



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA
EL BARRIO COLIBRÍ 2 DE LA PARROQUIA CHONGÓN**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Civil

Autores:

Angulo Pilatasig Maria de los Angeles

Mancero Alvarado Flavio Danilo

Tutor:

Ing. Eduardo Santiago Fonseca Mota, Mgtr.

Guayaquil – Ecuador

2025

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

Nosotros, Flavio Danilo Mancero Alvarado, con cédula de identidad N° 0604862722, y Maria de los Angeles Angulo Pilatasig, con documento de identificación N°. 0944222371, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Diseño de un sistema de alcantarillado pluvial para el Barrio Colibrí 2 de la Parroquia Chongón”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Civiles en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Guayaquil, 17 de enero del año 2025

Atentamente,



Flavio Danilo Mancero Alvarado

0604862722



Maria de los Angeles Angulo Pilatasig

0944222371

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ingeniero Eduardo Santiago Fonseca Mota, con documento de identificación N° 0919008201, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA EL BARRIO COLIBRÍ 2 DE LA PARROQUIA CHONGÓN, realizado por Flavio Danilo Mancero Alvarado, con cédula de identidad N° 0604862722, y Maria de los Angeles Angulo Pilatasig, con documento de identificación N° 0944222371, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 17 de enero del año 2025

Atentamente,



Ing. Eduardo Santiago Fonseca Mota Mgtr.

0919008201

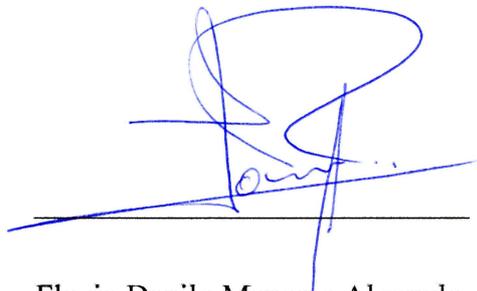
**CERTIFIADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotros, Flavio Danilo Mancero Alvarado, con cédula de identidad N° 0604862722, y Maria de los Angeles Angulo Pilatasig, con documento de identificación N° 0944222371, manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

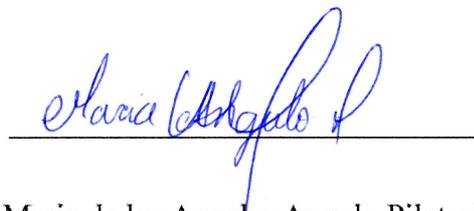
Guayaquil, 17 de enero del año 2025

Atentamente,



Flavio Danilo Mancero Alvarado

0604862722



Maria de los Angeles Angulo Pilatasig

0944222371

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, primero a Dios, quien ha iluminado y guiado cada uno de mis pasos, a su vez, me ha dado la fortaleza para superar los retos que he enfrentado en el transcurso de mi formación académica.

A mis padres, quienes incondicionalmente con su amor, sacrificio han sido mi mayor fuente de motivación. Este logro no habría sido posible sin su confianza en mí y su constante inspiración para lograr mis metas.

A mis hermanos, por formar parte fundamental en mi vida, brindándome siempre su respaldo en los momentos más desafiantes.

A mi tutor, compañeros y amigos, quienes me acompañaron en esta trayectoria, compartiendo aprendizajes, esfuerzos y momentos que han enriquecido esta etapa de mi vida.

Finalmente, dedico este trabajo a la comunidad del Barrio Colibrí 2, cuya realidad y necesidades me motivaron a desarrollar esta propuesta con el deseo de contribuir a su bienestar y desarrollo.

Flavio Danilo Mancero Alvarado

DEDICATORIA

Este proyecto de grado va dedicado primero que todo a Dios nuestro padre celestial que siempre ha estado incondicionalmente, por darme la fortaleza y sabiduría para enfrentar cada uno de los retos que se han presentado durante esta etapa de mi vida.

A mi madre que siempre estado en todo momento dándome aliento a seguir y no renunciar a mis sueños.

A mis amigos por sus consejos y por alentarme a seguir cuando ya sentía que no podía más, con sus frases que decían “vamos Maria que ya falta muy poco”.

A mi compañero de tesis por soportar mi carácter durante todo el transcurso de la carrera de inicio y fin de esta etapa.

A mis hijos perrunos que son los que más amo, que han sido mis compañeros durante las noches que me ha tocado quedarme para culminar algún trabajo.

Maria de los Angeles Angulo Pilatasig

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profunda gratitud a Dios, quien me ha fortalecido y me ha guiado durante este proceso, permitiéndome alcanzar uno de los logros más significativos de mi vida académica.

Extiendo mi especial agradecimiento a mis queridos padres y hermanos, quienes incondicionalmente con su apoyo, sacrificios constantes y motivación han sido pilares fundamentales para el proceso y así concretar este proyecto. La confianza puesta en mis capacidades han sido el motor que me ha impulsado a seguir adelante.

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana, a la carrera de Ingeniería Civil por brindarme una formación integral, a mi tutor de proyecto técnico de titulación, Ing. Leonardo Echeverría Fabre, DBA., y a mi tutor de tesis Ing. Eduardo Santiago Fonseca Mota Mgtr., por su orientación, conocimientos y paciencia durante el desarrollo de este trabajo, los cuales fueron indispensables para la realización de este.

Asimismo, expreso mi gratitud a mis compañeros y amigos, quienes, con su apoyo y colaboración, enriquecieron esta experiencia, aportando ideas y compartiendo momentos significativos a lo largo del proceso. Agradezco de manera especial al Ing. Ángel Zamora, quien, con su bondad, me ha brindado su apoyo incondicional para que mi proceso no se detenga.

Finalmente, agradezco a la comunidad del Barrio Colibrí 2 de la parroquia Chongón, por su disposición y colaboración en las etapas de investigación. Este trabajo busca contribuir al bienestar y desarrollo de su entorno, siendo una respuesta a las necesidades identificadas en el sector. A todos, mi más sincero agradecimiento.

Flavio Danilo Mancero Alvarado

AGRADECIMIENTO

Para empezar, agradezco a Dios por permitirme terminar una meta más, por poder cumplir un sueño más en mi vida, por las bendiciones que recibí durante esta etapa y por permitir culminarla.

Agradezco a mis padres por ser un pilar fundamental durante este proceso, por no permitir que me rinda cuando sentía que, y no podía, agradezco su apoyo infinito e incondicional.

A mi tutor de proyecto técnico de titulación, Ing. Leonardo Echeverría Fabre, DBA., y a mi tutor de tesis Ing. Eduardo Santiago Fonseca Mota Mgtr., por su orientación, conocimientos y paciencia durante el desarrollo de este trabajo, los cuales fueron indispensables para la realización de este.

A mis amigos y compañeros quienes han sido un apoyo importando en el transcurso de la carrera.

A todos, mi más sincero agradecimiento.

Maria de los Angeles Angulo Pilatasig

RESUMEN

En el desarrollo de este trabajo se presenta el diseño de un sistema de alcantarillado pluvial para el Barrio Colibrí 2, situado en la Parroquia Chongón perteneciente al Cantón Guayaquil. La ausencia de una infraestructura correcta para la distribución y gestión de aguas lluvias en esta zona ha ocasionado problemas críticos como inundaciones recurrentes, erosión de suelos, deslizamientos de tierra y afectaciones a la calidad y estilo de vida en quienes habitan en el lugar. A través de estudios hidrológicos, levantamientos topográficos y análisis de condiciones estructurales, se propone una solución técnica y sostenible que permita mitigar estos impactos negativos.

El diseño considera parámetros fundamentales como el caudal de escorrentía, las características topográficas locales y la intensidad de la lluvia, para garantizar un manejo eficiente del agua pluvial. Se prevé que la implementación del sistema genere una notable disminución de los riesgos asociados a lluvias intensas, mejore la infraestructura del barrio y contribuya al desarrollo sostenible del área. Este trabajo proporcionará una solución integral a una problemática crítica, generando beneficios sociales, ambientales y económicos para la comunidad.

Palabras clave: Alcantarillado pluvial, escorrentía, diseño hidráulico, inundaciones, erosión.

ABSTRACT

In the development of this work, the design of a storm sewer system for the Colibrí 2 neighborhood, located in the Chongón Parish belonging to the Guayaquil Canton, is developed. The absence of a correct infrastructure for the distribution and management of rainwater in this area has caused critical problems such as recurrent floods, soil erosion, landslides and impacts on the quality and lifestyle of those who live in the area. Through hydrological studies, topographic surveys and analysis of structural conditions, a technical and sustainable solution is proposed to mitigate these negative impacts.

The design considers fundamental parameters such as runoff flow, local topographic characteristics and rainfall intensity to ensure efficient management of rainwater. It is expected that the implementation of the system will generate a significant decrease in the risks associated with heavy rains, improve the infrastructure of the neighborhood and contribute to the sustainable development of the area. This work provides a comprehensive solution to a critical problem, generating social, environmental and economic benefits for the community.

Keywords: Storm sewer, runoff, hydraulic design, flooding, erosion

Índice

CAPITULO I	1
1.1 Introducción	1
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Formulación del problema	5
1.3.1 Problema general	5
1.3.2 Problemas específicos.....	5
1.4 Objetivo.....	6
1.4.1 Objetivo General.....	6
1.4.2 Objetivos Específicos	6
1.5 Ubicación Del Proyecto	7
1.6 Justificación.....	8
1.7 Hipótesis.....	9
1.7.1 Hipótesis principal.....	9
1.7.2 Hipótesis específica	9
CAPITULO II.....	10
2.1 Marco Teórico	10
2.1.1 Aguas pluviales.....	11
2.1.2 Sistema de Alcantarillado Pluvial.....	11
2.1.3 Componentes del sistema de alcantarillado pluvial.....	12
2.1.4 Importancia y beneficios del sistema de drenaje pluvial en zonas urbanas.....	13
2.1.5 Impacto de la Falta de Drenaje Pluvial en Zonas Vulnerables.....	15
2.1.6 Adaptabilidad y sostenibilidad	16
2.1.7 Sistemas de drenajes	16
2.1.8 Aspectos hidrológicos.....	17
2.1.9 Inundaciones	17
2.1.10 Cuencas Hidrológicas	17
2.1.11 Alcantarillas Curvas	18
2.1.12 Sifones Invertidos	18
2.1.13 Componentes de una red de alcantarillado	19
2.1.14 Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)	27
2.1.15 Estaciones Meteorológicas y Pluviométricas	29
2.1.16. Dirección General de Aviación Civil del Ecuador (DGAC)	29
2.2 Marco Legal	31
2.2.1. Normas Internacionales (ISO)	31

2.2.2. Norma Nacionales	33
CAPITULO III.....	35
3.1 Metodología	35
3.1.1 Diseño De Sistemas De Alcantarillado Pluvial	35
3.1.2 Método de Cálculo de Lluvia y Caudales.....	37
3.1.3 Área de Drenaje	39
3.1.4. Relación Intensidad Duración Frecuencia (IDF).....	40
3.1.5 Frecuencia de Lluvia	41
3.1.6 Hidrogramas de Diseño	41
3.1.7 Escorrentía.....	42
3.1.8 Intensidad de la Lluvia	44
3.1.9 Tiempo de Concentración.....	45
3.1.10 Diámetro Mínimo	47
3.1.11 Velocidades	50
3.1.12 Pendientes.....	52
3.1.13 Profundidad	54
3.1.14. Drenaje Pluvial en Caminos	55
3.1.15 Diseño de la Investigación.....	57
3.1.16 Población y Muestra	57
3.1.17 Instrumentos y métodos.....	57
3.1.18 Métodos	57
CAPÍTULO IV.....	59
4.1 Parámetros de diseño	59
4.1.1 Cálculo del coeficiente de escurrimiento (C)	59
4.1.2 Periodo de retorno	60
4.1.3 Intensidad De Lluvia	60
4.1.4 Valores de intensidad de lluvia para diferentes periodos de retorno.....	61
4.1.5 Curvas de intensidad de lluvia para diferentes periodos de retorno.....	62
4.1.6 Caudal de diseño.....	62
4.1.7 Áreas de Drenajes.....	63
4.1.8 Diámetro (D).....	63
4.1.9 Pendiente (J)	64
4.1.10 Velocidad de llenado (VLL)	64
4.1.11 Caudal de llenado (QLL).....	64
4.1.12 Capacidad de la tubería.....	65

4.1.13 Ubicación y espaciamiento entre sumideros.	65
4.1.14 Criterios de diseño en los sumideros.	65
4.1.15 Tablas de cálculo de caudal por tramos.....	66
Matriz de consistencia.....	68
Cronograma.....	71
Presupuesto	72
Conclusiones	73
Recomendaciones	74
Anexos	75
Bibliografías.....	85

INDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1	7
Ilustración 2	19
Ilustración 3	20
Ilustración 4	22
Ilustración 5	23
Ilustración 6	27
Ilustración 7	28
Ilustración 8	29
Ilustración 9	62
Ilustración 10	75
Ilustración 11	76
Ilustración 12	77

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	36
Tabla 2	37
Tabla 3	43
Tabla 4	44
Tabla 5	48
Tabla 6	49
Tabla 7	51
Tabla 8	52
Tabla 9	53
Tabla 10	56
Tabla 11	59
Tabla 12	60
Tabla 13	61
Tabla 14	63
Tabla 15	64
Tabla 16	66
Tabla 17	66
Tabla 18	67
Tabla 19	67
Tabla 20	71
Tabla 21	72
Tabla 22	79

INDICE DE FOTOS

Fotos 1 Acumulación de aguas en las calles del Barrio Colibrí II.....	82
Fotos 2 Cuerpo de agua donde descargarán las aguas lluvias.	82
Fotos 3 Trabajo topográfico.....	83
Fotos 4 Trabajo topográfico.....	83
Fotos 6 Puntos de acumulación de las aguas lluvias.....	84
Fotos 5 Sumidero fuera de servicio.	84

CAPITULO I

1.1 Introducción

La gestión de aguas de lluvia, especialmente en áreas urbanas, representa uno de los principales desafíos para las ciudades en desarrollo, especialmente en áreas donde el crecimiento poblacional y la expansión territorial no han sido acompañados de una adecuada planificación urbana. La ausencia de sistemas eficientes de drenaje pluvial genera problemas recurrentes como inundaciones, deterioro de la infraestructura, erosión de suelos y riesgos para la salud pública. Estas condiciones no solo afectan seguridad y movilidad de los habitantes, también incrementan la vulnerabilidad ante fenómenos climáticos extremos (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), Dirección Nacional de Aguas y Saneamiento (DINASA)., 2009).

En este contexto, el Barrio Colibrí 2, ubicado en la parroquia Chongón del cantón Guayaquil, presenta una problemática crítica a causa de la ausencia de un sistema de drenaje pluvial, las lluvias intensas que caracterizan la región generan acopio de agua en calles y hogares, así como erosión en terrenos con pendientes pronunciadas, lo que a su vez incrementa el riesgo de deslizamientos de tierra. Según lo menciona Tucci (2008), la incorporación de un sistema para el manejo de aguas pluviales no solo contribuye a mitigar estas problemáticas, sino que también ayuda a tener un entorno urbano más seguro agradable y sostenible.

El diseño de un sistema de alcantarillado pluvial requiere de un análisis integral que considere factores como el caudal de escorrentía, el tiempo de concentración y las características hidrológicas y topográficas del área de estudio. Según lo menciona la Comisión Nacional Del Agua (CONAGUA, 2015), la ventaja de estos sistemas radica en su capacidad para adaptarse a las características propias del lugar y en la incorporación de

principios de sostenibilidad. Por ello, esta propuesta de trabajo se orienta no solo a solucionar problemáticas inmediatas del barrio, sino también a establecer una infraestructura resiliente que responda a las proyecciones de crecimiento urbano y a las condiciones climáticas cambiantes.

Este estudio tiene como objetivo principal elaborar un diseño para un sistema de drenaje pluvial para el Barrio Colibrí 2, que facilite una gestión eficiente del agua lluvias y mitigar los problemas asociados a las precipitaciones intensas. Para lograrlo, se desarrollará un enfoque metodológico que incluye el levantamiento topográfico, verificación de estudios hidrológicos, análisis de criterios de diseño y la elaboración de planos técnicos. Además, se evaluarán los beneficios ambientales, sociales y económicos que este sistema podría aportar a la comunidad.

El estudio se organiza en diferentes fases. En el primer capítulo se presenta la definición del problema, los objetivos principal y específicos y la justificación del proyecto. Posteriormente, se desarrolla un marco teórico que fundamenta el diseño del sistema y describe los componentes y criterios técnicos necesarios. Finalmente, se presentan los cálculos, resultados del diseño, conclusiones, recomendaciones, y anexos con el propósito de garantizar la viabilidad técnica y la sostenibilidad de la propuesta del proyecto con una visión a largo plazo.

1.2 Planteamiento del problema

El barrio Colibrí 2 de la Parroquia Chongón, perteneciente al Cantón Guayaquil, carece de un sistema eficiente de drenaje pluvial. Esta carencia causa acumulación de agua en sus calles y alrededores durante la temporada de lluvias, generando frecuentes inundaciones, así como también deslizamientos de tierra principalmente en áreas con pendientes muy pronunciadas, esto provoca el deterioro de la infraestructura urbana.

El crecimiento descontrolado de la población en la zona y la carencia de planificación en el sistema de drenaje y la limitada capacidad de absorción del suelo, han aumentado la vulnerabilidad del sector ante estos eventos. Como consecuencia, surgen problemas de movilidad, problemas para la salud pública y daños materiales recurrentes, provocando afectaciones a la calidad de vida de los residentes y restringiendo el desarrollo de la zona.

Actualmente en Barrio Colibrí 2 se aprecia que se sitúa en una situación de alta vulnerabilidad ante las lluvias. La falta de un sistema eficaz de drenaje pluvial genera el estancamiento del agua, formando charcos, zanjas y acumulaciones que se extienden por varias calles del barrio. Esta situación ha causado daños visibles en la infraestructura vial y ha generado erosión en zonas cercanas a las viviendas, especialmente en zonas con fuertes pendientes, aumentando el riesgo de deslizamientos de tierra. Los residentes del sector enfrentan dificultades para acceder a sus viviendas y la posibilidad de pérdidas materiales debido a estas erosiones. Además, el estancamiento del agua ha contribuido a la proliferación de insectos y vectores que son causantes de enfermedades y del deterioro ambiental, comprometiendo la salud del lugar.

