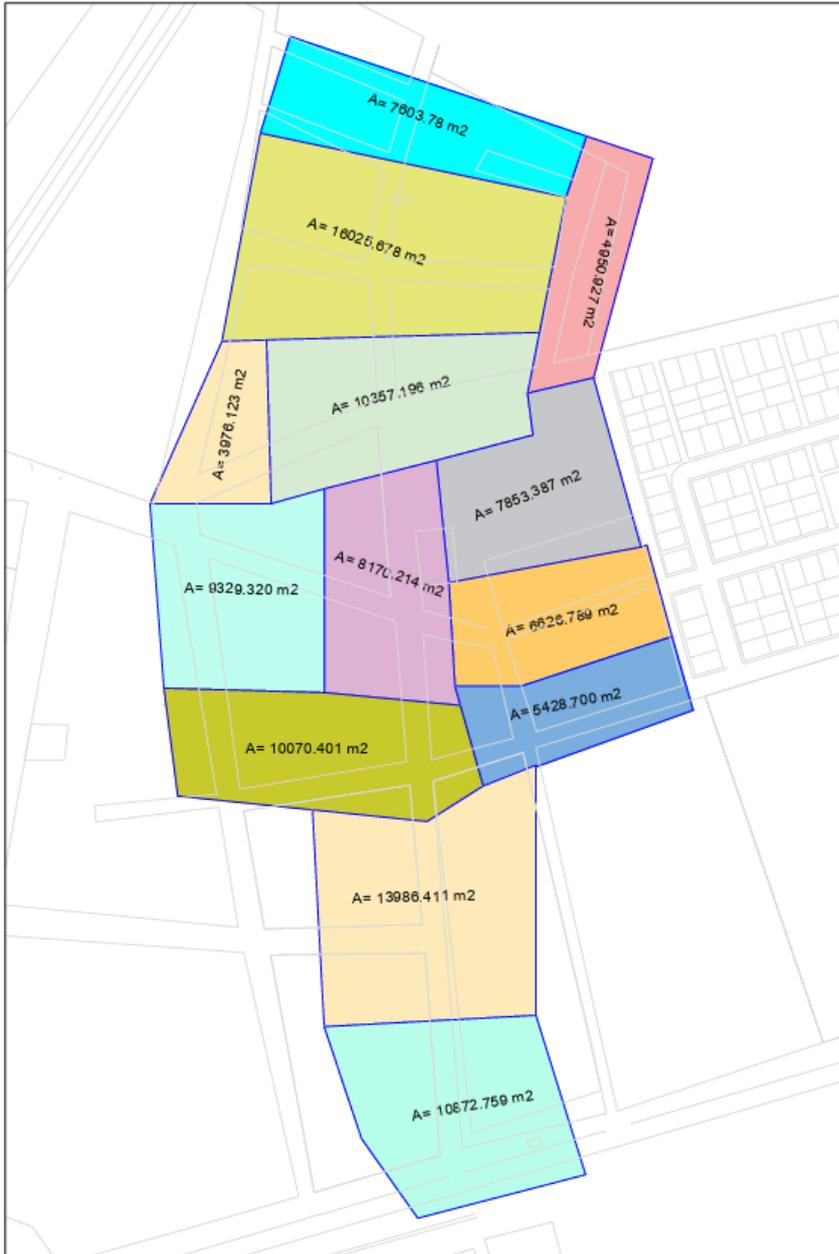
Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

### Áreas de aportación

El plano técnico que exhibe las distintas áreas de aportación en metros cuadrados.

**Figura 9**

*Áreas de aportación*

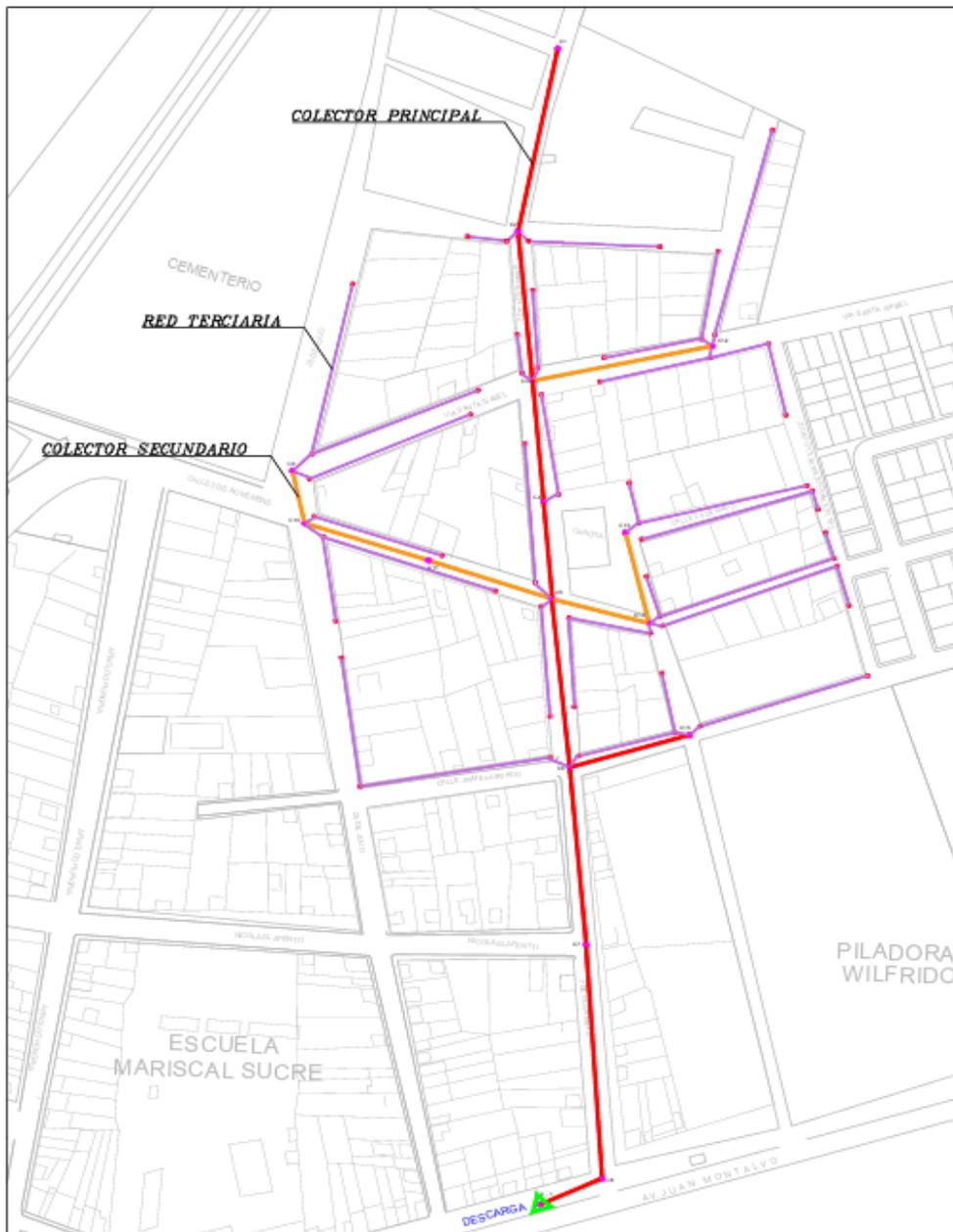


Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

## Red Sanitaria

Figura 10

Red sanitaria



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

### Tabla de cámaras

Estos datos son útiles en el diseño y gestión de sistemas de alcantarillado para comprender el flujo de agua, las alturas relativas y las condiciones en diferentes puntos del sistema.

**Tabla 7***Cámaras*

Label	Elevation (Ground) (m)	Elevation (Rim) (m)	Elevation (Invert) (m)	Flow (Total In) (L/s)	Flow (Total Out) (L/s)	Depth (Out) (m)	Hydraulic Grade Line (Out) (m)	Hydraulic Grade Line (In) (m)
MH-1	28	28	26.6	0	0.76	0.02	26.62	26.62
MH-2	28.99	28.99	25.99	0.76	2.36	0.04	26.04	26.04
MH-3	29	29	25.76	2.86	3.9	0.06	25.81	25.81
MH-4	29.25	29.25	25.59	3.9	4.72	0.06	25.66	25.66
MH-5	29.73	29.73	25.42	8.43	9.25	0.09	25.5	25.5
MH-6	29.6	29.6	25.16	9.79	10.8	0.1	25.25	25.25
MH-7	28.1	28.1	24.91	10.8	12.2	0.1	25.01	25.01
MH-8	29	29	24.51	12.2	13.29	0.11	24.62	24.62
MH-9	28.6	28.6	27.01	0	0.4	0.02	27.02	27.02
MH-10	27.94	27.94	26.54	0.4	1.33	0.03	26.57	26.57
MH-11	28.9	28.9	26.3	1.33	2.26	0.04	26.34	26.34
MH-12	28.17	28.17	26.77	0	0.5	0.02	26.79	26.79
MH-13	29.39	29.39	26.91	0	0.79	0.02	26.93	26.93
MH-14	29.81	29.81	26.2	0.79	1.45	0.03	26.23	26.23
MH-15	29.82	29.82	26.06	0	0.54	0.02	26.08	26.08

Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Tabla de descarga****Tabla 8***Descarga*

Label	Elevation (Ground) (m)	Elevation (Invert) (m)	Hydraulic Grade (m)	Flow (Total Out) (L/s)
O-1	29.7	24.41	24.51	13.29

Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Tabla de tuberías**

La tabla proporcionada presenta información detallada sobre conducciones y pozos de visita en un sistema de alcantarillado o gestión de aguas pluviales. Estos datos son esenciales para los ingenieros y diseñadores hidráulicos que trabajan en el diseño y mantenimiento de infraestructuras para el manejo eficiente del agua.