Si no se lleva a cabo la implementación de un sistema de drenaje pluvial, la situación en Barrio Colibrí 2 se agravará en los años venideros, debido al constante crecimiento urbano y las variaciones climáticas aumentarán el volumen de aguas pluviales, haciendo que las

inundaciones sean cada vez más graves y frecuentes. Esto no sólo pondrá en peligro la integridad de la infraestructura existente, sino que también aumentará el riesgo de desastres provocados por la naturaleza, como deslizamientos de la tierra y colapsos estructurales, que podrían provocar importantes pérdidas humanas y económicas.

Para mitigar estos efectos es necesario diseñar e implementar un sistema eficiente de drenaje pluvial que contribuya a la recolección, conducción y correcta evacuación del agua de lluvia. Este sistema debe poder adaptarse a la topografía del barrio, considerar proyecciones de crecimiento urbano y respetar la normativa técnica vigente.

Además, el diseño debe prever un mantenimiento periódico y la inclusión de infraestructura complementaria, como canalones, desagües o sumideros para garantizar un correcto funcionamiento de este. Con esta propuesta de implementar un sistema eficiente de alcantarillado pluvial, se promueve a disminuir la incidencia y gravedad de las inundaciones, mitigar la erosión del suelo y mejorar la habitabilidad y seguridad de los habitantes del Barrio Colibrí 2.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema general

El Barrio Colibrí 2 de la Parroquia Chongón, Cantón Guayaquil, sufre recurrentemente inundaciones y erosión de suelos por la falta de un sistema adecuado de drenaje pluvial, lo que impacta de manera negativa en la infraestructura, en la seguridad y calidad de vida de las personas.

1.3.2 Problemas específicos

- Falta de infraestructura pluvial: En el barrio no existe un sistema para la captación y transporte de agua pluvial, lo que provoca el acopio de agua en sus calles y viviendas.
- Riesgo de deslizamientos y erosión: La falta de un sistema de drenaje eficiente provoca que los terrenos con pendientes pronunciadas sufran de erosión, aumentando el riesgo de deslizamientos.
- Impacto en la movilidad y la infraestructura: Las calles se vuelven intransitables durante la temporada de lluvias, dañando la infraestructura vial y dificultando el acceso de vehículos y peatones.
- Impacto en la salud y en el medio ambiente: La acumulación de agua favorece la dispersión de enfermedades transmitidas por vectores y deteriora el medio urbano, generando focos de contaminación y salud.

1.4 Objetivo

1.4.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de alcantarillado pluvial para el Barrio Colibrí 2 de la Parroquia Chongón del Cantón Guayaquil.

1.4.2 Objetivos Específicos

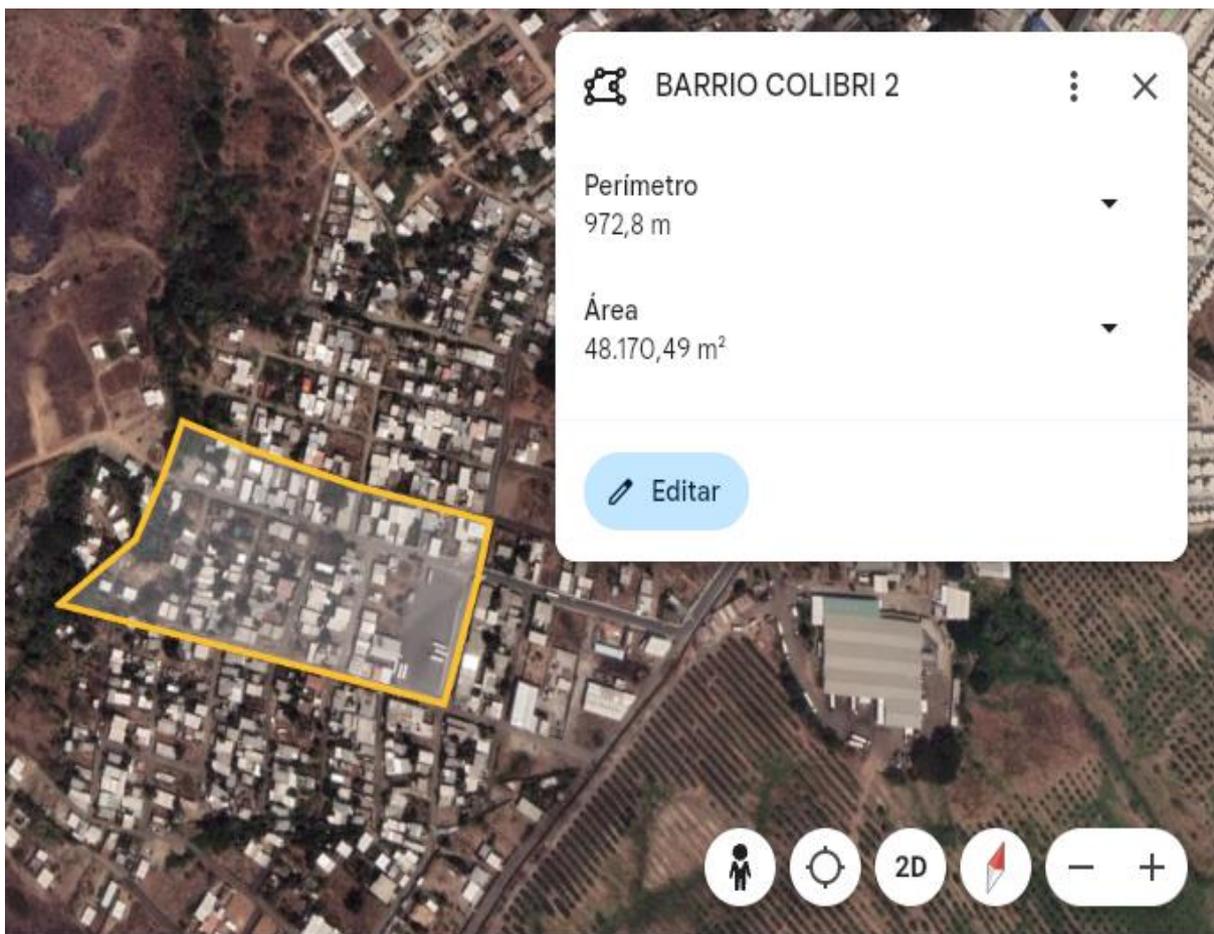
- Evaluar la condición física y la estructura del sistema de drenaje pluvial existente.
- Realizar levantamiento topográfico del barrio colibrí 2 de la parroquia Chongón del Cantón Guayaquil.
- Definir los criterios técnicos y elaborar el diseño de un sistema de drenaje pluvial que sea eficiente, sostenible y adecuado a las condiciones y necesidades específicas del área de estudio

1.5 Ubicación Del Proyecto

- Este proyecto está localizado en el Barrio Colibrí 2
- **Provincia:** Guayas.
- **Cantón:** Guayaquil
- **Parroquia:** Chongón
- **Coordenadas UTM:** 17 M 0601712 - 9751721
- **Área:** 48.170,49 m²

Ilustración 1

Ubicación del área de estudio Google Earth



Nota. Captura de Pantalla obtenida de Google Earth, donde se delimita la ubicación del proyecto.

1.6 Justificación

Esta propuesta de diseño de un sistema de drenaje pluvial para el Barrio Colibrí 2 de la Parroquia Chongón, es necesaria debido a la alta vulnerabilidad del sector ante lluvias intensas. Actualmente, la carencia de un sistema de drenaje adecuado genera frecuentes inundaciones, erosión del suelo y problemas de salud, afectando negativamente la calidad de vida de los residentes y poniendo en riesgo la integridad de la infraestructura vial y de las viviendas.

El planteamiento de un sistema de drenaje pluvial reduciría la frecuencia y gravedad de las inundaciones, mejorando la movilidad dentro del barrio, protegería las estructuras existentes y contribuirá a la disminución de riesgos de desastres naturales como deslizamientos de tierra. Además, al controlar la acumulación y el caudal de agua de lluvia, se reducirá la proliferación de enfermedades y se aportará un entorno urbano más seguro y saludable para la comunidad. La propuesta también contempla un diseño que se adapta a las proyecciones de crecimiento urbano del barrio.

1.7 Hipótesis

1.7.1 Hipótesis principal

La implementación de un sistema de alcantarillado pluvial en el Barrio Colibrí 2 de la parroquia Chongón reducirá significativamente el caudal de escorrentía y mejorará la capacidad de la infraestructura para gestionar lluvias intensas, disminuyendo así la vulnerabilidad ante inundaciones y deslizamientos de tierra, dando una calidad de vida y seguridad mejoradas para los habitantes.

1.7.2 Hipótesis específica

La idea de un sistema de drenaje pluvial disminuirá el riesgo de deslizamientos de tierra en el barrio Colibrí 2, al disminuir el volumen de agua que permanece en zonas con pendientes pronunciadas durante lluvias intensas.

Variables Consideradas

- 1- Variable 1: Caudal de escorrentía:** Volumen de agua superficial que se espera reducir con esta propuesta,
- 2- Variable 2: Intensidad de la lluvia:** Eficiencia del sistema para manejar grandes lluvias, reduciendo inundaciones y deslizamientos.

CAPITULO II

2.1 Marco Teórico

El diseño de un sistema de drenaje pluvial para el Barrio Colibrí 2 de la parroquia Chongón, es una necesidad prioritaria debido a las recurrentes acumulaciones de agua que sufre la zona en la temporada de lluvias. La ausencia de infraestructura adecuada para la gestión de las aguas pluviales genera no solo estancamiento de agua en las calles y viviendas, sino también deslizamientos de tierra, erosión de suelos, y problemas de salud pública asociados a esta situación

La conducción de aguas pluviales es uno de los mayores desafíos en zonas urbanas, especialmente en sectores con rápido crecimiento y planificación deficiente, la urgencia de contar con un sistema de drenaje pluvial eficiente genera problemas recurrentes como daños a la infraestructura, deslizamientos de tierra, erosión del suelo e inundaciones, en este caso, el diseño de sistemas de drenaje pluvial no solo enfrenta problemas inmediatos, sino que también dirige a un entorno más seguro y sostenible.

Antecedentes

Los sistemas de alcantarillado pluvial han sido objeto de investigación en múltiples contextos:

- Tucci (2008), destacó cómo la falta de drenaje en zonas vulnerables aumenta el riesgo de inundaciones y deslizamientos.
- Santana Ángulo y Valencia Escobar (2024). Realizaron un diseño similar en Sabana Grande, destacando la importancia de integrar criterios hidrológicos y topográficos para la sostenibilidad del sistema.

- En el ámbito local, Calle e Ivonne (2019), demostraron que un adecuado diseño hidráulico fortalece la infraestructura y mejora la calidad de vida en sectores urbanos.

En el Barrio Colibrí 2, los problemas identificados incluyen inundaciones recurrentes, erosión de suelos en pendientes y proliferación de enfermedades transmitidas por vectores debido al estancamiento de agua.

2.1.1 Aguas pluviales

Las aguas pluviales o aguas lluvia provienen de las precipitaciones o lluvias atmosféricas que alcanzan la superficie terrestre, desplazándose hacia sistemas de drenaje, ríos o lagos cuando no son absorbidas por el suelo ni evaporadas. En zonas urbanas, la impermeabilización del terreno incrementa el volumen de escorrentía, causando acumulaciones que generan riesgos de inundaciones y deterioro de la infraestructura. Según Pérez Carmona (2017), la propuesta de redes de drenaje pluvial debe basarse en parámetros como la intensidad de precipitación, el tiempo de concentración y las características del área a drenar, lo que permite prevenir el colapso de las redes urbanas y mitigar los problemas negativos de las lluvias

2.1.2 Sistema de Alcantarillado Pluvial

Los sistemas de drenaje o alcantarillado pluvial según lo menciona Sánchez, J. (2018), están diseñados para recolectar, conducir y evacuar aguas lluvias, evitando su mezcla con aguas residuales. Está compuesto por canaletas, tuberías, sumideros y pozos de inspección, su actividad es prevenir la acumulación de agua y mitigar inundaciones y daños en infraestructura urbana.

También se dice que los sistemas o redes de alcantarillado pluvial son infraestructuras diseñadas para recoger, conducir y evacuar aguas pluviales. Se clasifican en particulares, generales y municipales (Sánchez, 2018).

2.1.3 Componentes del sistema de alcantarillado pluvial

Los sistemas de drenaje pluvial o aguas lluvia se componen de varios de elementos fundamentales diseñados para recolectar, conducir, tratar y disponer del agua de lluvia, previniendo inundaciones y reduciendo su impacto en la infraestructura urbana (Valdivieso, s.f.). Los principales componentes son:

- **Estructuras de captación**

Son componentes esenciales que recolectan el agua de lluvia directamente desde la superficie a través de sumideros, rejillas u otros dispositivos. Su función principal es evitar el desplazamiento descontrolado del agua, mitigando riesgos de inundaciones y acumulaciones en áreas urbanas (Valdivieso, s.f.).

- **Estructuras de conducción**

Estas instalaciones conducen el agua recolectada a través de tuberías o canales inclinados hacia las estructuras de descarga. Su diseño garantiza un flujo continuo y eficiente, minimizando pérdidas por infiltración y asegurando el control en el movimiento del agua (Valdivieso, s.f.).

- **Estructuras de conexión y mantenimiento**

Incluyen elementos que interconectan las diferentes partes del sistema, como tuberías y conductos, además de permitir acceso para inspecciones, limpiezas y reparaciones.

Los mismos aseguran un correcto funcionamiento del sistema a largo plazo.

(Valdivieso, s.f.).

- **Estructuras de descarga**

Controlan la salida del agua recolectada, evitando problemas como erosión del terreno, colapso de cauces naturales o artificiales y acumulaciones no deseadas en zonas vulnerables (Valdivieso, s.f.).

- **Disposición final**

El agua pluvial recolectada generalmente se vierte en cauces naturales, como ríos o lagos, o se utiliza para actividades agrícolas. En ciertos casos, especialmente en áreas urbanas, puede requerirse su paso por plantas de tratamiento antes de su reutilización o descarga.

2.1.4 Importancia y beneficios del sistema de drenaje pluvial en zonas urbanas

La implementación eficiente del sistema de aguas de lluvia en zonas urbanas según el Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA, 2018), es clave para la sostenibilidad de las ciudades, ya que un sistema de este tipo que sea adecuado ofrece importantes beneficios para la comunidad. Un sistema correcto de drenaje pluvial aporta beneficios sociales, económicos y ambientales como:

- **Reducción de inundaciones y deslizamientos**

La aplicación de sistemas de drenaje pluvial consiste en controlar y conducir el agua de lluvia, lo que previene la acumulación excesiva en superficies urbanas. Esto disminuye significativamente los problemas de deslizamientos de tierra e inundaciones, protegiendo tanto a las personas como a las infraestructuras (Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), 2018)

- **Mejora de la salud pública**

Un sistema drenaje pluvial adecuado evita el estancamiento de aguas, ya que esto puede convertirse en un punto de acumulación y aumento de mosquitos y otros transmisores de enfermedades. Al prevenir estas acumulaciones, se reduce la

propagación de enfermedades propagadas por vectores, promoviendo una mejor salud de la comunidad.

- **Protección de infraestructura**

Las calles, carreteras y edificios son susceptibles a daños causados por el exceso de agua. Un sistema de alcantarillado pluvial bien diseñado preserva estas estructuras al desviar el agua de manera efectiva, prolongando su vida útil y reduciendo costos de mantenimiento.

- **Impacto en movilidad y seguridad**

Las inundaciones pueden interrumpir el tráfico vehicular y aumentar el riesgo de accidentes. Al gestionar adecuadamente el agua de lluvia, se mantienen las vías transitables y seguras, mejorando la movilidad urbana y la seguridad vial.

- **Beneficios medioambientales**

Además de reducir la contaminación al evitar que desechos y contaminantes sean desplazados por las lluvias, los sistemas de aguas lluvia pueden incorporar tecnologías para la recolección y aprovechamiento del agua de lluvia, promoviendo prácticas sostenibles y conservando recursos hídricos.

- **Impacto socioeconómico**

La existencia de un sistema de aguas pluviales eficiente puede incrementar el valor de las propiedades al garantizar un ambiente más seguro y menos propenso a inundaciones. Asimismo, mejora el estilo de vida de los residentes al proporcionar un ambiente urbano más resiliente y confiable. (Valdivieso, s.f.).

También, como lo menciona el Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA, 2018), el mal manejo de las aguas pluviales puede causar deslizamientos, daños en edificaciones y mayor contaminación. Un mecanismo correcto de drenaje pluvial protege la

infraestructura, mejora la salud y facilita la movilidad, fomentando un entorno urbano seguro y sostenible.

2.1.5 Impacto de la Falta de Drenaje Pluvial en Zonas Vulnerables

La ausencia de sistemas adecuados de drenaje pluvial en áreas susceptibles genera una serie de impactos negativos que afectan la calidad de vida y la seguridad de la población (Tucci, 2008). Algunos de los principales efectos incluyen:

- **Inundaciones recurrentes**

El estancamiento de agua de lluvia en viviendas y áreas públicas, provocada por la ausencia de drenaje, ocasiona pérdidas materiales importantes y obstaculiza el desplazamiento de los residentes. Estas inundaciones también impactan la seguridad de las personas al generar situaciones de emergencia y deteriorar los espacios urbanos.

- **Riesgo de deslizamientos de tierra**

En áreas con pendientes abruptas, la escorrentía superficial causada por las lluvias erosiona el suelo, debilitando su estabilidad. Esto incrementa la probabilidad de deslizamientos que ponen en peligro a las construcciones cercanas y a las comunidades que habitan esas zonas.

- **Problemas de salud pública**

El agua estancada se transforma en un foco para la proliferación de mosquitos y otros vectores de enfermedades como el zika, la malaria y el dengue. Asimismo, el contacto con aguas contaminadas puede desencadenar infecciones y enfermedades gastrointestinales, afectando gravemente a las poblaciones vulnerables.

Estos impactos evidencian la urgencia de implementar sistemas de drenaje pluvial en zonas vulnerables, promoviendo un entorno más seguro, saludable y resiliente (Tucci, 2008).

2.1.6 Adaptabilidad y sostenibilidad

El sistema de drenaje pluvial según Valdivieso (s.f.), debe adaptarse al terreno y al crecimiento urbano, considerando pendientes, tipo de suelo e impermeabilización. Además, debe prever futuras expansiones e incluir soluciones flexibles, como pavimentos permeables y jardines pluviales. La sostenibilidad es clave, utilizando materiales duraderos y tecnologías innovadoras para gestionar eventos climáticos extremos y asegurar su efectividad a largo plazo.

También El sistema debe adaptarse al crecimiento urbano y a las condiciones topográficas locales. Soluciones como pavimentos permeables y jardines pluviales contribuyen a la sostenibilidad (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe, 2014).

2.1.7 Sistemas de drenajes

2.1.7.1 En la fuente.

El drenaje en la fuente, según lo menciona la Dirección Nacional de Aguas y Saneamiento (2009), es el escurrimiento pluvial que sucede en el lugar, en parqueaderos, en obras de construcción existentes, en lugares públicos como parques, mercados, plazoletas, entre otras. Dirigido a un subsistema de micro drenaje.

2.1.7.2 Micro drenaje.

El micro drenaje según la Dirección Nacional de Aguas y Saneamiento (2009), es un sistema que gestiona el flujo pluvial mediante la captación, conducción y alejamiento de aguas hacia aguas abajo. Se utilizan caudales de diseño calculados con el método racional, analizando las estructuras hidráulicas en régimen permanente para los caudales máximos determinados por los períodos de retorno definidos.

2.1.7.3 Macro drenaje.

El macro drenaje como se refiere la Dirección Nacional de Aguas y Saneamiento (2009), es el sistema que capta el flujo proveniente de los micro drenajes de diversas subcuencas y requiere una metodología de diseño distinta. En términos generales, la falta de capacidad en el macro drenaje causa daños más significativos que en el micro drenaje, por lo que es importante que el riesgo de fallos sea menor, algo que debe considerarse al establecer los criterios de diseño.

2.1.8 Aspectos hidrológicos

Los estudios hidrológicos según lo menciona el Instituto del Agua (2018), aplican principios para abordar inconvenientes asociados al agua, como el diseño de infraestructuras, la administración de recursos hídricos y mitigación de inundaciones. También determinan el caudal de diseño, fundamentado en el tamaño, características de la cuenca y su cobertura de suelo

2.1.9 Inundaciones

Las inundaciones son acumulaciones temporales de agua en áreas normalmente secas, causadas por lluvias intensas, fallas en el drenaje o desbordamientos. Generan impactos negativos en la infraestructura, economía y salud pública. (Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2015)

2.1.10 Cuencas Hidrológicas

Una cuenca hidrológica es un área en la que toda el agua superficial fluye hacia un punto de convergencia, como un río o una red de drenaje. Su análisis es fundamental para calcular los volúmenes de agua pluvial. (Tucci, 2008).

2.1.11 Alcantarillas Curvas

Las alcantarillas curvas son estructuras clave en las redes de drenaje, diseñadas para modificar la dirección del flujo de agua sin generar pérdidas significativas de energía hidráulica. Estas tuberías permiten que el agua residual o pluvial fluya de manera eficiente a través de cambios de dirección, manteniendo su velocidad y reduciendo el riesgo de sedimentación o bloqueos en la red. Su diseño está orientado a minimizar turbulencias, garantizando transiciones suaves y preservando la funcionalidad e integridad estructural del sistema. Además, estas alcantarillas se adaptan fácilmente a las condiciones geográficas y urbanísticas del entorno, optimizando el espacio y los recursos disponibles. (Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2015)

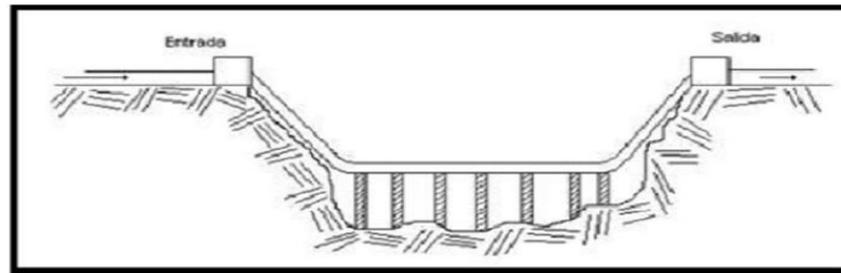
2.1.12 Sifones Invertidos

Los sifones invertidos son estructuras clave en los sistemas de drenaje y alcantarillado, diseñadas para superar obstáculos topográficos como ríos, carreteras o valles. Según Tucci (2008), estas estructuras permiten que el flujo de agua descienda y ascienda dentro de un conducto cerrado, garantizando la continuidad del sistema. Este diseño asegura que el agua circule incluso en condiciones de carga total, manteniendo un flujo controlado y evitando interrupciones.

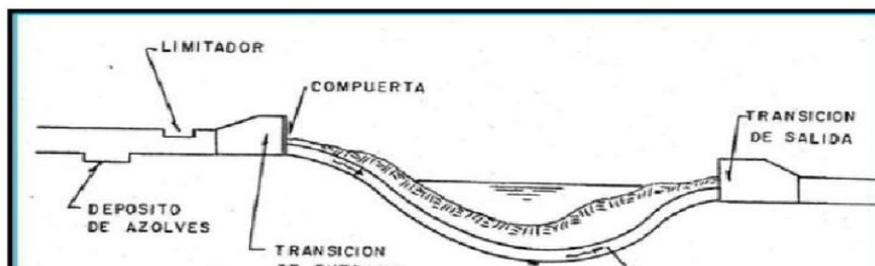
Además, los sifones invertidos están diseñados para minimizar las pérdidas de energía hidráulica y prevenir la acumulación de sedimentos en el tramo más bajo del sistema, lo que podría comprometer su funcionamiento. Son una solución eficiente en áreas urbanas donde los desniveles del terreno dificultan el uso de sistemas convencionales de drenaje. Los sifones invertidos son tuberías que permiten el paso de aguas pluviales por debajo de obstáculos, como ríos o carreteras, utilizando diferencias de presión para mantener el flujo.

Ilustración 2

Sifones invertidos



PARTES DE UN SIFON INVERTIDO



Nota. Esta ilustración obtenida de internet muestra la forma de los sifones invertidos y sus diferentes partes.

2.1.13 Componentes de una red de alcantarillado

2.1.13.1 Sumideros.

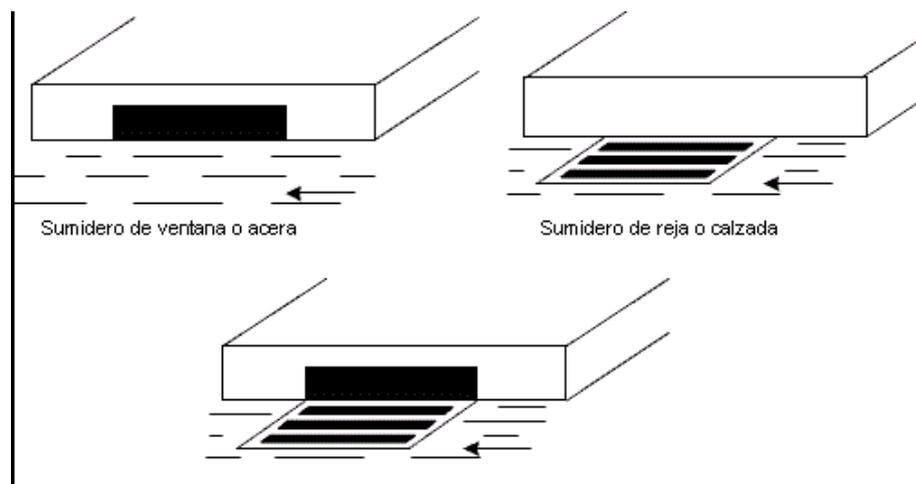
Los sumideros son elementos fundamentales en los sistemas de drenaje pluvial, diseñados para recolectar y transportar el agua superficial de áreas urbanas, como calles, aceras y espacios públicos, hacia el sistema de alcantarillado. Su estructura suele incluir rejillas que facilitan el flujo del agua mientras retienen residuos sólidos que podrían obstruir el sistema. Además, facilitan el control y la evacuación del agua pluvial, previniendo inundaciones y acumulaciones que pueden dañar infraestructuras y afectar la movilidad urbana (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, s.f.).

2.1.13.1.1 Sumidero de Ventana.

Este tipo de sumidero es un dispositivo utilizado en sistemas de drenaje pluvial, caracterizado por una abertura ubicada en el bordillo de las aceras. Este diseño permite capturar el agua de lluvia que circula por las calles y dirigirla al sistema de drenaje, minimizando el riesgo de acumulación de agua en las vías. Aunque estos sumideros son eficientes en áreas planas, su desempeño puede verse afectado por el acopio de sedimentos y desechos, lo que resalta la importancia de un mantenimiento regular para prevenir obstrucciones y garantizar su correcto funcionamiento (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, s.f.).

Ilustración 3

Sumideros



Nota. La imagen bajada de internet muestra el tipo de sumideros.

2.1.13.1.2 Sumidero de Rejilla.

Un sumidero de rejilla es una estructura fundamental en los sistemas de drenaje urbano, diseñados para capturar aguas pluviales de superficies como calles y terrenos. Estas estructuras disponen de rejillas que facilitan el paso del agua mientras retienen desechos sólidos, asegurando así que el caudal hacia el sistema de alcantarillado sea eficiente y sin

obstrucciones. Su diseño puede variar para captar el agua de manera lateral o transversal según las necesidades del entorno y las condiciones del flujo (EPM, 2017).

2.1.13.2 Red de Tuberías y Colectores.

El sistema de tuberías y colectores es el sistema encargado de transportar las aguas pluviales desde los puntos de captación hacia las áreas de descarga, como cuerpos de agua naturales o instalaciones de tratamiento. Este sistema debe diseñarse considerando la capacidad hidráulica adecuada para garantizar la eficiencia durante eventos de precipitación máxima, evitando el colapso o la saturación del sistema. Se utiliza una combinación de tuberías principales y secundarias, además de estructuras adicionales como pozos de revisión y cámaras de caída, que permiten el mantenimiento y monitoreo del flujo (Brena, 2019).

2.1.13.3 Estanques de Retención y Detención.

Los estanques de retención y detención son componentes fundamentales en las redes de drenaje urbano, diseñados para reducir los impactos de las lluvias fuertes al controlar el flujo de agua pluvial.

- **Estanques de Retención:** Estas estructuras almacenan agua durante un periodo prolongado, promoviendo su infiltración en el suelo o su liberación controlada hacia los cuerpos receptores. Su función principal es disminuir la cantidad de agua que ingresa al sistema de drenaje, contribuyendo a la recarga de acuíferos y reduciendo el riesgo de inundaciones.

Ilustración 4

Estanques de retención



Nota. La imagen descargada de internet representa un estanque de retención.

- **Estanques de Detención:** Son infraestructuras temporales que retienen grandes volúmenes de agua por cortos periodos, liberándola gradualmente para evitar sobrecargar las redes de drenaje aguas abajo. Su objetivo principal es reducir los picos de caudal durante eventos de precipitación extrema. (Brena, 2019)

2.1.13.4 Cámaras de Desviación.

Las cámaras de desviación son componentes esenciales en los sistemas de drenaje, ya que permiten redirigir flujos de agua hacia diferentes conducciones. Estas estructuras también facilitan inspecciones internas, diagnósticos y mantenimientos preventivos en las tuberías subterráneas, optimizando su funcionalidad y prolongando su vida útil. Por lo general, las cámaras están equipadas con tecnologías avanzadas, como iluminación LED y cámaras de alta resolución, que garantizan imágenes claras para identificar problemas como obstrucciones o deterioros estructurales (Jiménez, 2021).

2.1.13.5 Sistemas de Infiltración.

Sistemas de Infiltración

Los sistemas de infiltración según lo menciona Brena (2019), son una solución sostenible para la gestión de aguas pluviales, cuyo fin principal es facilitar que el agua de lluvia penetre en el suelo, en lugar de ser dirigida completamente hacia los sistemas de drenaje. Este enfoque no solo ayuda a reducir la presión sobre el alcantarillado pluvial, sino que también ayuda a la recarga de los acuíferos subterráneos, mejorando la disponibilidad de agua a largo plazo.

Entre los ejemplos más comunes de estos sistemas se encuentran:

- **Zanjas de infiltración:** Canales excavados en el suelo, revestidos con materiales permeables que permiten la acumulación temporal del agua y su posterior infiltración. Estas zanjas son ideales para áreas con suelos altamente permeables.

Ilustración 5

Zanjas de infiltración



Nota. En la imagen se aprecia las zanjas de infiltración, obtenida de internet.

- **Pozos secos:** Estructuras subterráneas diseñadas para recibir agua de lluvia y facilitar su paso hacia las capas inferiores del suelo. Son especialmente útiles en espacios urbanos donde el espacio en superficie es limitado.

Además, los sistemas de infiltración ayudan a disminuir el riesgo de inundaciones al manejar el agua de lluvia de manera localizada y natural. Este tipo de infraestructura verde es fundamental para mitigar los impactos negativos del desarrollo urbano en el ciclo hidrológico, promoviendo una administración más equilibrada y sostenible de los recursos hídricos (Brena, 2019).

2.1.13.6 Medidores y Sensores.

Los medidores y sensores son dispositivos utilizados en los sistemas de alcantarillado pluvial para monitorear parámetros como flujo, calidad del agua, velocidad y nivel de agua. Entre los tipos más comunes están los sensores de nivel, medidores de flujo y sensores de calidad del agua (Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2015).

2.1.13.7 Sistemas de Tratamiento.

Los sistemas de tratamiento de aguas pluviales según lo menciona Santana Ángulo y Valencia Escobar (2024), son estructuras diseñadas para optimizar la calidad del agua antes de su liberación en cuerpos de agua de formaciones naturales, su reutilización o su infiltración en el suelo. Estos sistemas tienen como finalidad principal reducir las sustancias contaminantes transportadas por las aguas lluvias en áreas urbanas, asegurando un impacto sobre el medio ambiente mínimo y promoviendo la sostenibilidad de los recursos hídricos.

Entre las soluciones más comunes se encuentran:

- **Filtros biológicos:** Incorporan materiales como arena, grava y vegetación para eliminar partículas suspendidas, nutrientes y otros contaminantes del agua. Este sistema se utiliza frecuentemente en infraestructuras verdes, como jardines de lluvia o

humedales artificiales, donde la vegetación también contribuye a la absorción de elementos dañinos.

- **Separadores de sólidos:** Diseñados para capturar materiales flotantes y residuos sólidos, como hojas y desechos urbanos, estos sistemas son fundamentales en las primeras etapas del tratamiento, evitando que dichos materiales alcancen los sistemas principales de drenaje.
- **Tanques de decantación:** Son depósitos que permiten la sedimentación de partículas pesadas, como arena y otros sólidos suspendidos. Su diseño ralentiza el flujo del agua, facilitando que las partículas se asienten en el fondo, lo que permite una posterior remoción eficiente.

Estos sistemas aseguran una gestión eficiente de las aguas de lluvia, reduciendo el riesgo de contaminación y contribuyendo al manejo sostenible de las lluvias en entornos urbanos (Santana, 2024)

2.1.13.8 Estructuras de Descarga.

Las estructuras de descarga según lo menciona Brena (2019), son componentes esenciales en los sistemas de drenaje pluvial, diseñadas para liberar el agua recogida hacia cuerpos de agua como ríos, lagos, mares o incluso áreas de infiltración controlada. Estas estructuras no solo deben garantizar una evacuación eficiente del agua, sino también minimizar los efectos adversos sobre los ecosistemas y la infraestructura circundante, como la erosión del suelo o daños en áreas naturales sensibles.

Entre los tipos más frecuentes de estructuras de descarga se encuentran:

- **Salidas abiertas:** Estas permiten la descarga directa del agua hacia el receptor natural, como un río o lago. Su diseño debe incluir medidas para reducir la velocidad

del agua, como el uso de disipadores de energía o lechos de roca, con el objetivo de prevenir la erosión en las zonas de descarga.

- **Salidas protegidas:** Incorporan elementos estructurales adicionales, como rejillas, válvulas antirretornos o estructuras reforzadas con concreto, para controlar el flujo del agua, evitar la entrada de residuos sólidos en los cuerpos receptores y prevenir el retorno del agua desde el receptor hacia el sistema de drenaje, especialmente en áreas sujetas a mareas o inundaciones.

Adicionalmente, estas estructuras suelen complementarse con zonas de amortiguamiento ambiental, como vegetación ribereña o humedales, que ayudan a filtrar los contaminantes residuales y proteger la biodiversidad del ecosistema receptor. (Brena, 2019).

2.13.9 Pozos de Revisión.

Los pozos de revisión, también llamados pozos de inspección son estructuras esenciales en los sistemas de drenaje pluvial y sanitario. Su propósito principal es permitir el acceso al interior de las tuberías para realizar inspecciones, limpieza, mantenimiento y reparación de la red de drenaje. Estos elementos garantizan el funcionamiento adecuado del sistema y facilitan la detección y resolución de problemas, como obstrucciones o daños estructurales.

Según Brena (2019), los pozos de revisión deben ubicarse estratégicamente en lugares estratégicos del sistema, como en los cambios de dirección, intersecciones de tuberías, variaciones de pendiente o tramos largos. Su diseño puede variar según el diámetro de las tuberías, el caudal de diseño y las condiciones específicas del sitio, pero generalmente consisten en una cámara construida con materiales como concreto armado, equipada con tapas removibles y escalones internos para facilitar el acceso.

Ilustración 6

Pozos de Inspección o registro



Nota. Imagen obtenida de internet, donde se puede apreciar un pozo de inspección.

Además de su función técnica, los pozos de revisión desempeñan un papel fundamental en la gestión del mantenimiento preventivo y correctivo, aportando a la sostenibilidad y eficacia del sistema de alcantarillado a largo plazo.

2.1.14 Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (INAMHI), es la entidad oficial de Ecuador encargada de monitorear, analizar y proporcionar información meteorológica e hidrológica para diferentes sectores estratégicos del país. Fundado en 1969, el INAMHI desempeña un rol fundamental en la gestión climática e hidrológica, ayudando a prevenir riesgos asociados a fenómenos naturales y al cambio climático. Sus actividades incluyen la operación de una amplia red de estaciones meteorológicas y pluviométricas para registrar datos de temperatura, humedad, precipitaciones, vientos y niveles de caudales de ríos.