**Tabla 9**

*Tuberías*

Label	Start Node	Invert (Start) (m)	Stop Node	Invert (Stop) (m)	Length (User Defined) (m)	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (%)	Section Type	Material	Catalog Class	Diameter (mm)	Manning's n	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Depth (Middle) (m)	Capacity (Full Flow) (L/s)
CO-1	MH-1	26.6	MH-2	25.99	91.1	91.1	0.665	Circle	PVC	Circle - PVC	200	0.01	0.76	0.45	0.03	34.77
CO-2	MH-2	25.99	MH-3	25.76	78.7	78.7	0.3	Circle	PVC	Circle - PVC	200	0.01	2.36	0.48	0.05	23.35
CO-3	MH-3	25.76	MH-4	25.59	54.6	54.6	0.3	Circle	PVC	Circle - PVC	200	0.01	3.9	0.55	0.06	23.35
CO-4	MH-4	25.59	MH-5	25.42	59.5	59.5	0.3	Circle	PVC	Circle - PVC	200	0.01	4.72	0.58	0.07	23.35
CO-5	MH-5	25.42	MH-6	25.16	86.4	86.4	0.3	Circle	PVC	Circle - PVC	200	0.01	9.25	0.7	0.09	23.35
CO-6	MH-6	25.16	MH-7	24.91	81.8	81.8	0.3	Circle	PVC	Circle - PVC	200	0.01	10.8	0.73	0.1	23.35
CO-7	MH-7	24.91	MH-8	24.51	134.1	134.1	0.3	Circle	PVC	Circle - PVC	200	0.01	12.2	0.75	0.11	23.35
CO-8	MH-8	24.51	O-1	24.41	32.2	32.2	0.3	Circle	PVC	Circle - PVC	200	0.01	13.29	0.77	0.1	23.35
CO-9	MH-9	27.01	MH-10	26.54	31.1	31.1	1.5	Circle	PVC	Circle - PVC	200	0.01	0.4	0.49	0.02	52.22
CO-10	MH-10	26.54	MH-11	26.3	57.5	57.5	0.412	Circle	PVC	Circle - PVC	200	0.01	1.33	0.45	0.03	27.36
CO-11	MH-11	26.3	MH-5	25.42	62.6	62.6	1.418	Circle	PVC	Circle - PVC	200	0.01	2.26	0.81	0.06	50.77
CO-12	MH-12	26.77	MH-3	25.76	90.9	90.9	1.113	Circle	PVC	Circle - PVC	200	0.01	0.5	0.47	0.04	44.98
CO-13	MH-13	26.91	MH-14	26.2	46.9	46.9	1.5	Circle	PVC	Circle - PVC	200	0.01	0.79	0.61	0.03	52.22
CO-14	MH-14	26.2	MH-5	25.42	52.4	52.4	1.5	Circle	PVC	Circle - PVC	200	0.01	1.45	0.73	0.06	52.22
CO-15	MH-15	26.06	MH-6	25.16	60	60	1.5	Circle	PVC	Circle - PVC	200	0.01	0.54	0.54	0.06	52.22

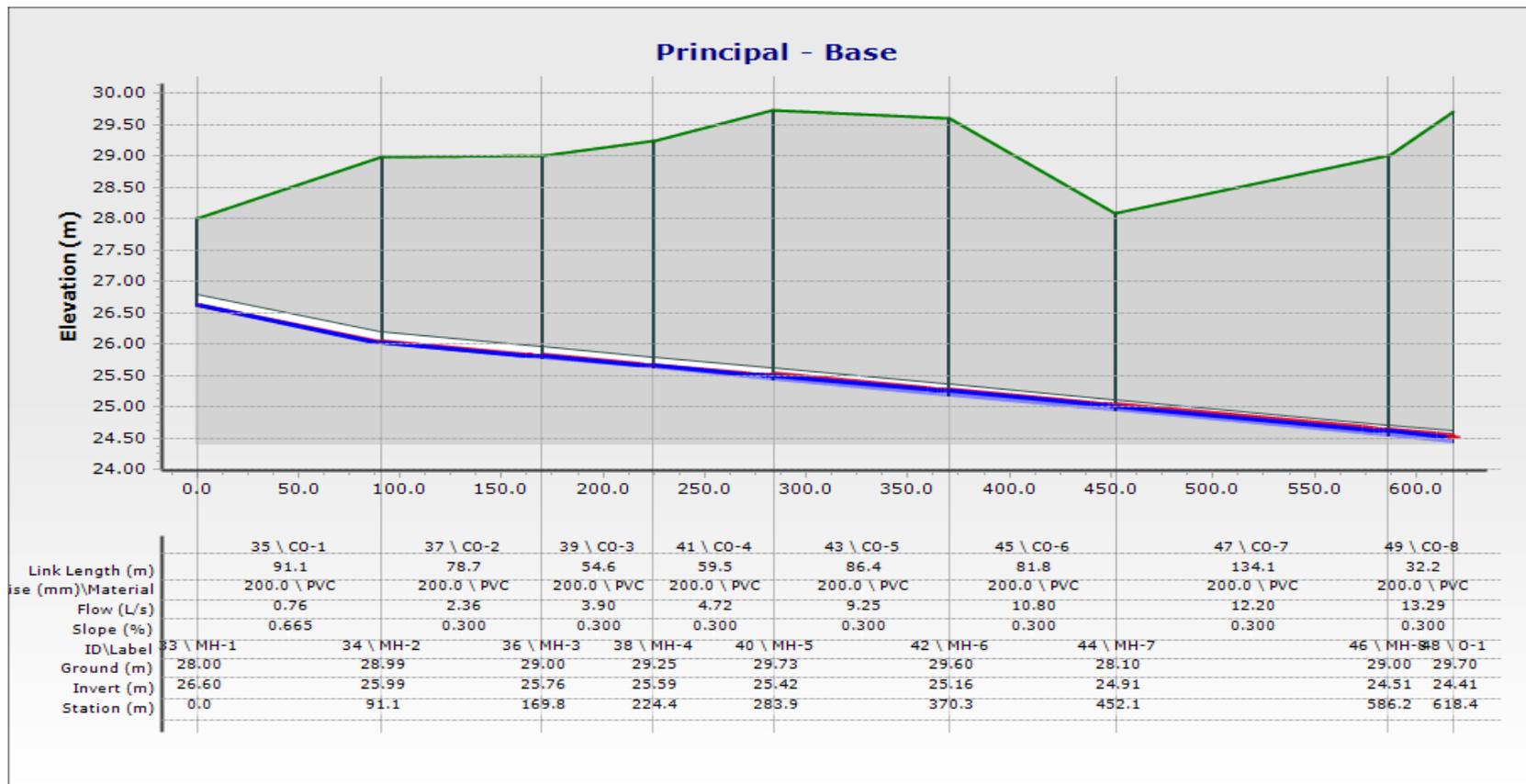
Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