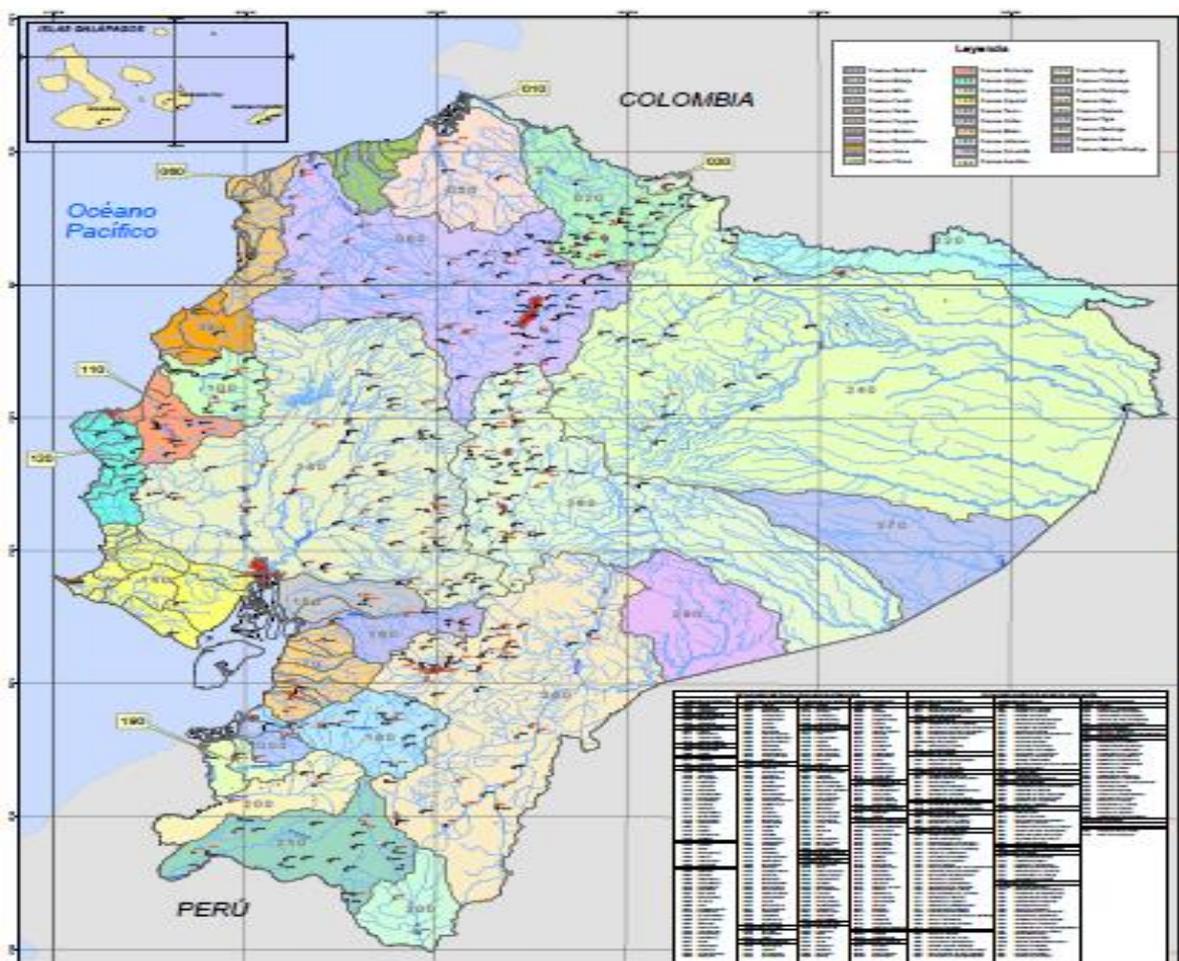
La institución emite pronósticos meteorológicos y alertas tempranas, esenciales para sectores como la agricultura, el diseño de infraestructuras y la gestión de desastres. Además, realiza estudios técnicos que permiten comprender fenómenos climáticos como El Niño y La Niña, los cuales afectan significativamente al país. Gracias a su red tecnológica, que incluye pluviómetros, anemómetros y radiosondas, el INAMHI recopila información confiable en

tiempo real, contribuyendo al diseño de estrategias gubernamentales y proyectos de desarrollo sostenible.

El INAMHI también tiene un rol educativo, organizando talleres y acciones de concienciación para educar a la población sobre los impactos del clima y la importancia de la gestión hídrica. En resumen, es un elemento clave para garantizar la seguridad climática, mitigar riesgos y promover el manejo de los recursos hídricos en Ecuador (Instituto Nacional De Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2021).

Ilustración 7

Mapa de Ubicación de la Red de Estaciones Hidrometeorológicas por Cuencas Hidrográficas del Ecuador



Nota. Mapa de Ubicación de la Red de Estaciones Hidrometeorológicas por Cuencas Hidrográficas del Ecuador. (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2021)

Ilustración 8

Leyenda de cuencas hidrográficas



Leyenda

000	Cuenca Santa Rosa	110	Cuenca Portoviejo	200	Cuenca Puyango
010	Cuenca Mataje	120	Cuenca Jipijapa	210	Cuenca Catamayo
020	Cuenca Mira	130	Cuenca Guayas	220	Cuenca Putumayo
030	Cuenca Carchi	140	Cuenca Zapotal	240	Cuenca Napo
040	Cuenca Verde	150	Cuenca Taura	260	Cuenca Pastaza
050	Cuenca Cayapas	160	Cuenca Cañar	270	Cuenca Tigre
060	Cuenca Muisne	170	Cuenca Balao	280	Cuenca Santiago
080	Cuenca Esmeraldas	180	Cuenca Jubones	290	Cuenca Morona
090	Cuenca Jama	190	Cuenca Zarumilla	300	Cuenca Mayo-Chinchipe
100	Cuenca Chone	190	Cuenca Arenillas		

Nota. Imagen de Ubicación de la Red de Estaciones Hidrometeorológicas por Cuencas Hidrográficas del Ecuador obtenidas de (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) 2021),

2.1.15 Estaciones Meteorológicas y Pluviométricas

Las estaciones meteorológicas y pluviométricas miden parámetros como precipitación, temperatura y humedad. Son esenciales para el diseño y la gestión de sistemas pluviales (Instituto Nacional De Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2021).

2.1.16. Dirección General de Aviación Civil del Ecuador (DGAC)

La Dirección General de Aviación Civil del Ecuador (DGAC) es la entidad estatal encargada de regular, supervisar y controlar las actividades de aviación civil en el país, incluida la ciudad de Guayaquil. Su función principal es garantizar la seguridad, eficiencia y cumplimiento normativo en las operaciones aéreas, la infraestructura aeroportuaria y el uso del espacio aéreo ecuatoriano, de acuerdo con las normativas nacionales e internacionales.

Función principal:

La Dirección General de Aviación Civil del Ecuador (DGAC) se encarga de:

- Supervisar las operaciones y actividades de aeropuertos y aerolíneas.
- Certificar aeronaves, personal técnico y operadores.
- Administrar el espacio aéreo.
- Promover la seguridad y eficiencia en la aviación civil.
- Representar al Ecuador en organismos internacionales como la OACI.
- Este concepto sintetiza su papel en la gestión integral de la aviación civil en el Ecuador (Dirección General de Aviación Civil del Ecuador (DGAC), 2022.).

2.1.16.1. Estación seleccionada para obtener los datos pluviométricos.

Se ha seleccionado la estación meteorológica del Aeropuerto Internacional de Guayaquil como fuente principal de datos de precipitación para nuestro proyecto. Esta decisión se fundamenta en la proximidad geográfica desde la estación hasta el área de estudio, lo que garantiza que los datos recolectados representen fielmente las condiciones climáticas locales. A partir de esta información, hemos realizado los cálculos necesarios para determinar las intensidades de precipitación, los intervalos de retorno y otros parámetros hidrológicos clave, indispensables para el diseño del sistema de drenaje pluvial en el Barrio Colibrí 2. Este enfoque asegura que nuestras proyecciones sean precisas y adecuadas para el contexto específico del proyecto.

2.2 Marco Legal

2.2.1. Normas Internacionales (ISO)

2.2.1.1. ISO 24511:2007 - Actividades relacionadas con los servicios de agua potable y aguas residuales: directrices para la gestión de los servicios de aguas residuales y para la evaluación de los servicios de aguas residuales

La norma internacional proporciona un marco integral para la gestión, evaluación y mejora de los sistemas de aguas residuales, incluidos los sistemas de drenaje pluvial. Está orientada a garantizar la calidad, sostenibilidad y seguridad de los servicios, abordando múltiples dimensiones operativas, técnicas y sociales.

- Gestión Operativa

La **ISO 24511:2007** establece directrices claras para la planificación, funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de drenaje. Incluye la identificación de necesidades específicas de cada sistema, como caudales, características del área servida y recursos disponibles. También aboga por la implementación de planes preventivos y correctivos para optimizar el funcionamiento del sistema, reducir costos operativos y prevenir fallas. Además, promueve el uso de tecnologías innovadoras para maximizar la eficiencia en la recolección y traslado de aguas lluvias y residuales.

- Evaluación del Desempeño

La norma proporciona herramientas y métodos para evaluar el funcionamiento de los sistemas de drenaje, incluyendo indicadores de desempeño técnico, eficiencia operativa y cumplimiento de normativas ambientales. Esto implica monitorear la capacidad hidráulica, calidad del agua descargada y tiempo de respuesta ante emergencias. Los resultados de estas evaluaciones permiten detectar oportunidades de

mejora, ajustar estrategias operativas y asegurar el cumplimiento de estándares de calidad.

- **Sostenibilidad**

ISO 24511:2007 enfatiza la necesidad de gestionar los sistemas de alcantarillado con prácticas que promuevan la sostenibilidad a largo plazo. Esto incluye la utilización racional de recursos como agua, energía y materiales, y la reducción de residuos. La norma aboga por implementar medidas que reduzcan el impacto ambiental, como la reutilización de aguas tratadas y la incorporación de enfoques basados en la naturaleza para mejorar la capacidad de infiltración y retención de las aguas pluviales.

- **Seguridad y Salud**

Esta norma subraya la relevancia de asegurar la protección de los trabajadores que operan y mantienen los sistemas de alcantarillado, así como de la comunidad que interactúa con estos servicios. Propone establecer protocolos claros para la mitigación de riesgos laborales, como; exposición a contaminantes, trabajos en espacios reducidos o manejo de equipos pesados. También destaca la importancia de sensibilizar a la comunidad sobre los riesgos asociados al mal uso del sistema, fomentando su colaboración para prevenir problemas operativos.

- **Comunicación y Participación Pública**

La norma impulsa la integración de la comunidad en la administración de los sistemas de drenaje pluvial y sanitario, fomentando la transparencia y la participación en el proceso de toma de decisiones. Esto incluye educar a los usuarios sobre el funcionamiento del sistema, involucrarlos en la planificación de nuevas infraestructuras y asegurar que comprendan la relevancia de su rol en la sostenibilidad del servicio. Al fomentar la aceptación social, se asegura una mayor cooperación y un compromiso compartido hacia la protección del medio ambiente y la excelencia del servicio.

La norma ISO 2451. (2007) es clave para garantizar que los sistemas de alcantarillado pluvial sean sostenibles, seguros y gestionados con responsabilidad, contribuyendo al mejoramiento continuo y a la protección del medio ambiente.

2.2.2. Norma Nacionales

2.2.2.1. Norma INEN 5 1613-06:2006 - Sistema De Alcantarillado. Diseño Y Construcción.

La Norma INEN 5 1613-06:2006 establece los lineamientos técnicos y normativos para el diseño y la edificación de sistemas de alcantarillado pluvial en Ecuador. Su propósito es garantizar la durabilidad, sostenibilidad y eficiencia de estas infraestructuras en las diversas condiciones climáticas y geográficas del país, contribuyendo a la correcta gestión de las aguas pluviales y a la mitigación de inundaciones.

- Diseño Hidráulico

La norma define criterios específicos para dimensionar los componentes del sistema, como tuberías, colectores, pozos de inspección y otros elementos. Esto incluye el cálculo del caudal de diseño, teniendo en cuenta factores como la intensidad y duración de las precipitaciones, el área de captación, la topografía del terreno y el tipo de suelo. Además, establece métodos para garantizar que las estructuras hidráulicas puedan manejar caudales máximos sin riesgo de colapsos o desbordamientos

- Materiales

INEN 5 1613-06:2006 especifica los materiales que deben utilizarse en la edificación de sistemas de drenaje pluvial. Estos componentes, como tuberías de concreto reforzado, PVC o también conocido como polietileno de alta densidad, deben cumplir con estándares de calidad que aseguren su durabilidad y resistencia frente a las condiciones locales, como cambios de temperatura, agresividad química del agua o

impactos mecánicos. También se detallan las pruebas de control de calidad necesarias para validar el cumplimiento de los materiales con las normativas.

- **Instalación**

La norma proporciona instrucciones detalladas para la correcta instalación de los sistemas de alcantarillado. Esto incluye recomendaciones para la excavación y compactación del terreno, la colocación y alineación de tuberías, la instalación de estructuras complementarias como; cámaras de caída, pozos de inspección, sumideros, y la conexión de los sistemas al cuerpo receptor. También contempla medidas de seguridad durante la construcción para minimizar riesgos laborales y daños al entorno.

- **Mantenimiento**

La INEN 5 1613-06:2006 subraya la importancia del mantenimiento periódico como parte fundamental para asegurar el funcionamiento adecuado y extender la vida útil del sistema. Entre las recomendaciones se encuentran la limpieza de sumideros y tuberías para prevenir obstrucciones, la inspección de estructuras críticas, la reparación de elementos dañados y la implementación de programas de monitoreo continuo para evaluar el desempeño del sistema.

La Norma INEN 5 1613-06:2006 es esencial para garantizar que los sistemas de drenaje pluvial cumplan con los estándares nacionales de seguridad y calidad.

CAPITULO III

3.1 Metodología

3.1.1 *Diseño De Sistemas De Alcantarillado Pluvial*

3.1.1.1 **Períodos de retorno de diseño.**

Según la Dirección Nacional de Aguas y Saneamiento (2009), la elección del período de retorno en un sistema de drenaje pluvial impacta la protección contra inundaciones y el riesgo de fallos en el proyecto. Al determinarlo, se deben considerar factores como el aumento poblacional, la durabilidad de la infraestructura, y las características de la cuenca. Ignorar estos aspectos podría hacer que el sistema no gestione adecuadamente la escorrentía.

El período de retorno indica el tiempo promedio entre dos eventos de lluvia que igualen o superen una intensidad específica. Este parámetro es crucial para el diseño de sistemas pluviales, pues facilita la elección de una intensidad de lluvia apropiada para prevenir inundaciones y garantizar la capacidad de las infraestructuras. Según las Normas de Interagua (2013), los períodos de retorno recomendados varían según el tipo de proyecto:

- **3 años:** Para colectores urbanos en áreas residenciales, con pendientes mayores o iguales al 2,5%.
- **5 años:** En colectores principales que drenan grandes áreas y para urbanizaciones industriales en terrenos planos con pendientes menores al 1%.
- **30 años:** En canales abiertos y estructuras bajo autopistas o grandes avenidas.

El período de retorno impacta de manera directa en la intensidad de lluvia empleada en los cálculos hidráulicos, la cual se obtiene a partir de curvas IDF específicas para la región de diseño. Este enfoque asegura que las estructuras sean eficientes y puedan manejar eventos extremos dentro del rango de recurrencia seleccionado, optimizando costos y funcionalidad.

Según Interagua (2013). La fórmula para calcular el período de retorno es:

Fórmula:

$$P = \frac{1}{T}$$

Donde:

- P: Probabilidad de ocurrencia anual (%)

- T: Período de retorno (años)

Tabla 1

Períodos de retorno para diferentes ocupaciones del área

Tipo de obra	Tipo de ocupación del área de influencia de la obra	Tr (años)
Micro drenaje	Residencial	5
Micro drenaje	Comercial	5
Micro drenaje	Área con edificios de servicio público	5
Micro drenaje	Aeropuertos	10
Micro drenaje	Áreas comerciales y vías de tránsito intenso	10 - 25
Micro drenaje	Áreas comerciales y residenciales	25
Micro drenaje	Áreas de importancia específica	50 - 100

Nota: Tabla obtenida del documento de la (Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito. (EMAAP-Q), 2009).

Según las Normas de Diseño de Interagua (2013), los períodos de retorno recomendados cambian según el tipo de infraestructura y la vulnerabilidad de la zona:

Tabla 2*Periodo de retorno*

Tipo de Infraestructura	Período de Retorno (años)
Colectores locales en zonas residenciales (> 2.5% pendiente)	3
Colectores locales en zonas residenciales (< 2.5% pendiente)	3
Colectores principales para grandes áreas	5
Urbanizaciones industriales (pendiente < 1%)	5
Estaciones de bombeo	5
Canales abiertos y tajeas bajo autopistas o avenidas	30

Nota: Tabla obtenida de las Normas De Diseño de (Interagua, 2013).

3.1.2 Método de Cálculo de Lluvia y Caudales

3.1.2.1 Método Racional.

El **Método Racional** es una técnica ampliamente utilizada en hidrología urbana para estimar el caudal máximo de escorrentía en cuencas pequeñas. Este método es particularmente apropiado para zonas urbanas donde la velocidad de respuesta al agua de lluvia es alta debido a la predominancia de superficies impermeables.

Según lo menciona la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2015), el método permite estimar caudales máximos a partir de tres parámetros fundamentales:

1. **Intensidad de lluvia (I):** Se refiere a la intensidad media de precipitación para un período de retorno determinado y un tiempo de concentración específico. Este valor se obtiene mediante las curvas IDF (intensidad-duración-frecuencia) elaboradas para la zona de interés.

2. **Área de drenaje (A):** Es la extensión superficial de la cuenca que contribuye al caudal de escorrentía. Usualmente, se expresa en hectáreas o kilómetros cuadrados.
3. **Coefficiente de escorrentía (C):** Representa la fracción de la lluvia que se transforma en escorrentía directa. Este coeficiente depende de las características del suelo, la cobertura del terreno y el grado de impermeabilización de la cuenca.

La fórmula para el coeficiente de escorrentía según la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2015) es:

Fórmula:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

- **Q:** Caudal (m³/s)
- **C:** Coeficiente de escorrentía (adimensional)
- **I:** Intensidad de lluvia (mm/h)
- **A:** Área de drenaje (ha)

3.1.2.2 Aplicaciones y Limitaciones.

El Método Racional es adecuado para cuencas pequeñas, generalmente de menos de 200 hectáreas, debido a su simplicidad y precisión en escalas reducidas. Sin embargo, no es adecuado para cuencas grandes o con tiempos de concentración extensos, donde los procesos hidrológicos son más complejos y requieren métodos más avanzados.

Además, este método asume que la lluvia se distribuye de manera uniforme en toda el área de la cuenca. y que el caudal máximo ocurre cuando toda la cuenca contribuye simultáneamente al flujo. (Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2015).

3.1.3 Área de Drenaje

El área de drenaje es la superficie total que aporta al flujo de agua hacia un sistema de alcantarillado o drenaje, generalmente delimitada por las características topográficas de la cuenca. Este valor es un parámetro fundamental en el diseño hidráulico, ya que determina el volumen de agua que se genera como escorrentía durante un evento de precipitación.

Según la Dirección Nacional de Aguas y Saneamiento (2009), el cálculo del área de drenaje permite estimar con precisión los caudales máximos que un sistema debe manejar, considerando factores como la inclinación del terreno, el tipo de cobertura del suelo y el nivel de impermeabilización.

Aspectos Clave:

1. Delimitación del área:

La delimitación se realiza mediante herramientas cartográficas y topográficas, identificando los límites de la cuenca hidrográfica que aporta agua al sistema.

2. Factores de influencia:

- **Pendiente del terreno:** Una mayor pendiente aumenta la velocidad del flujo y reduce el tiempo de concentración.
- **Cobertura del suelo:** Áreas urbanas impermeables generan mayor escorrentía en comparación con zonas naturales.
- **Características del terreno:** El tipo de suelo influye en la capacidad de infiltración y en el volumen de agua que se dirige hacia el sistema.

3. Unidades de medida:

El área de drenaje se expresa comúnmente en hectáreas (ha) o kilómetros cuadrados (km^2), dependiendo de la escala del proyecto.

4. **Importancia en el diseño hidráulico:**

Este valor, junto con parámetros como la intensidad de lluvia y el coeficiente de escorrentía, es clave para calcular el caudal máximo utilizando métodos como el Método Racional.

5. **Aplicación Práctica:**

Por ejemplo, en un proyecto de drenaje pluvial para una zona urbana con un área de drenaje de 10 ha, la delimitación precisa del área es crítica para diseñar colectores, zanjas de infiltración y otras estructuras capaces de manejar los caudales generados. (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), Dirección Nacional de Aguas y Saneamiento (DINASA), 2009).

3.1.4. Relación Intensidad Duración Frecuencia (IDF)

La relación Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) desempeña un papel indispensable en el diseño de sistemas de drenaje pluvial, pues, permite analizar cómo la intensidad de la lluvia varía según su duración y la frecuencia con la que se presentan eventos específicos. La intensidad se expresa en milímetros por hora (mm/h), mientras que la duración refleja el intervalo durante el cual ocurre la precipitación con mayor intensidad. Por otro lado, la frecuencia está asociada a la probabilidad de que un evento similar ocurra dentro de un tiempo específico, denominado período de retorno.

De acuerdo con las normas de diseño de Interagua (2013), las curvas IDF se obtienen a partir de estudios hidrológicos específicos para la región. Estas curvas se expresan mediante ecuaciones del tipo $I = A * T^B$ donde A y B son constantes que varían según el período de retorno y la duración de la precipitación. Este análisis se emplea para obtener los valores de diseño correspondientes a períodos de retorno de 2, 5, 10, 25 y 50 años, garantizando que los sistemas pluviales puedan gestionar eventos extremos de precipitación. Además, las curvas

IDF permiten optimizar el diseño de colectores y otros componentes, asegurando la funcionalidad del sistema y reduciendo riesgos de inundaciones.

El uso adecuado de esta metodología no solo garantiza la capacidad hidráulica de los sistemas pluviales, sino que también optimiza los costos de inversión y mantenimiento al adaptar el diseño a las condiciones locales de lluvia. (Interagua, 2013).

Fórmula:

$$I = \frac{K}{(t + a)^2}$$

Donde:

- **I:** Intensidad de lluvia (mm/h)
- **t:** Duración de la lluvia (min)
- **K, a, n:** Coeficientes específicos de la región

3.1.5 Frecuencia de Lluvia

La frecuencia de lluvia se refiere a la probabilidad de que un evento de precipitación suceda dentro de un intervalo de tiempo determinado. Este concepto es fundamental para determinar períodos de retorno, que representan el tiempo promedio entre eventos de lluvia de una intensidad determinada. Según la Dirección Nacional de Aguas y Saneamiento (2009), esta información es esencial en el diseño de sistemas pluviales, ya que facilita el cálculo de la capacidad requerida para manejar eventos extremos y garantizar la sostenibilidad de las infraestructuras hidráulicas.

3.1.6 Hidrogramas de Diseño

Los hidrogramas se consideran una herramienta gráfica, la cual muestra cómo cambia el caudal de agua en función del tiempo durante un evento de precipitación. Este recurso es

fundamental para analizar el comportamiento del flujo en una cuenca y se usa frecuentemente en el diseño de infraestructuras hidráulicas, como los sistemas de drenaje, presas o canales. Según Tucci (2008), el uso del hidrograma permite planificar y dimensionar estructuras seguras y eficientes, ya que proporciona información clave sobre los picos de caudal y la duración del evento, aspectos fundamentales para prevenir inundaciones y garantizar la funcionalidad del sistema

Fórmula:

$$Q(t) = P * A * C$$

Donde:

Q(t)= Caudal en el tiempo t (m³/s)

P= Precipitación efectiva

A= Área de la cuenca (km²)

C= Coeficiente de escorrentía

3.1.7 Escorrentía

La escorrentía se considera como el proceso por el cual el agua de lluvia fluye hacia una red fluvial. Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1992, pág. 292, (citado en Cadena, N. & Borbor, J. 2023), existen varios tipos: la escorrentía superficial, que fluye rápidamente sin infiltrarse en el suelo; la hipodérmica, que se filtra intransitablemente y vuelve a la superficie; y la subterránea, que se filtra hasta el nivel freático, influenciada debido a la precipitación y al tipo de suelo

3.1.7.1 Coeficiente de Escorrentía.

El coeficiente de escorrentía se define como un factor que determina la proporción de agua lluvia que no se infiltra ni es retenida por el terreno, fluyendo libremente hacia receptores como quebradas, ríos o sistemas de alcantarillado. Este valor depende del tipo de superficie, como áreas impermeables (pavimentos y techos), que presentan coeficientes más altos en comparación con suelos naturales o cubiertos de vegetación. Según las normas de diseño de Interagua, este coeficiente es un parámetro esencial para calcular caudales de aguas provenientes de precipitaciones en el diseño de sistemas pluviales, ya que permite dimensionar adecuadamente las infraestructuras para evitar problemas de inundaciones y garantizar la funcionalidad del sistema. (Interagua, 2013).

Tabla 3

Coeficiente escorrentía según los Tipos de Superficies

TIPOS DE SUPERFICIES	C
Cubierta metálica o tejada de vidrio	0,95
Cubierta con teja ordinaria	0,90
Pavimento asfáltico en buenas condiciones	0,85 a 0,90
Pavimento de Hormigón	0,80 a 0,85
Empedrado con juntas pequeñas	0,75 a 0,80
Empedrado con juntas ordinarias	0,40 a 0,50
Superficies afirmadas (tierra compactada)	0,25 a 0,60
Superficies no pavimentadas (suelo natural)	0,10 a 0,30
Parques y jardines	0,05 a 0,25

Nota: Tabla obtenida del Instituto Nacional de Normalización NTE 1108 (INEN, 2014).

Existen valores de C basados en una zonificación de cada localidad, a continuación, se presentan estos valores:

Tabla 4

Tipos de Zonificación y valores de C

TIPOS DE ZONIFICACIÓN	C
Zonas centrales densamente construidas con vías y calzadas pavimentadas.	0,70 a 0,90
Adyacentes al centro, de menor densidad poblacional con calles pavimentadas.	0,70
Zonas residenciales medianamente pobladas.	0,55 a 0,65
Zonas residenciales con baja densidad	0,35 a 0,55
Parques, Campos de deporte	0,10 a 0,20

Nota: Tabla obtenida de Instituto Nacional de Normalización NTE 1108 (INEN, 2014).

3.1.8 Intensidad de la Lluvia

La intensidad se mide como la cantidad de agua que cae por unidad de tiempo. Es crucial para determinar el caudal de diseño Valdivieso (s.f.). Se calcula mediante la fórmula de intensidad, duración y frecuencia IDF.

Fórmula:

$$I = \frac{K}{(t + a)^2}$$

Donde:

- I: Intensidad de lluvia (mm/h)
- t: Duración de la lluvia (min)

- **K, a, n:** Coeficientes específicos de la región

3.1.9 Tiempo de Concentración

El tiempo de concentración (t_c) según lo menciona en las normas de Interagua (2013), se define como el tiempo que tarda una gota de agua en recorrer desde el punto más alejado de la cuenca hasta el lugar donde se calcula el caudal de escorrentía. Este parámetro se calcula sumando el tiempo inicial (t_i) y el tiempo de desplazamiento (t_r):

Fórmula:

$$t_c = t_i + t_r$$

Donde:

- **t_c :** Tiempo de concentración
- **t_i :** Tiempo inicial o de entrada al sistema de alcantarillado
- **t_r :** Tiempo de flujo a lo largo de los conductos del sistema de alcantarillado

Tiempo Inicial (t_i)

El tiempo inicial corresponde al tiempo que tarda el agua en desplazarse superficialmente hasta la primera entrada del sistema de alcantarillado. Para determinar este valor, se utiliza la fórmula de Kirpich:

Fórmula:

$$t_i = 0.0195 * \left(\frac{L}{S^{0.5}}\right)^{0.77}$$

Donde:

- **L:** Longitud del cauce principal (m).

- **S:** Pendiente entre el punto más alejado y la primera entrada del sistema (m/m en decimales).

Para urbanizaciones unifamiliares, los valores típicos de (ti) son de 6 minutos para terrenos con un fondo de hasta 30 metros y de 8 minutos para lotes de 30 a 40 metros.

Tiempo de Recorrido (tr)

El tiempo de recorrido es el tiempo que toma el agua para fluir dentro del sistema de drenaje pluvial desde la primera entrada hasta el punto de cálculo. Este se determina mediante la ecuación:

Fórmula:

$$t_r = \frac{L}{V * 60}$$

Donde:

- **L:** Longitud del tramo (m).
- **V:** Velocidad del flujo de agua en la tubería (m/s).

La velocidad (V) se calcula utilizando la ecuación de Chezy-Manning, teniendo en cuenta parámetros como el radio hidráulico, la pendiente y la rugosidad del material del conducto.

Estos cálculos son fundamentales para determinar la intensidad promedio de lluvia que corresponde a una duración igual al tiempo de concentración asegurando un diseño eficiente y seguro para los sistemas pluviales.

El tiempo de escurrimiento en los canales secundarios y el cauce principal se puede calcular usando la fórmula de Manning.

El tiempo de viaje en un conducto según Interagua (2013), puede calcularse como:

Fórmula:

$$t = \frac{L}{V}$$

Donde:

- **t:** Tiempo de viaje en el conducto (min)
- **L:** Longitud (m)
- **V:** Velocidad media en la sección de escurrimiento (m/s), calculada como Q/A.

3.1.10 Diámetro Mínimo

Según las normas de diseño de Interagua (2013), el diámetro mínimo recomendado para las tuberías en sistemas de drenaje pluvial depende de su función particular:

- **Ramales domiciliarios:** Diámetro mínimo, **150 mm (6")**.
- **Colectores principales:** Diámetro mínimo, **200 mm (8")**.
- **Acometidas domiciliarias:** Estas deben tener el diámetro mínimo de **110 mm (4")**.

Estas especificaciones garantizan que las tuberías puedan gestionar de forma eficiente el flujo de aguas residuales y pluviales, considerando tanto el caudal como la velocidad requerida para evitar sedimentaciones y asegurar la autolimpieza del sistema.

3.1.10.1. Coeficiente de Rugosidad conductores.

El coeficiente de rugosidad de Manning (n) para conductos varía en función del material utilizado, lo que afecta significativamente el comportamiento hidráulico de los sistemas de drenaje pluvial. Según las Normas de Interagua (2013), los valores más frecuentes del coeficiente de rugosidad para diversos materiales son:

Tabla 5*Coefficiente de Rugosidad conductores*

Material	Coefficiente <i>n</i>
PVC	0.009
Cemento pulido	0.011
Concreto liso	0.012
Cemento mortero	0.013
Concreto áspero	0.016
Asbesto cemento	0.010
Piedra	0.025

Nota: Tabla obtenida de las Normas De Diseño (Interagua, 2013)

Estos valores se emplean para el cálculo hidráulico en sistemas de drenaje pluvial mediante la fórmula de Manning (Interagua, 2013).

Fórmula:

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

Donde:

V= Velocidad del flujo (m/s).

N= Coeficiente de rugosidad.

R= Radio hidráulico (m).

S= Pendiente de la tubería (m/m).

Los valores del coeficiente de rugosidad son esenciales para el diseño hidráulico mediante la fórmula de Manning, deben ser seleccionados considerando la literatura técnica especializada. Estos valores permiten evaluar las condiciones de flujo bajo distintos estados

de revestimiento, como nuevo o envejecido. Según la normativa técnica aplicable. (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) CPE 5 Parte 9-1, 1992.)

Tabla 6

Coefficientes de rugosidad para la fórmula de Manning

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	VALOR DE n DE MANNING		
	MÍNIMO	MEDIO	MÁXIMO
Roca no revestida:			
- Canales bien recortados	0,02		0,025
- Canales en condiciones medias	0,025	0,033	0,035
- Canales excavados sin cuidado		0,04	0,045
Roca muy bien revestida:			
- Túneles a gravedad con gunita	0,022		0,03
- Túneles a gravedad con las paredes y la solera alisados	0,019	0,023	
Canales en tierra:			
- En arcilla bien compactada		0,02	
- Grandes canales en condiciones medias de mantenimiento		0,025	
- Canales en malas condiciones		0,0275	
- Canales con algas y plantas acuáticas		0,03	
- Canales mal perfilados y con fuerte crecimiento de plantas acuáticas		0,035	
Revestimientos de hormigón:			
- Hormigón ordinario	0,15	0,016	0,018
- Hormigón pulido	0,013	0,014	0,015
- Tuberías de hormigón		0,013	
Revestimiento de concreto	0,016	0,018	0,021
Mampostería:			
- De piedra	0,017	0,022	0,03
- De gaviones	0,025	0,027	0,032
- De roca cortada	0,027	0,03	0,035
Tuberías de hierro fundido		0,012	
Tuberías de PVC, asbesto-cemento, o tuberías recubiertas con mortero de cemento		0,011	
Tuberías de acero		0,011	

Nota: Tabla obtenida del (Instituto Ecuatoriano de Normalización (CPE INEN) 5 Parte 9-1, 1992.)

3.1.10.2. Régimen de Flujo en Colectores.

El régimen de flujo en colectores puede ser turbulento o laminar y se determina mediante el número de Reynolds. (Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2015).

Fórmula:

$$Re = \frac{\rho * v * D}{\mu}$$

Donde:

ρ = Densidad del fluido (kg/m³).

v= Velocidad del flujo (m/s).

D= Diámetro hidráulico (m).

μ = Viscosidad dinámica (Pa·s).

3.1.11 Velocidades

3.1.11.1 Velocidad Mínima.

Según las Normas de Diseño de Interagua (2013), la velocidad mínima en las tuberías de sistemas de alcantarillado se establece para garantizar la autolimpieza y evitar la acumulación de sedimentos. Las velocidades mínimas recomendadas se mencionan las siguientes:

- **Velocidades mínimas para autolimpieza:**
 - **0,6 m/s** en tramos iniciales de la red.
 - **0,75 m/s** en los tramos siguientes, para evitar la sedimentación y asegurar el transporte de sólidos en suspensión.

Estas velocidades se calculan considerando el caudal mínimo correspondiente al principio del período de diseño, sin incluir infiltraciones, y aplicando criterios como

la fuerza tractiva mínima de $F_t \geq 0.12 \frac{kg}{m^2}$, Esto se evalúa con la fórmula obtenida de (Interagua, 2013):

$$F_t = \delta * R * J$$

Donde:

- δ : Peso específico del líquido (normalmente $1000 \frac{kg}{m^3}$).
- R: Radio hidráulico (m), determinado según el caudal.
- J: Pendiente hidráulica (m/m).

El cumplimiento de estos parámetros asegura un diseño eficiente y duradero para las redes de alcantarillado.

$$V_{min} = 0.6 \text{ m/s}$$

3.1.11.2 Velocidad máxima.

De acuerdo con las Normas de Diseño de Interagua (2013), las velocidades máximas permitidas en las tuberías de sistemas de drenaje pluvial dependen del material del conducto y tienen como objetivo evitar daños estructurales, erosión interna y desgaste excesivo. Las velocidades máximas recomendadas son:

Tabla 7

Velocidades máximas

Velocidades máximas de acuerdo con el material de tubería	
Material	Velocidad máxima (m/s)
PVC	6
Concreto Centrifugado	4
Concreto Normal	2
Concreto con recubrimiento centrifugado	2.5
Gres diámetro mayores a 200 mm	3.5

Nota: Tabla obtenida de las Normas De Diseño (Interagua, 2013)

Estas restricciones aseguran que el flujo no cause daños al material de las tuberías, preservando la integridad del sistema a lo largo de su vida útil.

Las velocidades máximas permitidas en tuberías o colectores dependen del material de fabricación. CPE INEN 5 Parte 9-1 (1992).