## Perfiles

De Norte a Sur

**Figura 11**

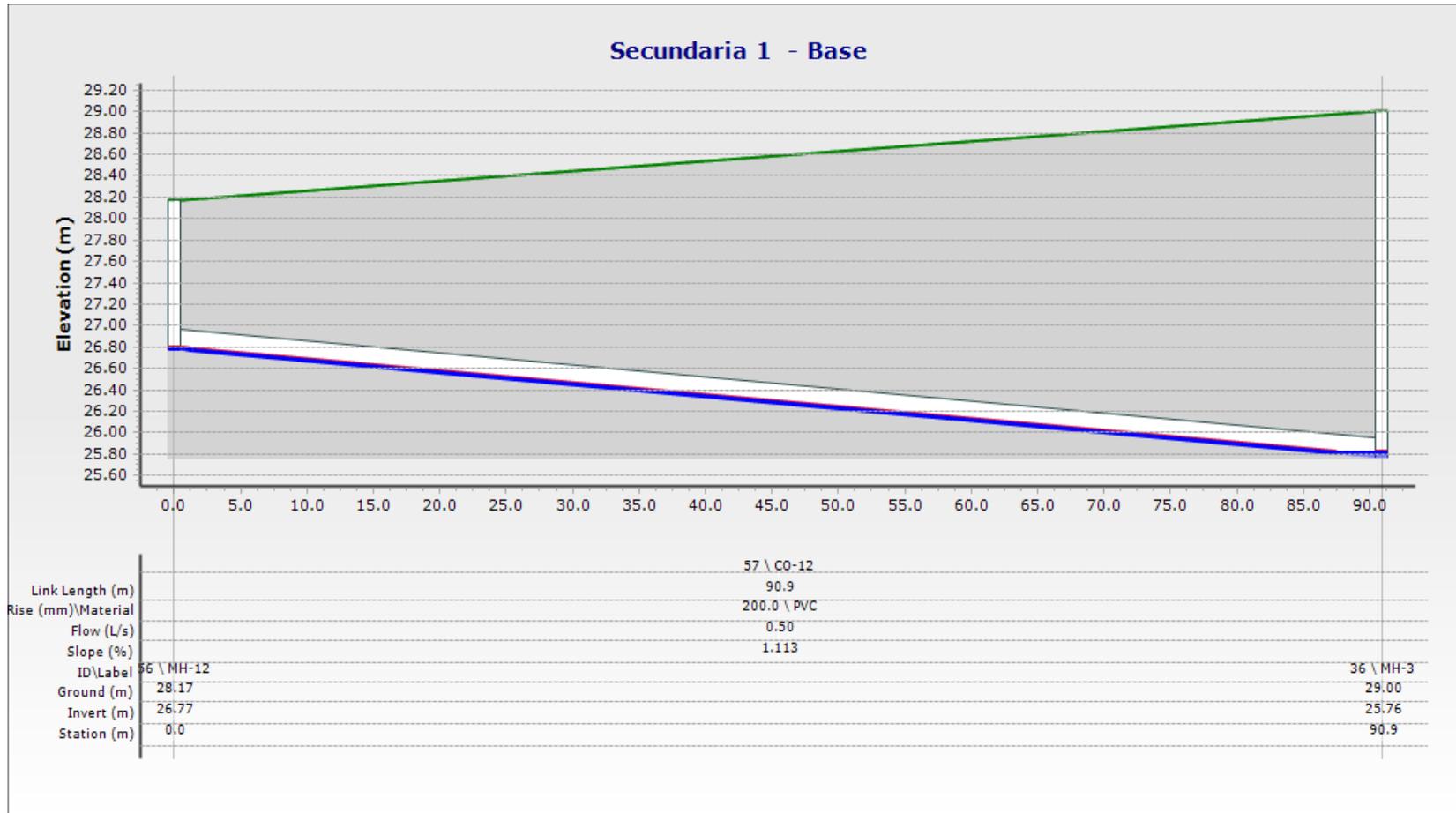
*Red sanitaria principal*



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Figura 12**

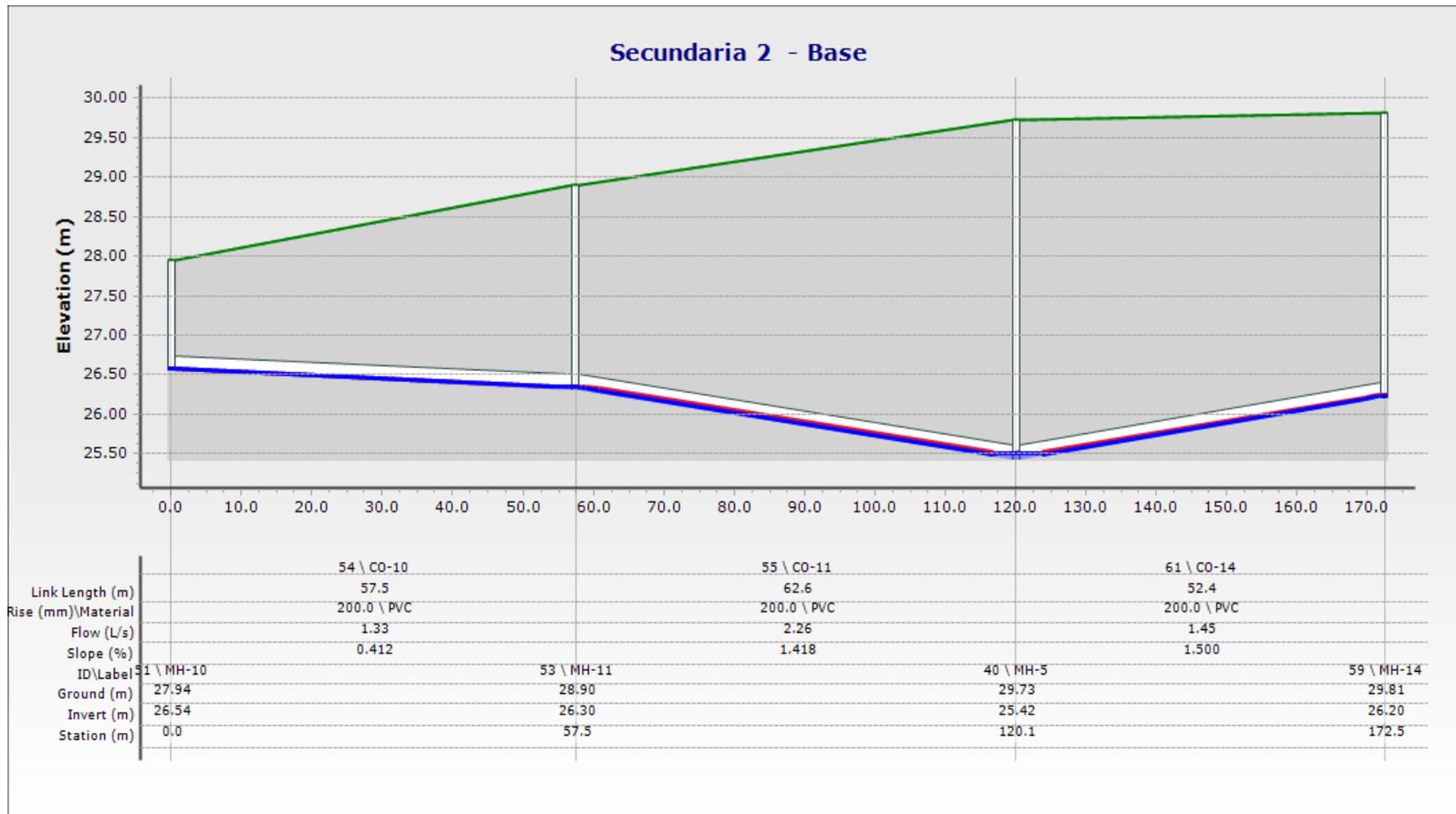
*Red sanitaria secundaria 1*



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Figura 13**

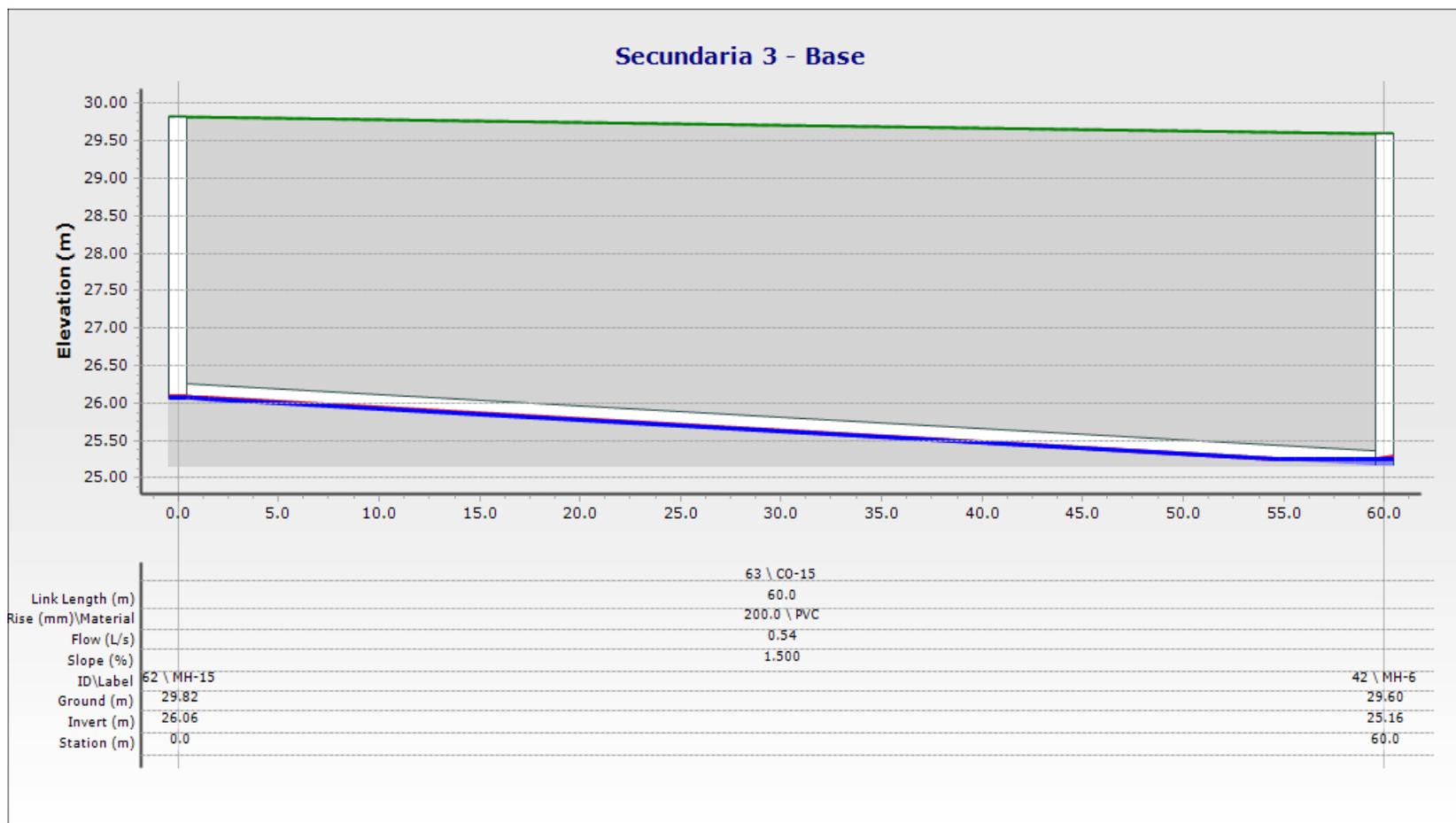
*Red sanitaria secundaria 2*



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Figura 14**

*Red sanitaria secundaria 3*

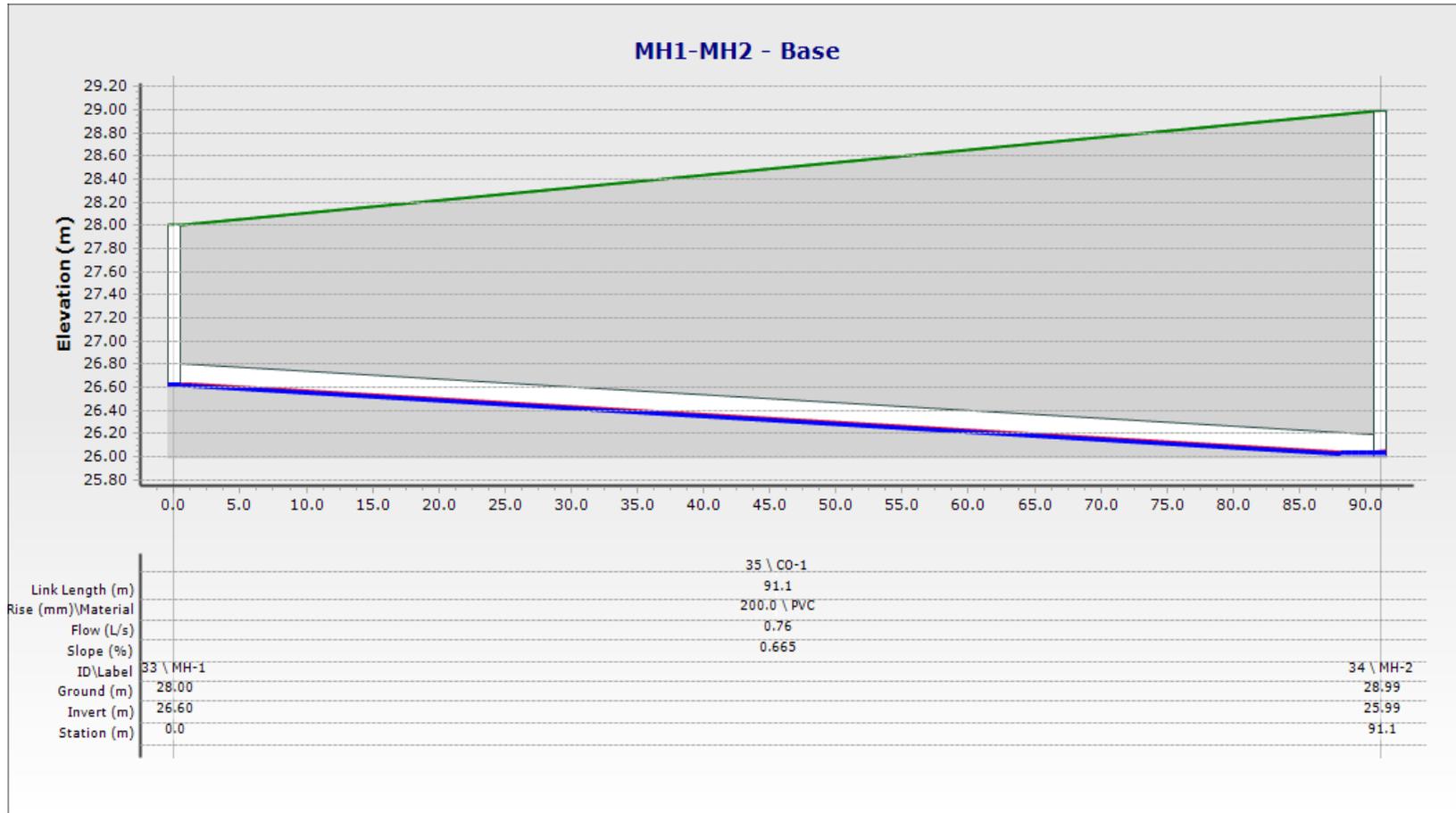


**Elaborado por:** Romero, E. y Zanga, J. (2024).

De Norte a Sur

**Figura 15**

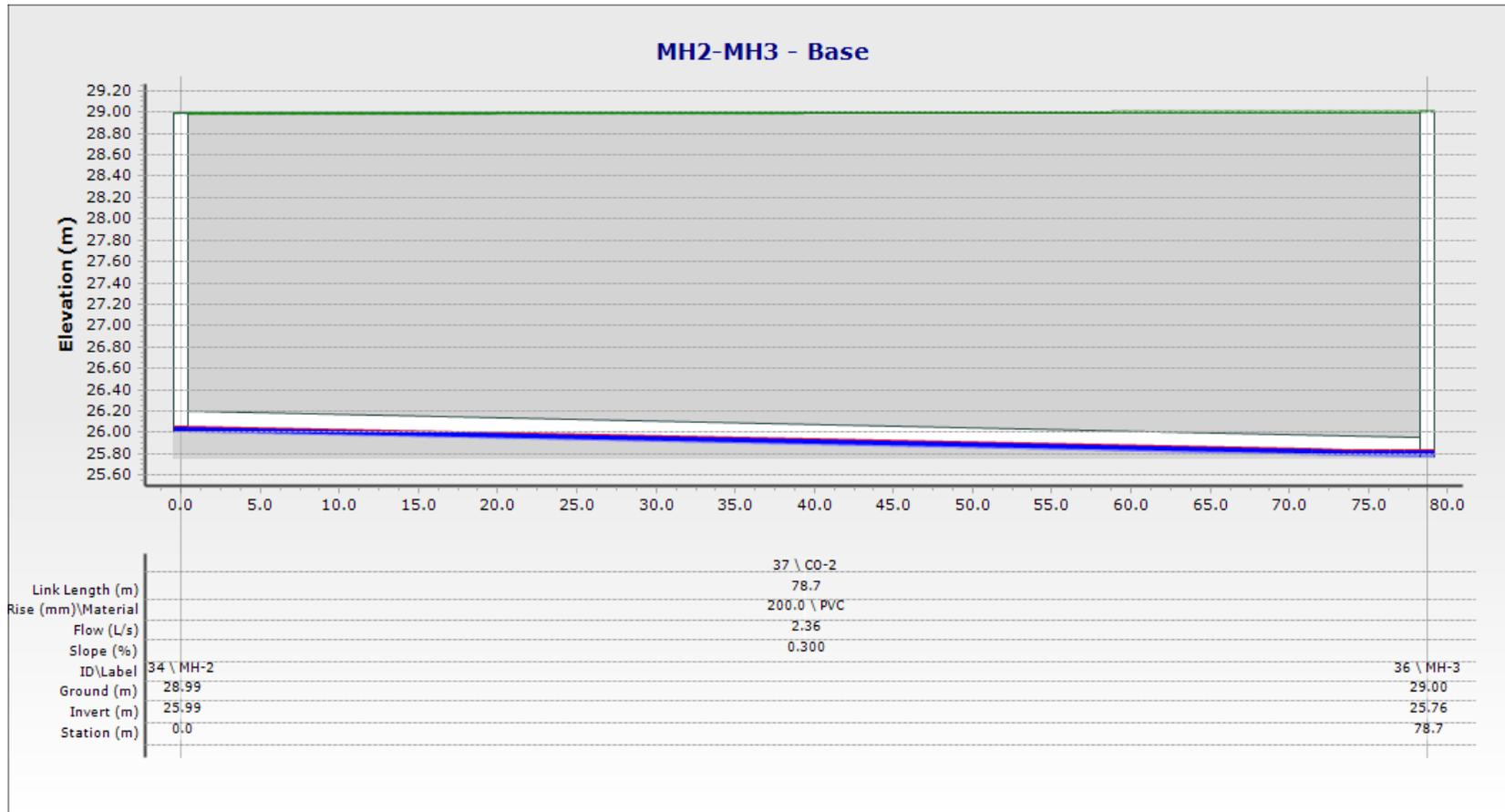
*Red sanitaria MH1 - MH2*



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Figura 16**

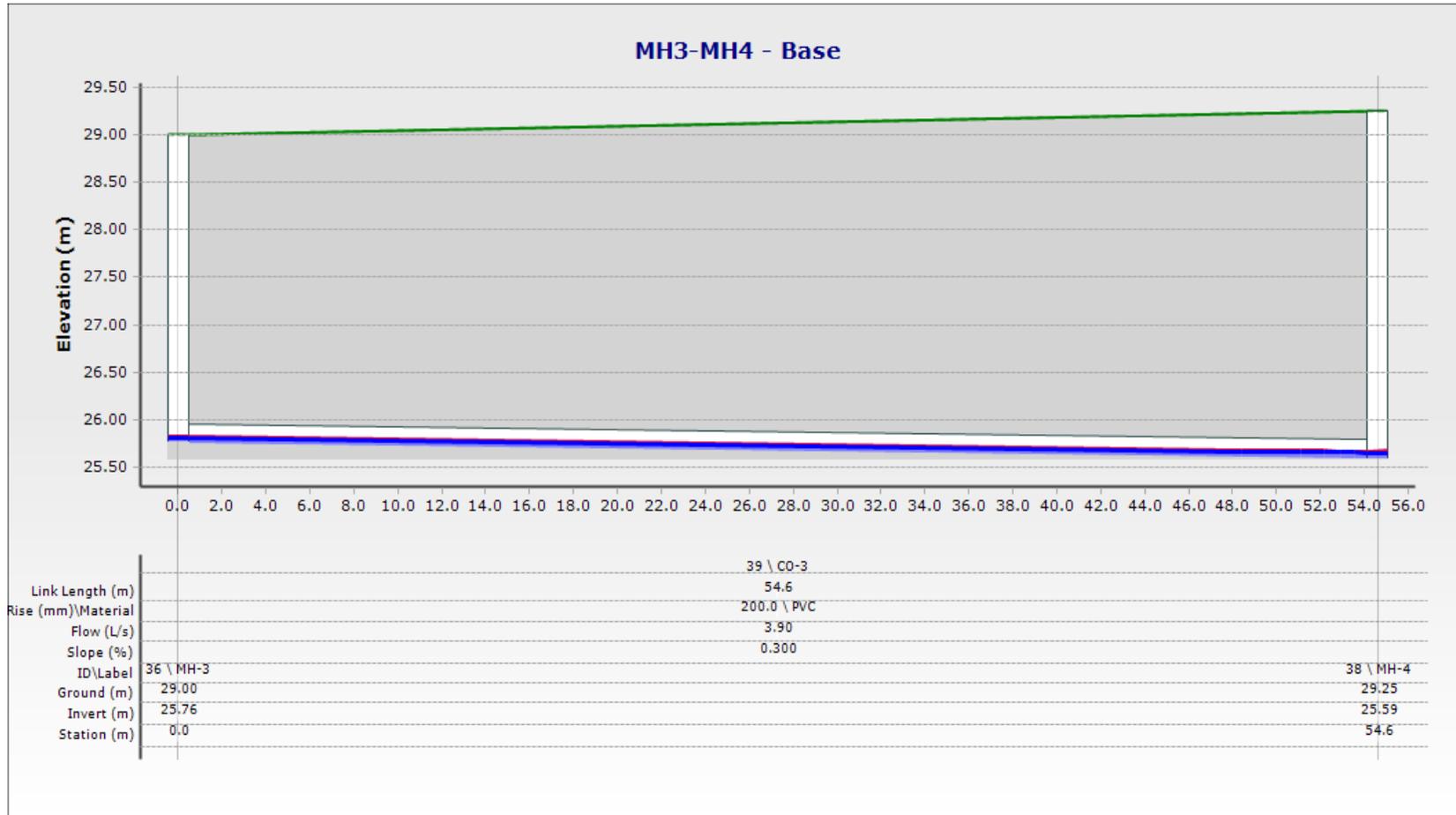
*Red sanitaria MH2 - MH3*



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Figura 17**

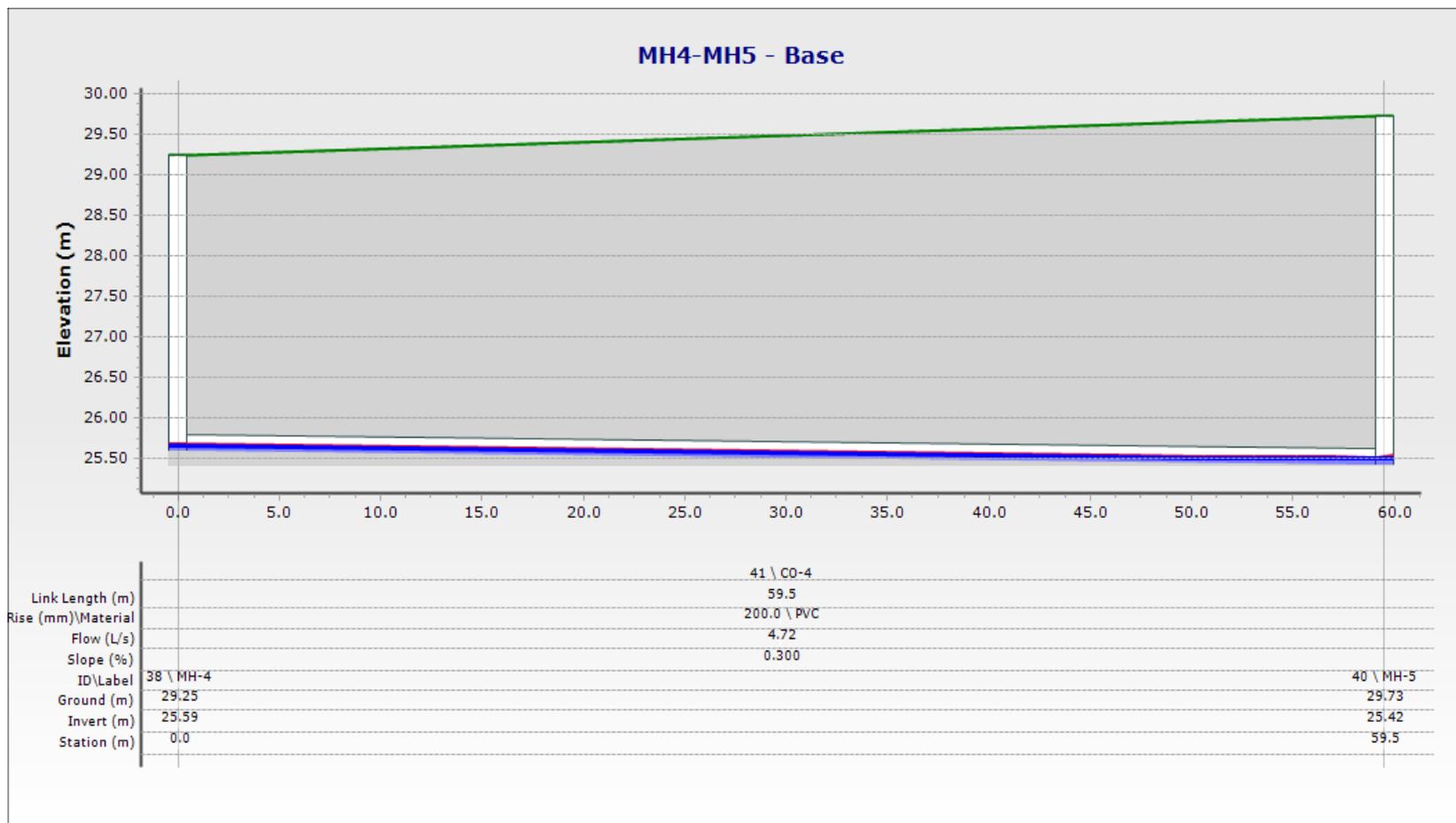
*Red sanitaria MH3 - MH4*