Tabla 8

Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad recomendados

Material	Velocidad máxima m/s	Coefficiente de rugosidad
Hormigón simple:	4	0,013
Con uniones de mortero.		
Con uniones de neopreno	3,5 - 4	0,013
para nivel freático alto		
Asbesto cemento	4,5- 5	0,011
Plástico	4,5	0,011

Nota: Tabla obtenida de CPE INEN 5 Parte 9-1:1992

3.1.12 Pendientes

Según las Normas de Diseño de Interagua (2013), las pendientes mínimas y máximas en las tuberías de sistemas de drenaje pluvial están diseñadas para asegurar un flujo eficiente, prevenir sedimentaciones y excluir velocidades que puedan dañar las tuberías.

3.1.12.1 Pendientes Mínimas.

La pendiente mínima asegura que el flujo mantenga una velocidad adecuada para la autolimpieza del sistema. Los valores son los siguientes:

Tabla 9*Pendientes Mínimas*

Diámetro (mm)	Material	Pendiente mínima %
150	PVC	0.33
200	PVC	0.30
250	PVC	0.24
300	PVC	0.20
350	PVC	0.16
400	PVC	0.14
450	PVC	0.13
500	PVC	0.12
600	PVC U HORMIGON ARMADO	0.11

Nota: Tabla obtenida de las Normas De Diseño (Interagua, 2013)

3.1.12.2 Pendientes Máximas

En las Normas de Diseño de Interagua (2013), las pendientes máximas no están definidas con valores exactos debido a que dependen del material y la velocidad máxima permitida en las tuberías. Lo que si establecen son las siguientes consideraciones para evitar problemas relacionados con pendientes excesivas:

1. Control de velocidades máximas:

- Las pendientes deben ser lo suficientemente bajas como para que las velocidades no superen los límites establecidos para cada material (por ejemplo, 6 m/s para PVC y 4 m/s para concreto centrifugado).

2. Medidas en caso de pendientes altas:

- Si las pendientes naturales del terreno generan velocidades superiores a las recomendadas, es necesario incluir estructuras adicionales como:

- **Cámaras de caída:** Para disipar la energía del flujo.
- **Elementos de protección:** Para prevenir erosión interna y daños en el material.

3. **Compatibilidad con el terreno:**

- Siempre que sea posible, las pendientes deben adaptarse al terreno natural, evitando cambios bruscos y manteniendo una transición suave entre tramos.

Estas directrices aseguran que las tuberías funcionen dentro de los parámetros de diseño, garantizando la durabilidad y eficiencia del sistema.

3.1.13 Profundidad

3.1.13.1 Profundidad Mínima.

La profundidad mínima desde la superficie hasta la cota de clave de la tubería se determina según el tipo de área donde se lleva a cabo la instalación:

- **Zonas verdes y peatonales:** 0,8 m.
- **Vías vehiculares:** 1,2 m.

En casos excepcionales, donde sea necesario reducir la profundidad (entre **0,6 m y 1,0 m**), se debe garantizar la protección de la tubería mediante métodos adicionales y contar con la aprobación técnica correspondiente. (Interagua, 2013).

3.1.13.2 Profundidad Máxima.

Para evitar problemas asociados con suelos inestables y niveles freáticos altos, las Normas de Diseño de Interagua (2013), sugiere mantener una profundidad máxima de 3,5 m en las tuberías principales. En casos donde se requiera mayor profundidad (hasta **5 m**), se deben implementar medidas específicas como estaciones de bombeo y justificar técnicamente el diseño, asegurando la estabilidad estructural de las tuberías y las cimentaciones.

Consideraciones adicionales

La profundidad de instalación según las Normas de Diseño de Interagua (2013), debe garantizar lo siguiente:

- Protección contra cargas vehiculares y de suelo.
- Ubicación adecuada para facilitar las conexiones domiciliarias.
- Compatibilidad con el diseño del terreno y las interferencias existentes.

3.1.14. Drenaje Pluvial en Caminos

En los caminos, las cunetas y sumideros colectores según lo menciona VEOLIA (2023), se diseñan para recolectar y canalizar el escurrimiento pluvial que drena por las vías. Estas estructuras deben ubicarse y dimensionarse adecuadamente para garantizar su funcionamiento. Los sumideros están conectados al sistema de alcantarillado pluvial mediante cajas o cámaras específicas.

3.1.14.1. Cunetas.

Las cunetas según VEOLIA (2023), son depresiones situadas en los extremos de las vías, encargadas de recoger y canalizar el escurrimiento superficial hacia sumideros, alcantarillas, cauces naturales o colectores pluviales existentes. Su diseño considera factores como pendiente y rugosidad para garantizar una capacidad hidráulica eficiente, evaluada mediante la ecuación de Manning modificada.

3.1.14.2. Diseño de Cunetas.

La capacidad hidráulica de una cuneta puede calcularse como un canal abierto utilizando la ecuación de Manning ajustada para flujo uniforme. (VEOLIA, 2023, p. 19).

$$Q = \frac{Ku}{n} * S_X^{1.67} * S_L^{0.5} * T^{2.67}$$

Donde:

Q: Caudal en la cuneta (m³/s).

Ku: Constante (0.376).

n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

Sx: Pendiente transversal (m/m).

SL: Pendiente longitudinal (m/m).

T: Ancho de la superficie libre de agua (m).

Selección de Coeficientes de Rugosidad de Manning para superficie de cunetas.

La elección del coeficiente depende del material de la cuneta y su acabado superficial, según se detalla en la tabla propuesta:

Tabla 10

Coeficientes de Rugosidad de Manning para superficie de cunetas

Superficie de cuneta	n
Concreto liso	0.012
Concreto rugoso	0.015
Tierra compactada	0.020
Adoquines	0.020

Nota: Tabla obtenida de Veolia

Para pendientes longitudinales menores al 2 %, el valor debe incrementarse entre 0.002 y 0.005 debido a la acumulación de sedimentos (VEOLIA, 2023, p. 19).

3.1.14.3. Aplicaciones Prácticas.

Estas cunetas se integran al sistema de drenaje pluvial considerando una pendiente mínima longitudinal del 0.3 % hacia los sumideros. En vías con bordillos, la pendiente transversal mínima debe ser de 0.015 m/m, lo que garantiza un escurrimiento eficiente hacia las cunetas (VEOLIA, 2023, p. 19).

3.1.15 *Diseño de la Investigación*

En este proyecto se emplearán métodos como el análisis y síntesis, el método de campo y el bibliográfico para diseñar el alcantarillado pluvial del barrio Colibrí 2. Se seguirán las normas de diseño ecuatorianas. El enfoque cuantitativo permitirá analizar la situación actual, identificar puntos críticos y evaluar los beneficios del sistema propuesto.

3.1.16 *Población y Muestra*

La población de estudio corresponde a los habitantes del barrio Colibrí 2 y la muestra se seleccionará de manera intencionada, donde se incluye a los residentes de diferentes zonas del barrio, también a técnicos y expertos en infraestructura pluvial. Se utilizarán criterios como el nivel de afectación por las lluvias y la cercanía a los puntos críticos identificados.

3.1.17 *Instrumentos y métodos*

3.1.17.1 Instrumentos.

- Equipos topográficos: AutoCAD, GPS, Google Earth pro, Microsoft Excel.

3.1.18 *Métodos*

3.1.18.1 Método de campo.

Observación: Se identificará puntos críticos de acumulación y se evaluará la infraestructura existente para obtener datos relevantes sobre la gestión de aguas pluviales.

Medición: Se realizará un levantamiento topográfico con estación total para obtener coordenadas precisas, asegurando una planificación adecuada del sistema de alcantarillado.

3.1.18.2 Método Bibliográfico.

Se revisarán normativas, estudios y documentos técnicos sobre alcantarillado, proporcionando un marco teórico y normativo para asegurar el cumplimiento de las regulaciones vigentes en Ecuador.

CAPÍTULO IV

4.1 Parámetros de diseño

4.1.1 Cálculo del coeficiente de escurrimiento (C)

Para la determinación de los valores del coeficiente de escorrentía que se utilizan en el cálculo del caudal de escorrentía utilizan para la determinación de caudales de aguas lluvias, se realiza el siguiente análisis: El área del proyecto tiene una superficie de 8.41 Ha.

Aplicando los coeficientes de escorrentía indicados 5.3.7.2, de las Normas de Diseño de Sistema de Alcantarillado, (EPMAPP-Q, 2009), está determinado por el tipo de suelo y cobertura del terreno, se tiene un coeficiente de escorrentía $C= 0.60$, valor que se adopta para el estudio, debido a que está dentro de los valores sugeridos en las Normas de la EPMAPP-Q para zonas residenciales unifamiliares.

Tabla 11

Coeficientes de escorrentía para un área urbana

Descripción del área	Coeficiente de escorrentía
Negocios	
Centro	0.70 a 0.95
Barrios	0.50 a 0.75
Residencial	
Unifamiliar	0.30 a 0.60
Multi-unidades, contiguas	0.40 a 0.75
Departamentos	0.60 a 0.85
Industrias	
Livianas	0.50 a 0.80
Pesadas	0.60 a 0.90
Sin mejoras	0.10 a 0.30

Nota: Tabla obtenida de (Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito. (EMAAP-Q), 2009).

4.1.2 Periodo de retorno

Para el diseño propuesto en el área en que se está realizando el diseño por ser un área comercial y residencial, según las normas de la Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito (EMAAP-Q, 2009), en la Tablas N° 5.3.1.1. (a) el periodo de retorno será de 25 años.

Tabla 12

Periodos de retorno para diferentes ocupaciones del área para el cálculo

Tipo de obra	Tipo de ocupación del área de influencia de la obra	Tr (años)
Micro drenaje	Residencial	5
Micro drenaje	Comercial	5
Micro drenaje	Área con edificios de servicio público	5
Micro drenaje	Aeropuertos	10
Micro drenaje	Áreas comerciales y vías de tránsito intenso	10 - 25
Micro drenaje	Áreas comerciales y residenciales	25
Micro drenaje	Áreas de importancia específica	50 - 100

Nota: Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito

4.1.3 Intensidad De Lluvia

Para la determinación de la intensidad de lluvia se usa la curva de intensidad – duración – frecuencia en el cual se toma en cuenta el periodo de retorno en años y el tiempo de concentración en minutos.

El tiempo de concentración según la fórmula de **Témez**.

$$Tc = 0.3 * \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Tc: Tiempo de concentración en horas,

L: Longitud del cauce principal en kilómetros,

S: Diferencia de cotas sobre L en porcentaje.

$$Tc = 0.3 * \left(\frac{388.466}{0.074^{0.25}} \right)^{0.76}$$

$$Tc = 0.10 \text{ Horas}$$

$$Tc = 0.10 \text{ Hora} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ Hora}} = 6 \text{ min}$$

Para ello se tiene un tiempo estimado de 6 minutos que es el tiempo que va a tener a lo largo del conducto. El proyecto va a estar para una proyección de 25 años.

4.1.4 Valores de intensidad de lluvia para diferentes periodos de retorno

Tabla 13

Valores de intensidad de lluvia para diferentes periodos de retorno

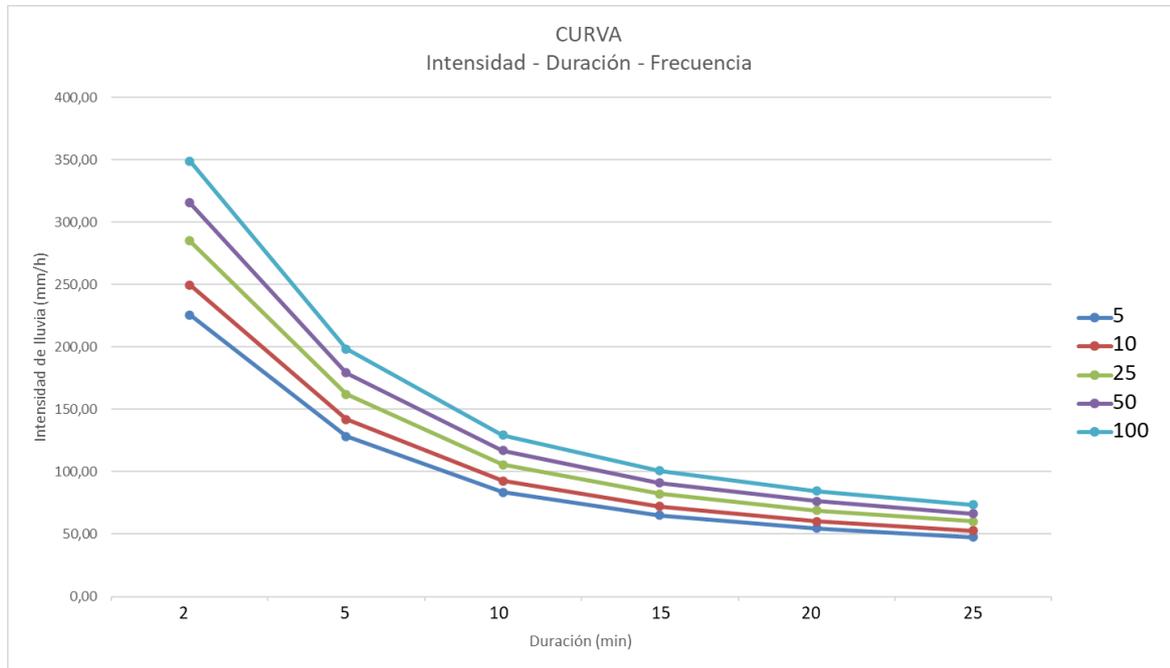
Tr(años)	DURACIÓN EN MINUTOS					
	2	5	10	15	20	25
5,00	225,67	128,29	83,68	65,18	54,59	47,57
10,00	249,61	141,90	92,56	72,09	60,38	52,62
25,00	285,19	162,12	105,75	82,37	68,98	60,12
50,00	315,44	179,32	116,97	91,10	76,30	66,50
100,00	348,90	198,34	129,38	100,77	84,39	73,55

Nota: Autores

4.1.5 Curvas de intensidad de lluvia para diferentes periodos de retorno

Ilustración 9

Curvas de intensidad de lluvia para diferentes periodos de retorno



Nota: Autores

Para hallar la intensidad de la lluvia realizamos una interpolación.

$$X(6) = \frac{(6\text{min} - 5\text{min})(105.75 \frac{\text{mm}}{\text{h}} - 162.12 \frac{\text{mm}}{\text{h}})}{(10\text{min} - 6\text{min})} + 162.16 \frac{\text{mm}}{\text{h}} = 148,03 \frac{\text{mm}}{\text{h}}$$

Al analizar los resultados en la curva se tiene que la intensidad será de **148,03 mm/h** para un periodo de retorno de **25 años**.

4.1.6 Caudal de diseño

El Caudal de diseño será igual al caudal pluvial en el primer tramo de tubería, el caudal pluvial resulta de la acumulación de áreas en todos los tramos de tubería de la red.

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

$$Q = \frac{0.6 * 148.03 \text{ mm/h} * 2.24 \text{ ha}}{360}$$

$$Q = \frac{0.6 * 148.03 \frac{\text{mm}}{\text{h}} * 2.24 \text{ ha}}{360} = 0.55 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

4.1.7 Áreas de Drenajes

En la siguiente tabla desglosamos las áreas de aportaciones para cada tramo del sistema de alcantarillado pluvial:

Tabla 14

Áreas de aportación.

Tramo		Áreas de drenaje (ha)		
De	A	Propia	Afluente	Total
A	B	2,24		2,24
B	D	0,540	2,240	2,78
C	D	1,930	2,78	4,71
D	F	0,940	4,71	5,65
E	F	0,36	6,39	6,75
F	G	1,06	6,75	7,81
G	H	0,61	7,81	8,42

Nota: Autores

4.1.8 Diámetro (D)

El diámetro interno de las tuberías PVC para el inicio de los cálculos hidráulicos debe ser el mínimo de 400 mm según lo menciona la Normas de Diseño para Sistemas de Alcantarillado (Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito. (EMAAP-Q), 2009)

4.1.9 Pendiente (J)

Las pendientes se calculan con las cotas del terreno inicialmente para tener una referencia y poder adoptar la pendiente real que tendrán las tuberías en el diseño.

Ejemplo de cálculo hidráulico del primer tramo de tubería de la primera descarga.

Tabla 15

Parámetros del cálculo

Parámetro	Datos
Coefficiente de rugosidad (n)	0.011 (PVC)
Radio hidráulico R=D/4	0.25 m
Pendiente de diseño J%	3.00 %

Nota: Autores

4.1.10 Velocidad de llenado (V_{LL})

$$V_u = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$$

$$V_u = \frac{1}{0.011} * 0.25^{\frac{2}{3}} * 0.03^{\frac{1}{2}}$$

$$V_u = 3.94 \frac{m}{s}$$

4.1.11 Caudal de llenado (Q_{LL})

$$Q_u = V_u * \pi * \frac{D^2}{4}$$

$$Q_u = \left(3.94 \frac{m}{s} * \pi * \frac{0.5m^2}{4} \right) * 1000$$

$$Q_u = 772.928 \frac{l}{s}$$

4.1.12 Capacidad de la tubería

Se debe verificar que la tubería no supere el 80% de su capacidad.

$$\frac{Q_D}{Q_u} = \frac{552.65}{772.928} = 0,715$$

La tubería está al 71.5 % de su capacidad

4.1.13 Ubicación y espaciamiento entre sumideros.

De acuerdo con Interagua (2013), los sumideros se colocan en intersecciones y puntos bajos estratégicos para interceptar el agua pluvial de manera eficiente. El espaciamiento entre sumideros varía según las condiciones de pendiente, caudal y diseño vial, y no debe exceder los 30 metros en zonas urbanas con alta densidad de pavimento

4.1.14 Criterios de diseño en los sumideros.

De acuerdo con las directrices de diseño de Interagua (2013), los sumideros se colocan estratégicamente en intersecciones de calles y puntos bajos para captar el agua pluvial antes de que alcance áreas críticas, como zonas peatonales o de tráfico intenso. Estas estructuras deben conectarse a cámaras de inspección mediante tuberías de un máximo de 15 metros de longitud. La capacidad de captación de los sumideros se calcula en función de su tamaño y el caudal de escorrentía esperado, a través de cálculos hidráulicos que consideran el caudal y la inclinación de las cunetas, garantizando un diseño eficiente del sistema.