**Elaborado por:** Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Figura 18**

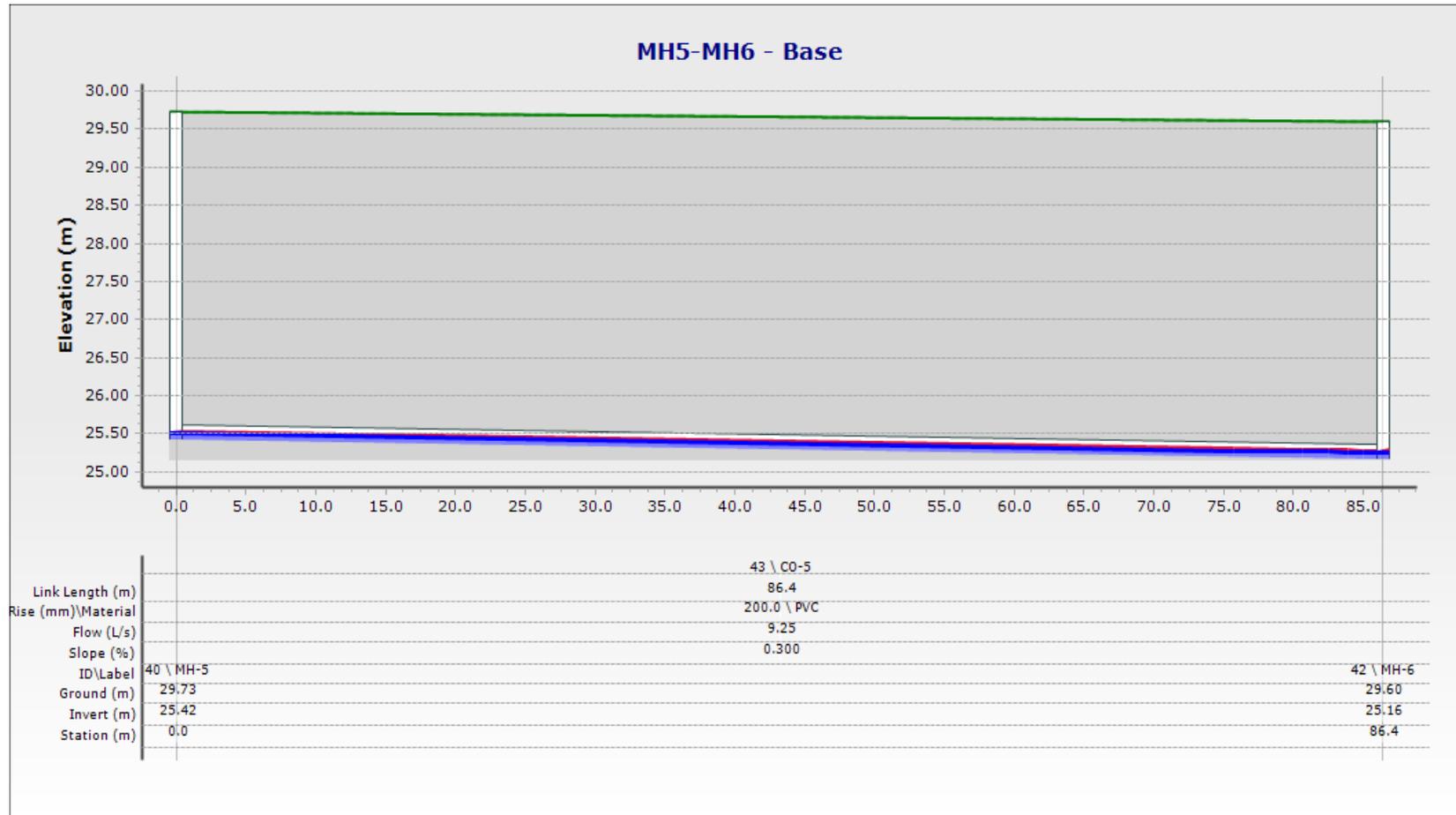
*Red sanitaria MH4 - MH5*



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Figura 19**

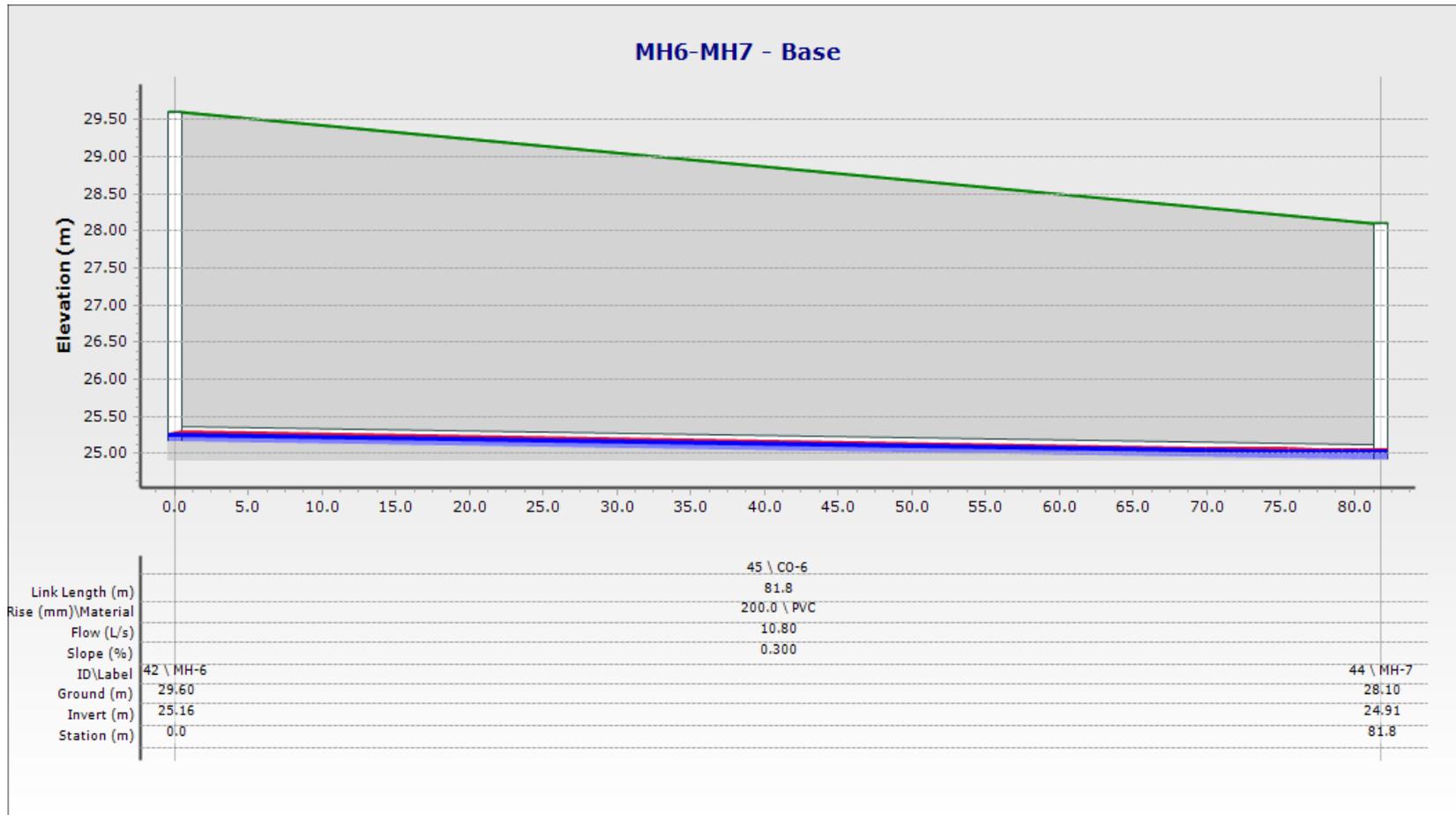
*Red sanitaria MH5 – MH6*



**Elaborado por:** Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Figura 20**

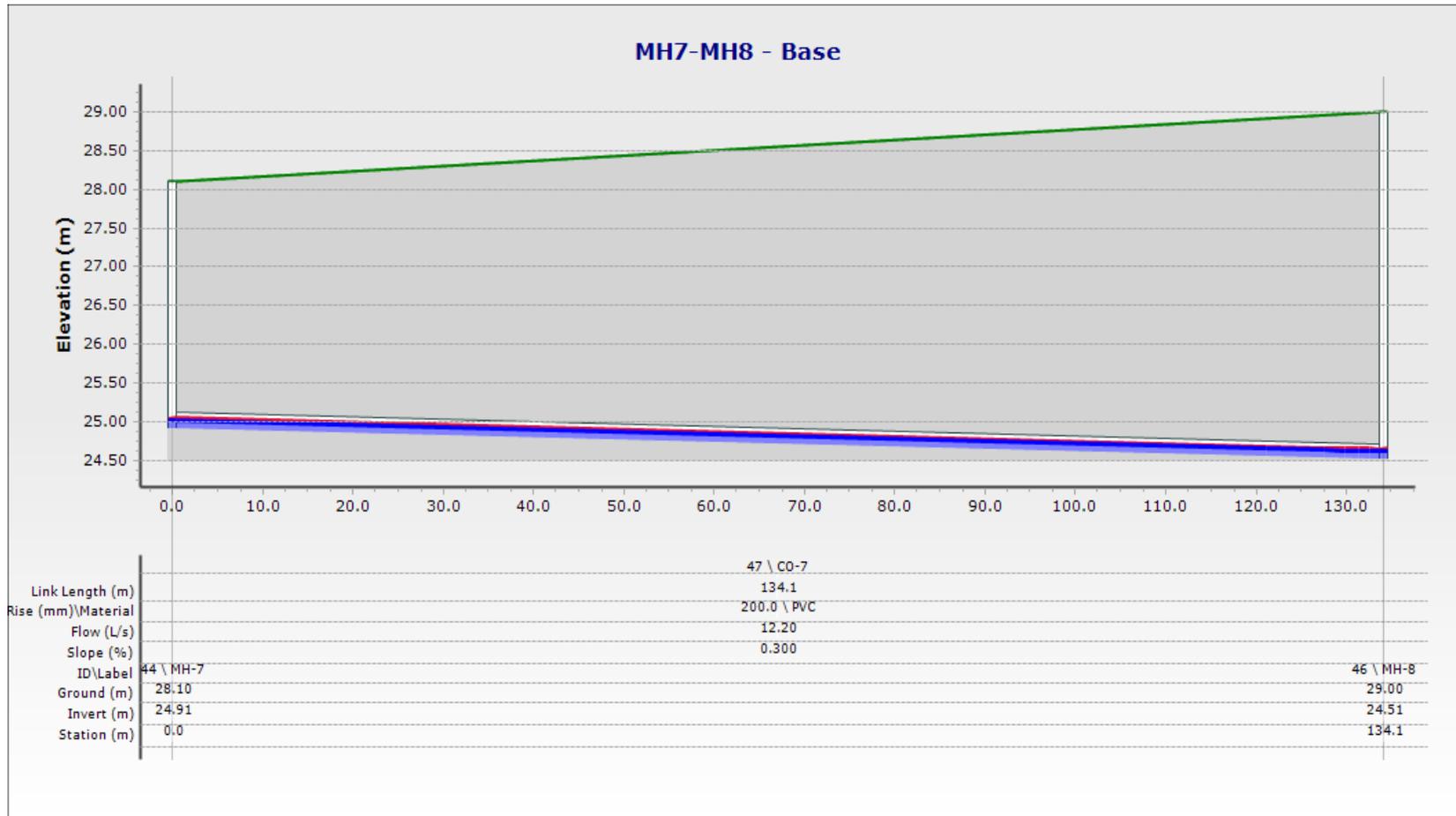
*Red sanitaria MH6 - MH7*



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Figura 21**

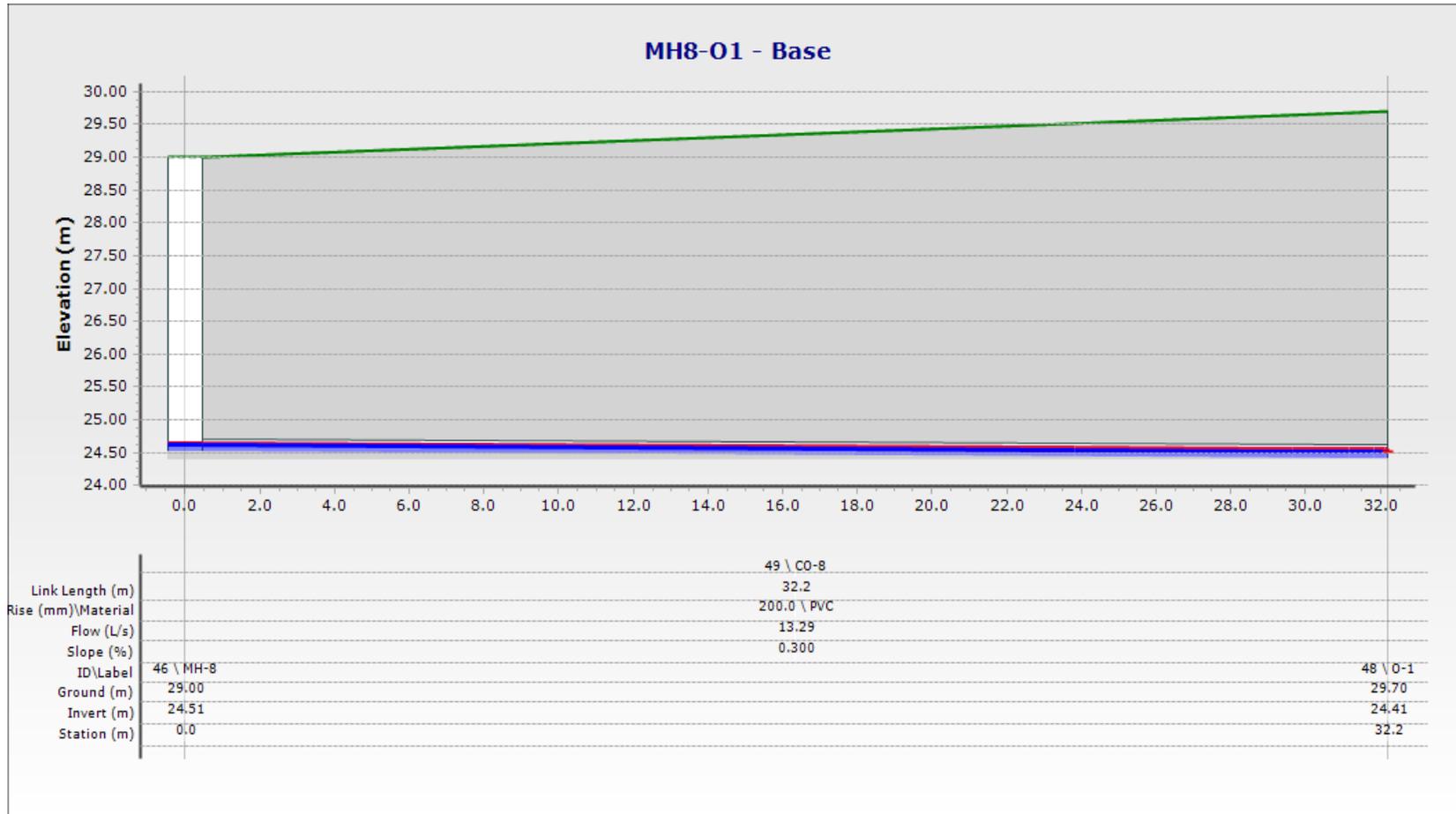
*Red sanitaria MH7 - MH8*



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Figura 22**

*Red Sanitaria MH8 - O1*



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

## 4.2 Análisis de resultados de encuestas

El número de personas en su hogar es

**Tabla 10**

*Número de personas*

Nº de casa	Nº de habitantes
1	4
2	3
3	2
4	3
5	5
6	4
7	5
8	2
9	4
10	2
11	3
12	4
13	2
14	5
15	4
16	2
17	5
18	5
19	5
20	4
21	2
22	3
23	2
24	4
25	3
26	4
27	5
28	4
29	4
30	5
31	4
32	3
33	4
34	2
35	4
36	2
37	5