4.1.15 Tablas de cálculo de caudal por tramos

Tabla 16

Caudal de diseño

Tramo		Caudal de diseño			
De	A	C	I (mm/h)	A (Ha)	Q (m ³ /s)
A	B	0,60	148,03	2,24	0,55
B	D	0,60	148,03	2,78	0,69
C	D	0,60	148,03	4,71	1,16
D	F	0,60	148,03	5,65	1,39
E	F	0,60	148,03	6,75	1,67
F	G	0,60	148,03	7,81	1,93
G	H	0,60	148,03	8,42	2,08

Nota: Autores

Tabla 17

Característica de las tuberías.

Tramo		Características tubería									
De	A	Q Diseño (l/s)	Longitud (m)	Pendiente (m/m)	J ^(1/2)	Diametro Externo (m)	Diametro Interno (m)	Área (m ²) Tubo lleno	Perímetro (m)	Radio hidráulico (m)	R ^{2/3}
A	B	552,65	42,24	0,030	0,173	0,540	0,50	0,196	1,571	0,13	0,25
B	D	685,87	111,51	0,020	0,141	0,650	0,60	0,283	1,885	0,15	0,28
C	D	1162,04	95,57	0,050	0,224	0,650	0,60	0,283	1,885	0,15	0,28
D	F	1393,95	119,11	0,088	0,297	0,760	0,70	0,385	2,199	0,18	0,31
E	F	1665,34	40,19	0,040	0,200	0,760	0,70	0,385	2,199	0,18	0,31
F	G	1926,86	49,09	0,120	0,346	0,650	0,60	0,283	1,885	0,15	0,28
G	H	2077,35	10,41	0,085	0,292	0,975	0,90	0,636	2,827	0,23	0,37

Nota: Autores

Tabla 18*Funcionamiento hidráulico*

Tramo		Funcionamiento hidráulico			
De	A	Coef. Rug. N	Tubo lleno		Q / Q ₀
			Q ₀ (l/s)	V ₀ (m/s)	
A	B	0,011	772,93	3,94	0,715
B	D	0,011	1026,2	3,63	0,668
C	D	0,011	1622,6	5,74	0,716
D	F	0,011	3253,1	8,45	0,428
E	F	0,011	2189,2	5,69	0,761
F	G	0,011	2513,7	8,89	0,767
G	H	0,011	6237,6	9,80	0,333

Nota: Autores**Tabla 19***Ubicación de cámaras de inspección*

Tramo		DATOS DE CÁMARAS DE INSPECCIÓN					
De	A	Cota Tapa		Cota Invert		Profundidad (m)	
		Sup	Inf	Sup	Inf	Sup	Inf
A	B	19,066	19,900	17,326	16,059	1,74	3,84
B	D	19,900	19,959	16,059	13,829	3,84	6,13
C	D	20,225	19,959	18,375	14,251	1,85	5,71
D	F	19,959	5,268	13,829	3,308	6,13	1,96
E	F	6,902	5,268	4,942	3,308	1,96	1,96
F	G	5,268	0,074	3,308	-1,776	1,96	1,85
G	H	0,074	0,278	-1,776	-2,661	1,85	2,94

Nota: Autores

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Independiente	
El Barrio Colibrí 2 de la Parroquia Chongón, Cantón Guayaquil, sufre recurrentemente inundaciones y erosión de suelos por la falta de un sistema adecuado de alcantarillado pluvial, lo que impacta negativamente en la infraestructura, seguridad y calidad de vida de sus habitantes.	Diseñar un sistema de alcantarillado pluvial para el Barrio Colibrí 2 de la parroquia Chongón del Cantón Guayaquil, que recolecte y drene eficientemente el agua de lluvia, reduciendo el riesgo de inundaciones, mejorando la seguridad y calidad de vida de sus habitantes.	La implementación de un sistema de alcantarillado pluvial en el Barrio Colibrí 2, reducirá significativamente las inundaciones y mejorará la infraestructura del drenaje.	Intensidad de la lluvia: Eficiencia del sistema para manejar grandes lluvias, reduciendo inundaciones y deslizamientos.	<p>- Evaluación de la infraestructura actual: Inspección visual, Análisis de informes y de pruebas de capacidad de drenaje.</p> <p>- Levantamiento topográfico: Realización de mediciones en campo para obtener datos precisos del terreno.</p>

Problema Específicos	Objetivo Específicos	Hipótesis Específica	Dependiente	
<p>- Falta de infraestructura pluvial: El barrio no cuenta con un sistema de recolección y conducción de agua pluvial, lo que genera acumulación de agua en calles y viviendas.</p> <p>- Riesgo de deslizamientos y erosión: La ausencia de un sistema de drenaje adecuado provoca erosión en terrenos con pendientes pronunciadas, aumentando el riesgo de deslizamientos y poniendo en peligro la seguridad de los residentes.</p>	<p>- Evaluar la condición física y estructural del sistema de drenaje pluvial existente.</p> <p>- Realizar levantamiento topográfico del Barrio Colibrí 2 de la parroquia Chongón del Cantón Guayaquil.</p> <p>- Determinar los criterios de diseño para un sistema de alcantarillado pluvial.</p> <p>- Elaborar el diseño del sistema de alcantarillado pluvial.</p>	<p>La implementación del sistema de alcantarillado pluvial disminuirá el riesgo de deslizamientos de tierra en el Barrio Colibrí 2 al reducir la cantidad de agua que queda estancada en zonas con pendientes pronunciadas durante lluvias intensas.</p> <p>.</p>	<p>Caudal de escorrentía: Cantidad de agua superficial que se espera reducir con el sistema de alcantarillado.</p>	<p>- Cálculos hidráulicos: Determinación de los parámetros del diseño con base de datos de precipitación e hidrología.</p> <p>- Diseño del sistema: Desarrollo de planos y especificaciones técnicas presupuesto estimación de costos de materiales</p>

<p>- Impacto en la movilidad y la infraestructura: Las calles se vuelven intransitables durante la temporada de lluvias, dañando la infraestructura vial y dificultando el acceso de vehículos y peatones.</p> <p>- Impacto en la salud y el medio ambiente: La acumulación de agua favorece la proliferación de enfermedades transmitidas por vectores y deteriora el medio urbano, generando focos de contaminación y salud.</p>				
--	--	--	--	--

Cronograma

Tabla 20

Cronograma de trabajo

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA																				
PLAN DE TRABAJO																				
N°	ACTIVIDAD	SEPTIEMBRE		OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE				ENERO			FEBRERO			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	FASE I																			
	REDACCION DEL TITULO	■																		
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	■																		
3	PROBLEMA DE INVESTIGACION	■																		
4	OBJETIVOS		■																	
	JUSTIFICACION		■																	
5	FASE II																			
6	ELABORACION DE MARCO TEORICO			■	■	■														
	ELABORACION DE LA METODOLOGIA				■	■	■	■												
7	PRUEBAS DE INSTRUMENTOS							■	■											
8	RECOLECCION DE DATOS							■	■	■										
9	PROCESAMIENTOS DE DATOS							■	■	■	■									
10	ANALISIS DE DATOS									■	■	■	■							
11	PRESENTACION DE AVANCE DE LA PRIMERA PARTE DE LA TESIS												■							
12	FASE III																			
13	REDACCION DE RESULTADOS DE LOS DATOS														■	■				
14	REDACCION DE CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES																■			
15	REVISION Y CORRECCIONES DE EL PROYECTO FINAL																	■		
16	ENTREGA FINAL																		■	
17	PRESENTACION DE TESIS DE GRADO																			■

Nota. Autores

Presupuesto

Tabla 21

Presupuesto UPS.

PRESUPUESTO			
DETALLE	CANTI DAD (U)	COSTO UNITARI O	PRECIO TOTAL
MOVILIZACION Y ALIMENTACION	7	\$30	\$210
MOVILIZACIONES MENORES DE CAMPO	7	\$20	\$140
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON ESTACION TOTAL, NIVEL TOPOGRAFICO Y GPS	3	\$120	\$360
MATERIALES DE OFICINA PARA ELABORAR INFORMES, IMPRESOS Y ESCANEADO DE INFORMES	1	\$50	\$50
LAPTOP	1	\$400	\$400
		COSTO TOTAL	\$1,160

Nota. Autores

Conclusiones

- Se identificó que el Barrio Colibrí 2 carece de una infraestructura pluvial adecuada, lo que ocasiona inundaciones recurrentes, erosión del suelo y afectaciones a la movilidad y calidad de vida de los habitantes. La falta de mantenimiento preventivo y de un sistema formal de conducción de aguas pluviales agrava la vulnerabilidad de la zona frente a lluvias intensas.
- El análisis topográfico permitió identificar puntos críticos con pendientes pronunciadas y zonas de acumulación de agua, que representan áreas de alto riesgo para deslizamientos y daños a la infraestructura. Este levantamiento es fundamental para diseñar un sistema de drenaje adaptado a las características específicas del terreno.
- La propuesta de diseño incorpora componentes como sumideros, tuberías de conducción, y estructuras de descarga, dimensionadas para manejar caudales máximos según la intensidad de las precipitaciones y el área de drenaje. Este sistema busca reducir el impacto de las lluvias intensas, promoviendo la sostenibilidad y la adaptabilidad al crecimiento urbano futuro.

Recomendaciones

- Implementación del sistema diseñado: Se recomienda la pronta ejecución del sistema de alcantarillado pluvial propuesto, priorizando las áreas críticas identificadas en el levantamiento topográfico, para reducir el impacto de las inundaciones y mejorar la movilidad en el barrio.
- Mantenimiento periódico de la infraestructura pluvial: Es indispensable establecer un programa de mantenimiento regular para limpiar sumideros, tuberías y pozos de inspección, evitando obstrucciones que puedan comprometer el funcionamiento del sistema.
- Educación y sensibilización comunitaria: Fomentar la participación de los habitantes en la conservación y preservación de la infraestructura pluvial, a través de campañas de concienciación sobre la importancia

Anexos

Ilustración 10

Topografía del terreno y curvas de nivel.



UBICACION



PROVINCIA: ——— GUAYAS
CANTON: ——— CHONGÓN
PARROQUIA: ——— CHONGÓN
DIRECCIÓN: ——— BARRIO COLIBRI II



TOPOGRAFÍA DEL TERRENO Y CURVAS DE NIVEL

INSTITUCIÓN:

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORES:

- MARIA DE LOS ANGELES ANGULO PILATASIG
- FLAVIO DANILO MANCERO ALVARADO

FECHA:

15/ENE/2025

ESCALA:

Ilustración 11

Diseño de la red principal.



UBICACION



PROVINCIA: ——— GUAYAS
 CANTON: ——— CHONGÓN
 PARROQUIA: ——— CHONGÓN
 DIRECCIÓN: ——— BARRIO COLIBRI II



PLANO DE DISEÑO DE LA RED PRINCIPAL DE AALL

INSTITUCIÓN:
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

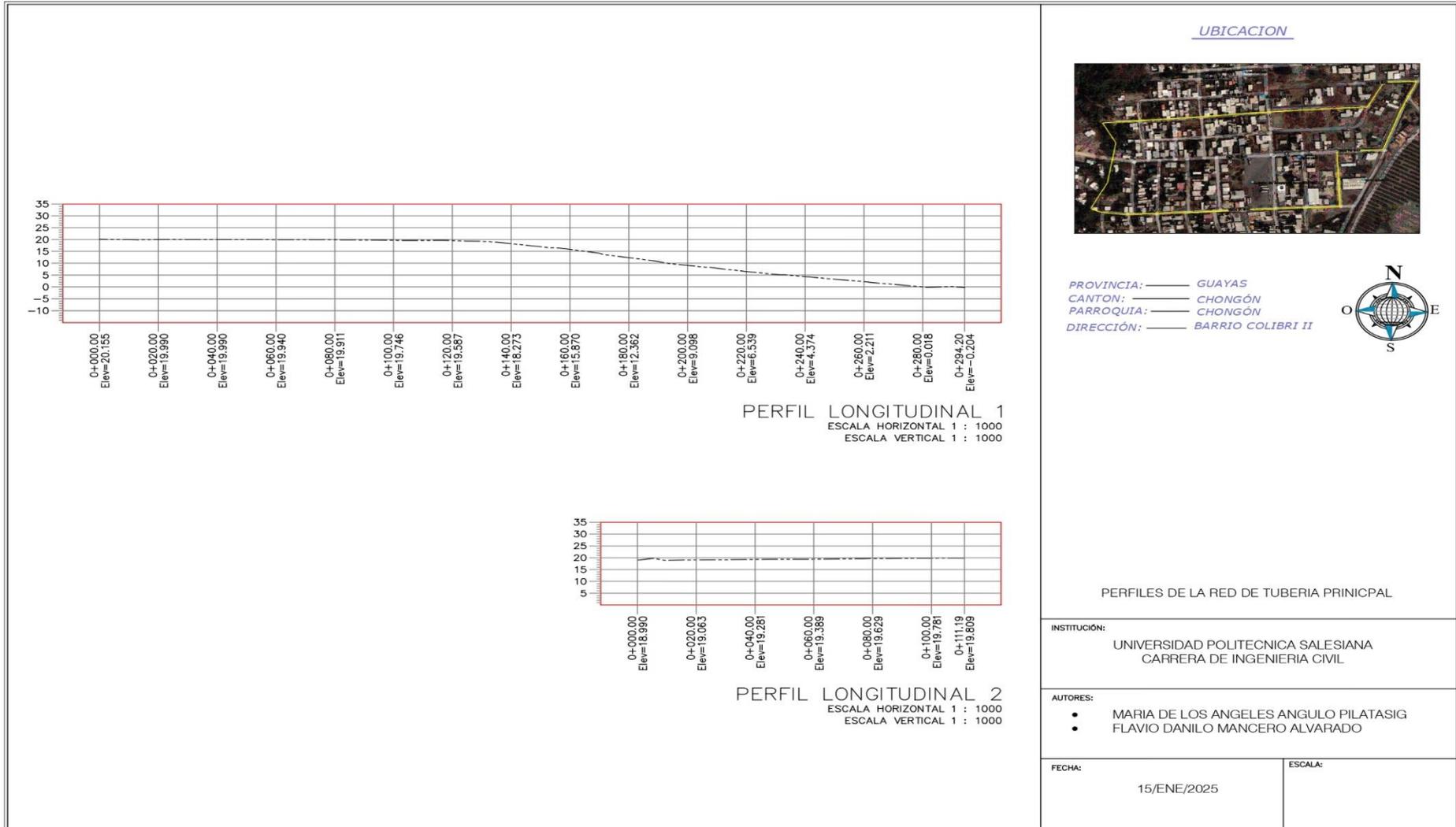
AUTORES:
 • MARIA DE LOS ANGELES ANGULO PILATASIG
 • FLAVIO DANILO MANCERO ALVARADO

FECHA:
 15/ENE/2025

ESCALA:

Ilustración 12

Perfiles de los tramos de tuberías.



UBICACION



PROVINCIA: GUAYAS
 CANTON: CHONGÓN
 PARROQUIA: CHONGÓN
 DIRECCIÓN: BARRIO COLIBRI II



PERFILES DE LA RED DE TUBERIA PRINCIPAL

INSTITUCIÓN:
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

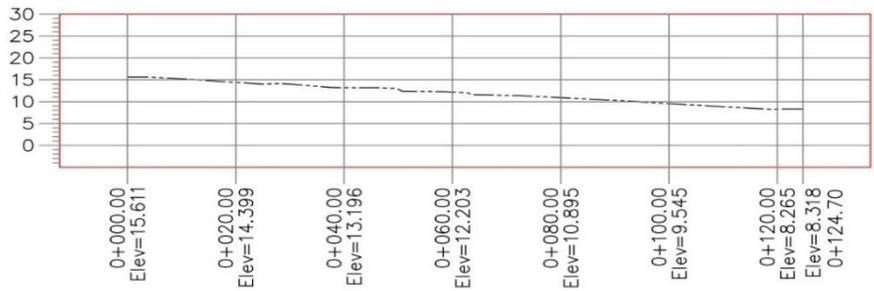
AUTORES:
 • MARIA DE LOS ANGELES ANGULO PILATASIG
 • FLAVIO DANILO MANCERO ALVARADO

FECHA:
 15/ENE/2025

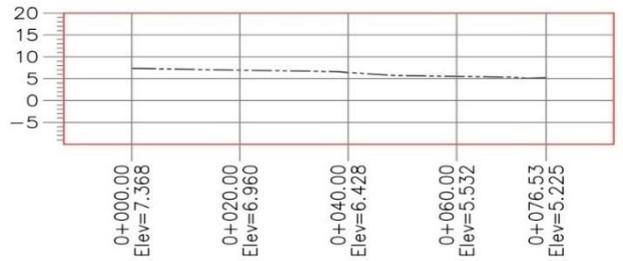
ESCALA:

Ilustración 13

Perfiles de los tramos de tuberías.



PERFIL LONGITUDINAL 3
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 1000



PERFIL LONGITUDINAL 4
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 1000

UBICACION



PROVINCIA: ——— GUAYAS
 CANTON: ——— CHONGÓN
 PARROQUIA: ——— CHONGÓN
 DIRECCIÓN: ——— BARRIO COLIBRI II



PERFILES DE LA RED DE TUBERIA PRINCIPAL

INSTITUCIÓN:
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORES:
 • MARIA DE LOS ANGELES ANGULO PILATASIG
 • FLAVIO DANILO MANCERO ALVARADO

FECHA:
 15/ENE/2025

ESCALA:

Tabla 22

Registro histórico de la pluviosidad máxima en 24 hrs. en mm, Aeropuerto José Joaquín De Olmedo,

Guayaquil.