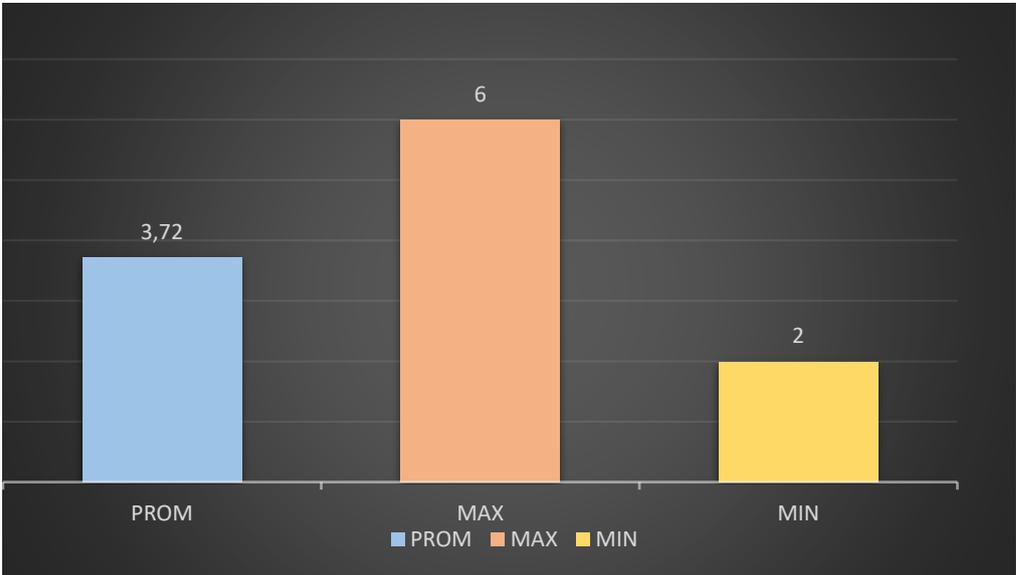
38	4
39	5
40	4
41	5
42	5
43	2
44	3
45	4
46	2
47	5
48	3
49	5
50	6

186	personas	
PROM	MAX	MIN
3.72	6	2

Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Figura 23**

*Situación actual*



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

## Encuesta aplicada

### 1. ¿Cómo calificaría la situación actual del drenaje y alcantarillado?

**Tabla 11**

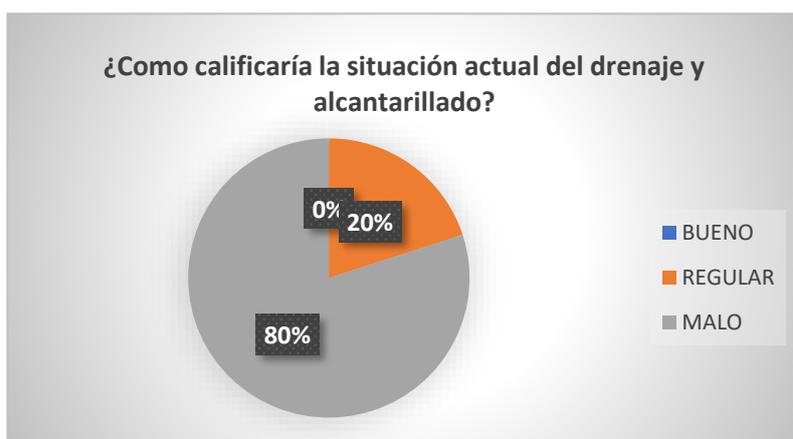
*Situación actual*

	Frecuencia	Porcentaje
Bueno	0	0%
Regular	10	20%
Malo	40	80%
Total	50	100%

Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Figura 24**

*Situación actual*



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

### Análisis

La evaluación de la situación actual del drenaje y alcantarillado muestra resultados preocupantes, ya que ninguna respuesta califica la situación como "Bueno". El 80% de los encuestados percibe la situación como "Malo", lo que sugiere problemas significativos en el sistema. Con un 20% indicando una situación "Regular", se evidencian áreas susceptibles de mejora. Es crucial realizar una evaluación detallada para identificar los problemas específicos y tomar medidas correctivas.

## 2. ¿Ha experimentado problemas con el sistema actual de alcantarillado?

**Tabla 12**

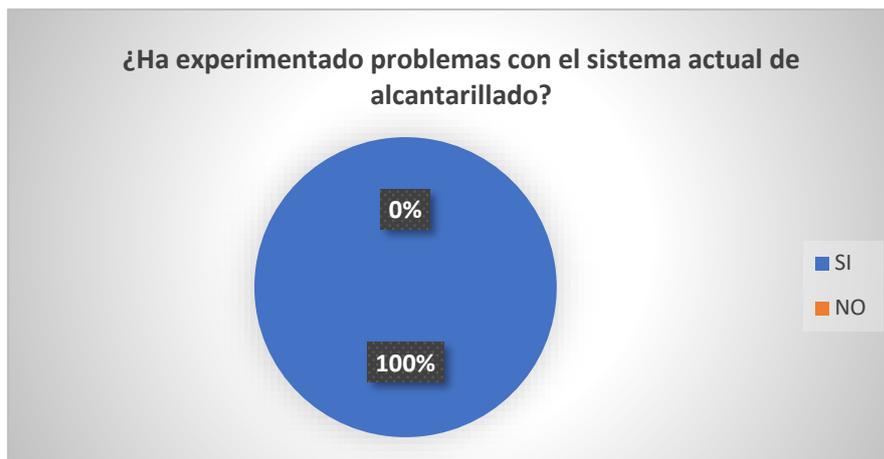
*Experimentación problemas*

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	50	100%
No	0	0%
Total	50	100%

Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Figura 25**

*Experimentación de problemas*



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

### **Análisis**

La experiencia de problemas con el sistema actual de alcantarillado revela que el 100% de los encuestados ha experimentado dificultades. Este resultado indica una situación crítica y generalizada de inconvenientes en el sistema de alcantarillado. La totalidad de respuestas afirmativas sugiere una necesidad urgente de intervención y mejoras en el sistema para abordar los problemas identificados por la comunidad.

### 3. ¿Tiene conocimiento sobre los peligros de un sistema de alcantarillado inadecuado?

**Tabla 13**

*Conocimientos*

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	0	0%
No	50	100%
Total	50	100%

**Elaborado por:** Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Figura 26**

*Conocimientos*



**Elaborado por:** Romero, E. y Zanga, J. (2024).

### **Análisis**

Sobre el conocimiento acerca de los peligros de un sistema de alcantarillado inadecuado revela que el 100% de los encuestados indica no tener conocimiento sobre los riesgos asociados con un sistema de alcantarillado deficiente. Esta falta de conciencia puede tener implicaciones negativas para la salud pública y el bienestar de la comunidad, ya que la comprensión de los peligros es fundamental para tomar medidas preventivas.

#### 4. ¿Cuál es su expectativa principal respecto al nuevo sistema de alcantarillado?

**Tabla 14**

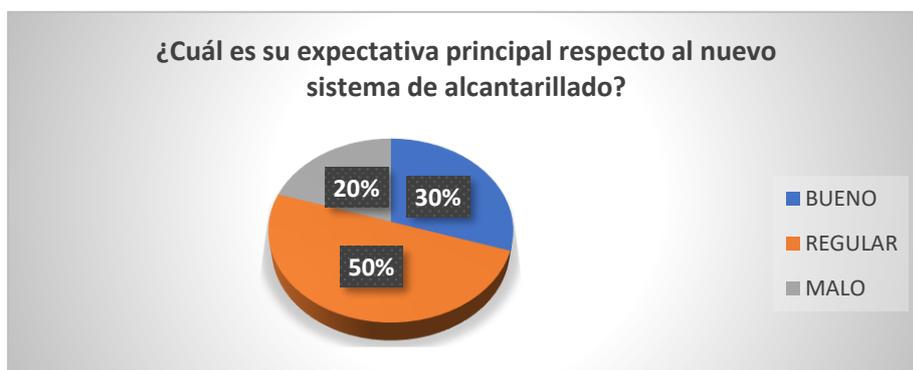
*Expectativa principal*

	Frecuencia	Porcentaje
Bueno	15	0%
Regular	25	100%
Malo	10	10%
Total	50	100%

**Elaborado por:** Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Figura 27**

*Expectativa principal*



**Elaborado por:** Romero, E. y Zanga, J. (2024).

#### **Análisis**

La muestra que el 30% de los encuestados espera una mejora positiva, calificando su expectativa como "Bueno". Sin embargo, la mayoría, el 50%, tiene expectativas "Regulares", lo que sugiere una cierta reserva o moderado optimismo en cuanto a las mejoras que se pueden lograr. El 20% tiene expectativas "Malas", indicando cierta preocupación o escepticismo sobre la eficacia del nuevo sistema. Estos resultados revelan la importancia de gestionar las expectativas de la comunidad y garantizar una implementación eficiente del nuevo sistema de alcantarillado.

## 5. ¿Tiene alguna preocupación sobre la construcción o funcionamiento del nuevo sistema?

**Tabla 15**

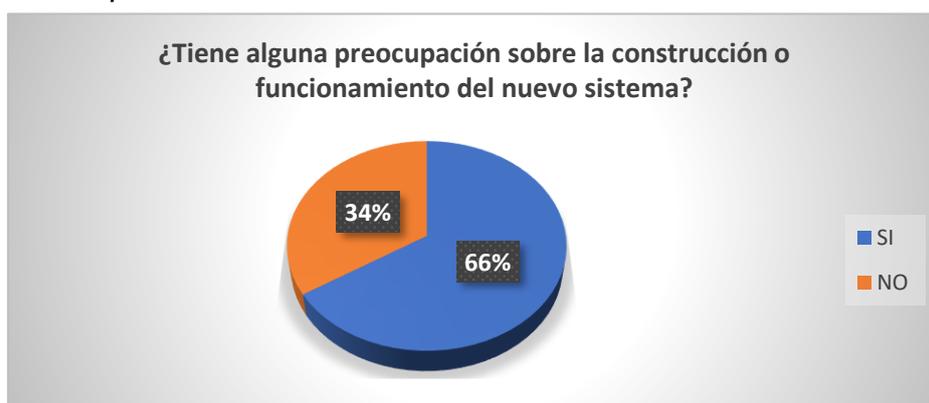
*Preocupación*

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	37	0%
No	17	100%
Total	50	100%

Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Figura 28**

*Preocupación*



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

### **Análisis**

Sobre las preocupaciones relacionadas con la construcción o funcionamiento del nuevo sistema de alcantarillado muestra que el 74% de los encuestados tiene inquietudes, mientras que el 34% no reporta preocupaciones. Estos resultados destacan la importancia de abordar activamente las preocupaciones de la comunidad durante la planificación y ejecución del proyecto. La alta proporción de respuestas afirmativas indica la necesidad de una comunicación efectiva y transparente para informar a la población sobre las medidas tomadas para abordar y mitigar cualquier problema potencial.

## 6. ¿Le preocupa el impacto ambiental del sistema actual de alcantarillado?

**Tabla 16**

*Impacto ambiental*

	Frecuencia	Porcentaje
Si	13	32%
No	27	68%
Total	50	100%

Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Figura 29**

*Impacto ambiental*



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

### **Análisis**

Indica que el 32% de los encuestados muestra preocupación por este aspecto, mientras que el 68% no manifiesta inquietud. Estos resultados resaltan la importancia de considerar y abordar las preocupaciones ambientales de la comunidad durante la planificación y ejecución de proyectos relacionados con el alcantarillado.

## 7. ¿Cree que un nuevo sistema mejoraría la salud y el ambiente en la comunidad?

**Tabla 17**

*Nuevo sistema*

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	33	66%
No	17	34%
Total	50	100%

Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Figura 30**

*Nuevo sistema*



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

### **Análisis**

Sobre la percepción acerca de si un nuevo sistema mejoraría la salud y el ambiente en la comunidad revela que el 66% de los encuestados cree que sí, mientras que el 34% sostiene lo contrario. Estos resultados sugieren un optimismo generalizado, pero también indican que una parte significativa de la comunidad aún tiene dudas o escepticismo sobre la efectividad del nuevo sistema en mejorar la salud y el ambiente.

## 8. ¿Ha experimentado problemas relacionados con el alcantarillado en el último año?

**Tabla 18**

*Problemas*

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	23	46%
No	27	54%
Total	50	100%

Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Figura 31**

*Problemas*



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

### **Análisis**

Sobre la experiencia de problemas relacionados con el alcantarillado en el último año muestra que el 46% de los encuestados ha experimentado dificultades, mientras que el 54% no ha enfrentado problemas. Estos resultados indican que un porcentaje considerable de la comunidad ha enfrentado desafíos en el sistema de alcantarillado en el período mencionado.

**9. ¿Considera importante tener un sistema de alcantarillado efectivo en su comunidad?**

**Tabla 19**

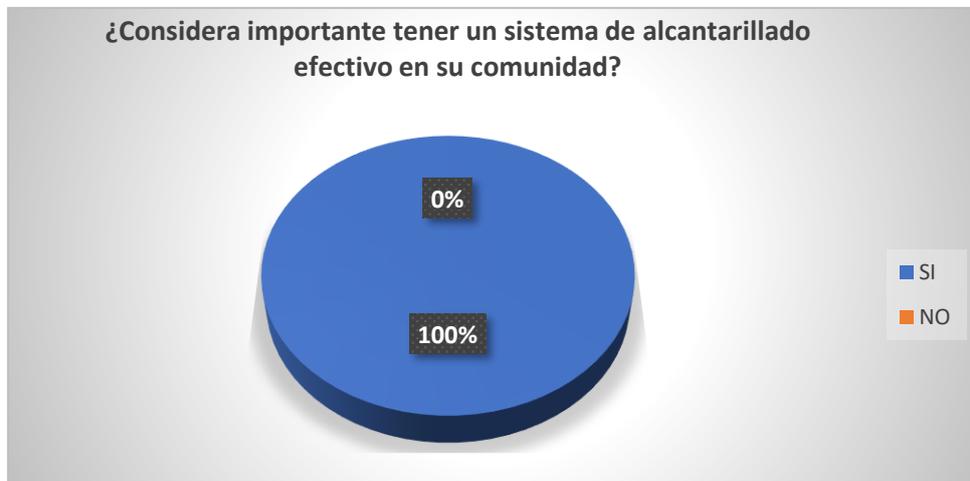
*Sistema de alcantarillado*

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	50	100%
No	0	0%
Total	50	100%

Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Figura 32**

*Sistema de alcantarillado*



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

**Análisis**

Sobre la importancia de tener un sistema de alcantarillado efectivo en la comunidad muestra que el 100% de los encuestados considera importante contar con un sistema eficiente. Estos resultados reflejan un consenso unánime dentro de la comunidad sobre la relevancia de un adecuado sistema de alcantarillado.

## CONCLUSIONES

- Se logró desarrollar una propuesta para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario en el barrio 24 de mayo del Cantón Isidro Ayora, cumpliendo con los parámetros hidráulicos exigidos por la norma.
- El relevamiento topográfico detallado del barrio permitió obtener datos precisos sobre el terreno y las características existentes, facilitando el diseño del sistema de alcantarillado.
- Tras analizar la capacidad y condiciones actuales del sistema de alcantarillado sanitario en el barrio 24 de mayo, se identificaron áreas de mejora y posibles soluciones.
- La evaluación de la viabilidad técnica del modelo propuesto de sistema de alcantarillado sanitario demostró su potencial para garantizar una adecuada evacuación de aguas servidas en la comunidad.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar las mejoras propuestas en el sistema de alcantarillado sanitario del barrio 24 de mayo del Cantón Isidro Ayora para garantizar un adecuado funcionamiento y evitar problemas futuros.
- Es importante realizar un seguimiento continuo y mantenimiento del sistema de alcantarillado una vez implementadas las mejoras, para asegurar su eficiencia a lo largo del tiempo.
- Se sugiere involucrar a las autoridades locales y a la comunidad en el proceso de implementación de la propuesta, fomentando la conciencia sobre la importancia del saneamiento básico y la gestión adecuada de los recursos hídricos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, J., Carranza, J., & Gonzalez, I. (2018). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, aguas lluvias y planta de tratamiento de aguas residuales para el área urbana del municipio de San Isidro, Departamento de Cabañas*. El Salvador: Universidad de El Salvador. Obtenido de [https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1698/1/DISE%C3%91O\\_DEL\\_SISTEMA\\_DE\\_ALCANTARILLADO\\_SANITARIO%2C\\_AGUAS\\_LLUVIAS\\_Y\\_PLANTA\\_DE\\_TRATAMIENTO\\_DE\\_AGUAS\\_RE.pdf](https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1698/1/DISE%C3%91O_DEL_SISTEMA_DE_ALCANTARILLADO_SANITARIO%2C_AGUAS_LLUVIAS_Y_PLANTA_DE_TRATAMIENTO_DE_AGUAS_RE.pdf)
- Alvarez, j. (2021). *universidad cesar vallejo*. Obtenido de [file:///C:/Users/hp/Downloads/Alvarez\\_SJL-SD.pdf](file:///C:/Users/hp/Downloads/Alvarez_SJL-SD.pdf)
- Arellano, A. (2018). Los consumos y las dotaciones de agua potable en poblaciones ecuatorianas con menos de 150000 habitantes. *Novasinerjia*, 10.
- Audefroy, J. (2011). El alcantarillado sanitario como modelo global de construcción de riesgo local. *Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil*. Vol. 11(1). Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/296528095.pdf>
- Ayora, M. d. (2024). *Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Cantón Isidro*. Isidro Ayora: Registro Municipal. Obtenido de <https://www.gob.ec/gadmcsia>
- Castillo Sarango, D. J. (2006). Diseño del sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales para la cabecera cantonal Malimpia ubicada en el cantón Quinidé, provincia de Esmeraldas. *Escuela Politecnica Nacional*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/495>
- Castro, J. C. (2011). *Diseño del alcantarillado sanitario y pluvial y tratamiento de aguas servidas de 4 lotizaciones unidas (varios propietarios), del cantón El Carmen*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/2650/T-PUCE-3204.pdf>

- Chicaiza Riofrio, A. H. (2023). Automatización del sistema de bombeo de agua potable para el recinto Santa Marianita del Cantón Puerto Quito. En <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10375>, *UTC* (pág. 202). Ecuador : Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC): Ecuador : Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).
- Constitucion de la Republica del Ecuador. (20 de Octubre de 2008). *Lexis Finder*. Obtenido de [https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador\\_act\\_ene-2021.pdf](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf)
- Daqui, T. C., & Tapia Avila, J. (2017). *Diseño de un alcantarillado sanitario y pluvial para el centro parroquial QUIMIAG*. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3506/1/UNACH-ING-CIVIL-2017-0003.pdf>
- De la Fuente, L., Perales, S., Rico, M., Andrés, I., & Marco, J. (Junio de 2021). *Guía Básica para el Diseño de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en la Ciudad de Valencia*. Obtenido de [https://www.ciclointegraldelagua.com/files/normativa/Guia\\_Basica\\_para\\_el\\_Disenio\\_de\\_Sistemas\\_Urbanos\\_de\\_Drenaje\\_Sostenible\\_en\\_la\\_Ciudad\\_de\\_Valencia\\_V01.pdf](https://www.ciclointegraldelagua.com/files/normativa/Guia_Basica_para_el_Disenio_de_Sistemas_Urbanos_de_Drenaje_Sostenible_en_la_Ciudad_de_Valencia_V01.pdf)
- Doroteo Calderón, F. R. (2015). Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano “Los Pollitos” – Ica, usando los programas Watercad y Sewercad. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/581935>
- Estacio Ferro, J. (5-sep-2019). *Recursos hídricos en el espacio latinoamericano: componentes normativos internacionales de cooperación e integración*. extremadura: Dehesa.
- Gutierrez Tenorio, Y. E. (2019). *Alicia*. Obtenido de CONCYTEC: <https://hdl.handle.net/20.500.12727/5486>

Hidros, G. L. (2023). *Constru ex*. Obtenido de [https://construex.com.ec/catalogos/grupo\\_los\\_hidros\\_cd](https://construex.com.ec/catalogos/grupo_los_hidros_cd)

Javier, B. P. (2021). *DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR 1 DEL RECINTO UBICADO EN EL CANTÓN ISIDRO AYORA*. Guayaquil: RRAAE.

LEY ORGANICA DE RECURSOS HIDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA. (06 de agosto de 2014). *Lexus Finder*. Obtenido de [pmapasd.gob.ec/documentos/epmapasd\\_transparencia/2022/marzo/a2/anexos/LEY\\_ORGANICA\\_DE\\_RECURSOS\\_HIDRICOS\\_USOS\\_Y\\_APROVECHAMIENTO\\_DEL\\_AGUA.pdf](https://pmapasd.gob.ec/documentos/epmapasd_transparencia/2022/marzo/a2/anexos/LEY_ORGANICA_DE_RECURSOS_HIDRICOS_USOS_Y_APROVECHAMIENTO_DEL_AGUA.pdf)

LISSETTE, R. A. (2022). *UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR*. Obtenido de *UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR*: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ROMAN%20ALVAREZ%20ALLISON%20LISSETTE.pdf>

Maya, E. M. (2020). *Universidad El Bosque*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12495/4421>

Paola, A. E. (2013). *Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanama*. Obtenido de *Universidad tecnica particular de Loja*: <https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/6543/1/TESIS%20UTPL.pdf>

Pérez Carmona, R. (2013). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje*. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Gtw3DgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=sistema+de+alcantarillado+sanitario+&ots=tnil7Bj8fd&sig=MUxh5ue3JwAULqragitL2i8d6nU&redir\\_esc=y#v=onepage&q=sistema%20de%20alcantarillado%20sanitario&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Gtw3DgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=sistema+de+alcantarillado+sanitario+&ots=tnil7Bj8fd&sig=MUxh5ue3JwAULqragitL2i8d6nU&redir_esc=y#v=onepage&q=sistema%20de%20alcantarillado%20sanitario&f=false)

Pinta., W. d. (2016). *Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para la urbanización "Suomat" del cantón Carlos Julio Arosemena Tola, provincia*

- de *Napo*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/23308>
- Quispe Tejada, D. A. (2021). Propuesta de diseño para el sistema de agua potable y alcantarillado en la localidad de Kawachi – Pacanga – La Libertad usando los programas Watercad y Sewercad. *UNITRU-Tesis*. Obtenido de [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNIT\\_ef528ca2141a345a7640e8be2d6fc6ca](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNIT_ef528ca2141a345a7640e8be2d6fc6ca)
- Salinas, B. (2023). *universidad laica vicente rocafuerte*. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/6140/1/T-ULVR-4994.pdf>
- Sanaragua, J. C. (9 de marzo de 2023). *DS space cris*. Obtenido de <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/5075/1/Ing.%20CIVIL%200-%20J%c3%banior%20Coral%20Sinarahua.pdf>
- Sánchez, R. L. (2013). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario proyectado a 30 años para la Parroquia de Malchinguí, Cantón Pedro Moncayo*. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2073/1/T-UIDE-1198.pdf>
- Sandoval, k. P. (2021). *USAT*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12423/4174>
- Satoque, W. L., Garzon Pardo, J., & Real Perez, D. C. (2015). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la vereda*. Obtenido de [https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3939/Dise%C3%B1o\\_sistema%20alcantarillado\\_sanitario.pdf](https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3939/Dise%C3%B1o_sistema%20alcantarillado_sanitario.pdf)
- SewerCAD*. (s.f.). Obtenido de *SewerCAD*: <https://www.bentley.com/software/openflows-sewercad/>
- Sostenible, C. M. (4 de 1 de 2023). <https://www.acrlatinoamerica.com>. Obtenido de <https://www.acrlatinoamerica.com>: <https://www.acrlatinoamerica.com/201801097794/noticias/empresas/el-informe-anual-del-consejo-mundial-de-construccion-sostenible.html>

Zarza, L. (2018). *¿Qué son las aguas residuales?* Boletín Oficial Español: FAO.  
Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/que-son-aguas-residuales>

## ANEXOS

### Anexo 1. Zona de estudio



Fuente: Barrio 24 de mayo (2024)

### Anexo 2. Barrio 24 de mayo



Fuente: Barrio 24 de mayo (2024)

### Anexo 3. Entrevista a la comunidad



Fuente: Barrio 24 de mayo (2024)

### Anexo 4. Equipo de medición, GNSS RTK



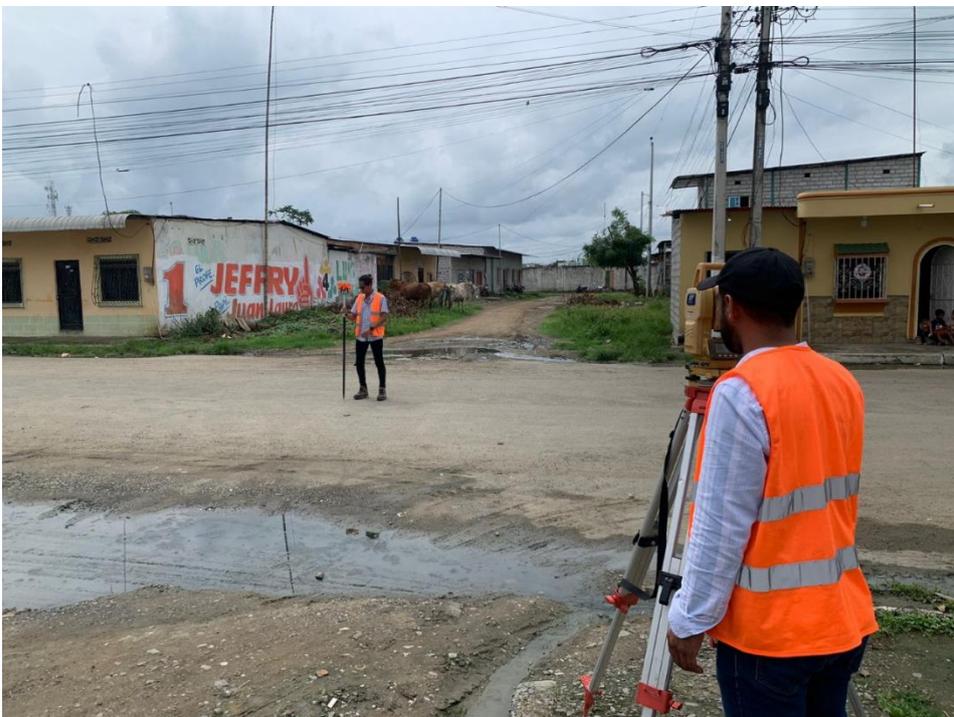
Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

## Anexo 5. Ejecución recopilación de datos



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

## Anexo 6. Ejecución recopilación de datos (2)



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

## Anexo 7. Herramienta de investigación. Dron Digital



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).

## Anexo 8. Barrio 24 de mayo desde Dron Digital



Elaborado por: Romero, E. y Zanga, J. (2024).