República del Ecuador

Dirección General de Aviación Civil

REGISTRO HISTORICO DE TEMPERATURA MEDIA EN °C AEROPUERTO " JOSE JOAQUIN DE OLMEDO " G U A Y A Q U I L																
	LATITUD 02° 09'28" S					LONGITUD 079° 53'02" W					ELEVACION 6m					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	S. T	Prom	Mx.Ab	Mn.Ab
1962	25.9	26.0	26.0	26.4	25.3	23.4	23.2	23.2	23.8	23.9	24.8	25.9	297.8	24.8	26.4	23.2
1963	26.3	25.7	26.0	26.1	25.2	23.7	23.3	24.0	23.7	24.5	23.3	24.9	296.7	24.7	26.3	23.3
1964	25.5	25.8	26.0	26.0	24.8	23.5	22.6	23.3	23.4	23.8	24.4	25.0	294.1	24.5	26.0	22.6
1965	25.9	25.9	26.0	25.9	25.8	25.7	24.4	24.0	24.3	24.6	24.4	25.7	302.6	25.2	26.0	24.0
1966	26.2	26.1	26.2	26.3	25.6	23.8	23.2	24.0	24.1	24.4	24.5	25.5	299.9	25.0	26.3	23.2
1967	25.3	25.7	26.1	27.1	26.5	24.1	23.2	23.8	23.7	24.2	23.6	24.0	297.3	24.8	27.1	23.2
1968	26.0	26.7	26.6	27.1	24.8	23.7	23.9	23.6	24.2	23.8	24.8	25.9	301.1	25.1	27.1	23.6
1969	26.0	27.6	27.2	27.3	27.1	25.4	23.9	23.7	24.5	24.7	25.2	26.6	309.2	25.8	27.6	23.7
1970	26.8	26.9	27.0	26.9	25.7	24.6	23.3	23.1	23.8	24.2	24.3	25.8	302.4	25.2	27.0	23.1
1971	26.0	25.6	25.7	26.0	24.6	24.2	23.3	23.3	23.9	23.6	24.0	25.0	295.2	24.6	26.0	23.3
1972	26.2	25.9	26.1	27.0	26.7	25.1	25.9	25.4	25.1	25.4	25.5	27.0	311.3	25.9	27.0	25.1
1973	26.4	26.4	27.0	26.8	25.9	24.6	22.9	23.1	23.9	23.7	24.2	24.4	299.3	24.9	27.0	22.9
1974	25.9	25.0	26.4	26.8	26.0	24.3	23.4	23.3	23.4	23.5	24.6	25.5	298.1	24.8	26.8	23.3
1975	25.8	26.3	26.4	26.4	25.2	24.4	22.5	22.8	23.4	23.8	23.6	24.5	295.1	24.6	26.4	22.5
1976	24.9	25.2	26.0	26.4	26.2	25.8	25.2	24.6	24.0	24.1	25.1	26.3	303.8	25.3	26.4	24.0
1977	26.1	26.3	27.2	26.7	26.2	25.2	24.1	23.6	24.7	24.3	24.6	26.7	305.7	25.5	27.2	23.6
1978	26.6	26.8	26.6	26.5	26.3	24.4	24.0	23.6	24.1	24.2	25.5	26.1	304.7	25.4	26.8	23.6
1979	26.4	27.2	27.3	27.1	26.7	25.6	23.8	24.3	25.1	25.2	25.0	26.0	309.7	25.8	27.3	23.8
1980	27.7	27.1	27.4	27.5	26.8	25.4	23.8	23.9	24.2	25.0	25.0	26.0	309.8	25.8	27.7	23.8
1981	26.7	26.2	27.6	27.2	25.4	24.4	24.3	23.7	24.7	24.8	25.2	26.6	306.8	25.6	27.6	23.7
1982	27.0	27.3	27.9	27.3	26.5	25.3	24.9	24.2	25.4	26.2	27.2	27.2	316.4	26.4	27.9	24.2
1983	27.1	27.6	27.8	27.6	27.6	27.5	27.1	26.1	25.5	25.0	25.6	25.8	320.3	26.7	27.8	25.0
1984	26.9	26.1	26.8	26.9	25.9	24.6	24.3	23.7	23.9	24.3	24.8	26.5	303.8	25.3	26.9	23.4
1985	25.8	26.7	26.8	26.8	25.6	24.7	23.0	23.3	23.9	24.2	24.8	25.6	301.2	25.1	26.8	23.0
1986	25.4	26.4	27.2	26.6	25.6	23.4	23.5	23.6	24.2	24.2	25.1	25.9	301.1	25.1	27.2	23.4
1987	26.6	26.7	27.2	27.4	26.7	25.5	24.7	24.7	24.8	25.0	25.8	26.7	311.8	26.0	27.4	24.7
1988	26.7	27.0	27.6	27.1	27.0	24.5	23.9	23.6	24.5	24.4	24.7	25.8	306.8	25.6	27.6	23.6
1989	26.0	25.8	26.6	26.8	25.5	23.6	23.1	22.8	23.8	24.4	25.3	25.9	299.6	25.0	26.8	22.8
1990	27.2	26.8	27.9	27.1	26.6	25.6	24.2	23.6	24.1	24.2	24.9	26.4	308.6	25.7	27.9	23.6
1991	27.4	26.9	28.1	28.1	27.5	25.8	24.5	24.0	23.6	24.8	25.5	26.7	312.9	26.1	28.1	23.6
1992	27.2	26.9	27.1	27.7	27.5	25.9	24.3	23.5	23.6	24.2	24.5	25.6	308.0	25.7	27.7	23.5
1993	26.2	25.8	26.9	27.0	26.6	25.6	24.6	24.6	24.6	24.3	24.4	25.3	305.9	25.5	27.0	24.3
1994	25.1	25.7	26.7	26.7	26.3	24.6	22.7	22.6	23.3	24.6	24.7	26.1	299.1	24.9	26.7	22.6
1995	26.4	26.5	27.2	27.3	26.6	25.6	24.6	24.2	24.2	24.6	24.8	25.7	307.7	25.6	27.3	24.2
1996	26.4	26.0	26.5	26.3	25.9	23.6	22.9	23.5	23.9	23.6	24.3	26.2	299.1	24.9	26.5	22.9
1997	26.0	26.5	26.8	26.8	27.4	27.2	27.3	27.0	27.2	27.3	26.9	27.3	323.7	27.0	27.4	26.0
1998	27.7	27.9	27.8	27.9	27.6	26.7	25.5	24.7	24.9	24.5	25.0	25.7	315.9	26.3	27.9	24.5
1999	26.7	25.6	26.8	26.2	25.7	22.8	22.3	21.7	22.9	23.7	23.8	24.5	292.7	24.4	26.8	21.7
2000	24.8	24.7	25.1	25.3	24.2	22.7	21.7	22.1	22.5	23.3	23.2	24.8	284.4	23.7	25.3	21.7
2001	24.8	25.0	25.2	25.3	23.8	22.3	21.5	21.4	21.9	22.1	23.4	24.3	281.0	23.4	25.3	21.4
2002	25.4	24.4	25.1	25.0	25.4	23.5	22.7	22.2	22.9	23.2	23.8	24.8	288.4	24.0	25.4	22.2
2003	25.3	24.8	25.5	25.6	25.0	23.1	22.3	22.8	22.0	23.2	24.4	26.8	290.8	24.2	26.8	22.0
2004	27.4	27.0	27.3	26.7	26.3	24.6	23.9	24.0	24.9	25.2	25.1	27.0	309.4	25.8	27.4	23.9
2005	28.1	27.2	27.0	27.8	26.0	24.7	24.3	23.8	24.2	23.8	25.3	25.9	308.1	25.7	28.1	23.8
2006	27.2	26.2	27.2	27.3	26.3	24.6	23.9	24.8	25.1	25.4	25.4	27.0	310.4	25.9	27.3	23.9
2007	27.0	27.3	26.8	27.3	26.4	25.0	24.5	23.6	23.9	23.6	24.6	25.6	305.6	25.5	27.3	23.6
2008	24.9	25.8	26.4	27.1	25.7	25.2	25.0	24.7	24.9	24.6	25.0	26.3	305.6	25.5	27.1	24.6
2009	26.3	26.1	26.6	27.3	26.6	25.3	24.8	24.7	24.5	24.6	25.0	26.8	308.6	25.7	27.3	24.5
2010	26.9	27.0	27.4	27.6	26.8	25.2	24.7	23.9	24.3	24.4	24.1	25.3	307.6	25.6	27.6	23.9
2011	26.3	26.6	27.6	26.9	26.8	25.8	25.2	24.3	24.5	24.0	25.0	26.7	309.7	25.8	27.6	24.0
2012	25.7	26.0	27.0	27.3	27.0	26.3	24.9	24.1	24.4	24.6	25.4	26.5	309.2	25.8	27.3	24.1
2013	26.5	26.5	27.0	27.0	25.7	24.3	23.6	23.9	24.7	25.0	25.1	26.7	306.0	25.5	27.0	23.6
2014	26.6	26.6	27.8	27.5	26.9	26.8	25.6	24.8	24.9	25.2	25.5	27.2	315.3	26.3	27.8	24.8
2015	27.1	27.3	27.5	27.7	27.6	26.9	26.4	25.3	26.3	26.0	26.6	28.1	322.8	26.9	28.1	25.3
2016	27.3	27.4	27.7	27.7	27.8	26.6	25.5	25.0	25.7	24.7	25.2	27.4	317.9	26.5	27.8	24.7
2017	27.0	27.2	27.2	27.5	27.1	25.6	24.3	24.5	24.9	25.3	24.5	26.5	311.6	26.0	27.5	24.3
2018	27.1	26.1	27.0	27.4	26.3	24.3	28.5	24.0	24.5	24.2	25.5	26.2	311.2	25.9	28.5	24.0
2019	26.6	27.1	27.4	27.5	27.1	25.9	24.7	23.7	24.2	25.0	25.6	26.7	311.6	26.0	27.5	23.7
2020	27.8	27.5	27.5	27.8	27.2	25.6	24.6	24.1	24.8	25.7	25.1	26.3	313.8	26.1	27.8	24.1
2021	26.5	27.0	26.9	27.1	25.3	24.7	24.3	24.4	24.9	25.2	24.7	25.9	306.9	25.6	27.1	24.3
2022	26.0	26.1	26.9	26.9	25.6	24.3	23.9									
Prom	26.4	26.4	26.8	26.9	26.2	24.9	23.7	23.9	24.3	24.5	24.9	26.0	305.2	25.4	27.1	23.6

Prom=Promedio

Información elaborada por: Lic. Jefferson Rosero V. - Climatología DGAC

Información solicitada por EXMADEPA S.A.-Prohibida toda clase de reproducciones.



Firmado digitalmente por:
JEFFERSON ROSERO VILLARREAL

Dirección: Buenos Aires Oe1-53 y Av. 10 de Agosto
Código Postal: 170402 / Quito - Ecuador
Teléfono: 593-2 294-7400 / www.aviacioncivil.gob.ec





REGISTRO HISTORICO DE PLUVIOSIDAD EN mm																	
AEROPUERTO " JOSE JOAQUIN DE OLMEDO "																	
G U A Y A Q U I L																	
LATITUD 02°09' 28"					LONGITUD 079°53'02" W					ELEVACION: 6m							
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	S.T	Prom	Mx.Ab	Mn.Ab	
1961	161.8	295.2	111.2	130.9	1.0	2.4	2.0	TRZ	1.7	TRZ	0.0	0.4	706.6	58.9	295.2	0.0	
1962	17.6	163.9	166.8	50.5	46.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	445.5	37.1	166.8	0.0	
1963	51.8	253.5	186.0	68.2	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	567.6	47.3	253.5	0.0	
1964	266.9	95.3	299.1	177.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	838.4	69.9	299.1	0.0	
1965	122.8	126.6	433.1	385.9	207.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1275.9	106.3	433.1	0.0	
1966	319.3	175.7	173.9	49.8	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	731.1	60.9	319.3	0.0	
1967	440.3	366.6	116.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	923.6	77.0	440.3	0.0	
1968	91.3	138.1	130.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	359.7	30.0	138.1	0.0	
1969	87.7	56.3	420.3	245.6	25.9	124.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	960.7	80.1	420.3	0.0	
1970	118.5	87.3	104.4	132.2	156.1	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.8	610.5	50.9	156.1	0.0	
1971	120.1	80.8	355.9	108.5	7.6	3.7	TRZ	TRZ	1.6	TRZ	0.6	1.4	680.2	56.7	355.9	TRZ	
1972	226.4	330.4	406.9	142.7	34.6	151.6	TRZ	TRZ	TRZ	0.7	0.6	103.0	1396.9	116.4	406.9	TRZ	
1973	701.3	210.2	491.6	180.7	135.7	2.9	TRZ	TRZ	5.5	2.7	0.0	16.3	1746.9	145.6	701.3	0.0	
1974	174.4	123.7	81.3	84.3	69.3	0.3	0.2	0.0	4.3	3.4	2.3	24.4	567.9	47.3	174.4	0.0	
1975	221.2	487.0	607.2	201.9	1.4	4.0	1.5	0.9	13.0	9.4	1.4	2.8	1551.7	129.3	607.2	0.9	
1976	403.8	589.4	451.0	183.7	141.2	9.2	0.3	0.0	TRZ	TRZ	TRZ	72.6	1851.2	154.3	589.4	0.0	
1977	168.4	278.1	214.4	58.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	718.9	59.9	278.1	0.0	
1978	96.9	244.1	182.1	68.9	39.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	631.6	52.6	244.1	0.0	
1979	65.7	64.0	78.2	190.7	14.2	TRZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	412.8	34.4	190.7	0.0	
1980	93.2	68.4	175.6	378.8	29.8	0.0	0.0	TRZ	0.0	0.4	0.2	2.6	749.0	62.4	378.8	0.0	
1981	117.6	399.4	230.4	95.8	0.2	TRZ	0.2	TRZ	0.0	TRZ	TRZ	44.2	887.8	74.0	399.4	0.0	
1982	126.8	89.8	6.7	16.0	14.1	TRZ	TRZ	0.0	0.6	6.3	152.3	255.5	668.1	55.7	255.5	0.0	
1983	601.7	539.4	830.5	606.4	621.7	629.9	292.5	18.2	18.9	4.0	1.1	66.4	4230.7	352.6	830.5	1.1	
1984	14.7	480.5	213.8	156.3	34.0	3.3	0.1	0.0	0.7	0.7	TRZ	42.1	946.2	78.9	480.5	0.0	
1985	88.4	95.8	126.0	28.2	7.3	TRZ	0.0	TRZ	TRZ	TRZ	TRZ	15.0	360.7	30.1	126.0	0.0	
1986	382.8	68.1	40.8	195.4	2.5	0.0	0.0	TRZ	TRZ	4.9	0.3	80.4	775.2	64.6	382.8	0.0	
1987	364.9	753.3	489.7	371.9	45.2	3.0	0.4	2.9	0.4	0.9	TRZ	40.3	2072.9	172.7	753.3	Trz	
1988	287.8	217.6	7.0	261.9	25.7	TRZ	0.3	0.0	TRZ	TRZ	1.1	45.1	846.5	70.5	287.8	0.0	
1989	558.0	418.9	313.6	115.8	1.1	4.1	TRZ	TRZ	TRZ	1.4	1.0	0.0	1413.9	117.8	558.0	0.0	
1990	67.3	226.3	182.5	81.4	4.1	13.5	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	14.5	592.1	49.3	226.3	0.0	
1991	119.2	345.5	276.8	10.9	49.6	1.9	0.3	TRZ	0.0	TRZ	1.6	28.3	834.1	69.5	345.5	0.0	
1992	182.5	269.5	398.6	512.6	185.6	42.7	2.2	0.0	0.0	0.1	6.4	1600.4	133.4	512.6	0.0		
1993	175.0	489.6	223.4	352.5	135.6	0.4	TRZ	TRZ	0.0	TRZ	TRZ	67.1	1443.6	120.3	489.6	0.0	
1994	157.6	131.4	177.5	111.3	14.4	4.5	0.0	TRZ	0.0	0.3	0.4	157.0	754.4	62.9	177.5	0.0	
1995	112.5	195.8	138.2	46.8	5.8	0.9	3.1	0.0	0.4	0.2	2.2	1.8	507.7	42.3	195.8	0.0	
1996	111.7	326.4	198.1	62.8	0.4	TRZ	0.0	0.0	0.5	0.4	0.6	14.9	715.8	59.7	326.4	0.0	
1997	99.4	289.8	545.4	249.0	198.7	28.1	81.9	4.7	11.7	99.6	556.2	833.3	2997.8	249.8	833.3	4.7	
1998	392.2	721.1	911.3	1137.6	201.7	68.7	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	3441.6	286.8	1137.6	0.0	
1999	85.3	388.6	318.9	157.7	14.4	1.9	0.0	0.0	1.7	0.2	0.3	52.1	1021.1	85.1	388.6	0.0	
2000	158.9	198.6	347.1	244.7	156.1	8.5	0.0	0.0	0.5	0.0	5.2	1.4	1121.0	93.4	347.1	0.0	
2001	215.6	436.0	580.8	186.6	14.2	TRZ	0.1	0.0	0.0	TRZ	0.6	1433.9	119.5	580.8	0.0		
2002	62.9	469.9	630.1	352.9	3.6	TRZ	TRZ	TRZ	0.0	1.9	0.5	13.9	1535.7	128.0	630.1	0.0	
2003	84.6	407.1	103.9	158.2	17.8	0.4	TRZ	TRZ	0.0	TRZ	TRZ	17.5	789.5	65.8	407.1	0.0	
2004	101.9	215.1	146.7	144.8	28.5	0.5	0.2	TRZ	0.4	0.1	0.1	4.7	643.0	53.6	215.1	0.0	
2005	37.6	72.0	274.5	136.4	TRZ	TRZ	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	31.3	552.1	46.0	274.5	0.0	
2006	174.5	511.1	196.0	7.5	10.4	0.5	TRZ	0.1	TRZ	TRZ	1.7	34.8	936.6	78.1	511.1	0.0	
2007	193.4	80.4	458.6	64.0	7.6	1.3	0.0	0.3	0.0	2.0	0.5	0.9	809.0	67.4	458.6	0.0	
2008	425.5	393.1	607.6	111.2	0.9	0.8	TRZ	0.9	2.7	7.6	0.0	0.7	1551.0	129.3	607.6	0.0	
2009	370.2	361.1	391.6	52.2	56.7	1.8	TRZ	0.0	0.0	TRZ	0.0	TRZ	1233.6	102.8	391.6	0.0	
2010	150.9	369.0	104.0	186.3	19.3	TRZ	2.1	TRZ	TRZ	0.0	1.2	100.8	933.6	77.8	369.0	0.0	
2011	134.1	179.5	30.8	278.4	7.5	3.6	10.9	0.0	0.0	TRZ	TRZ	22.1	666.9	55.6	278.4	0.0	
2012	268.0	557.0	376.6	156.2	58.6	9.0	0.0	0.0	0.0	3.1	2.6	3.2	1434.3	119.5	557.0	0.0	
2013	176.1	234.9	545.1	127.7	2.1	0.1	0.0	0.3	0.0	0.0	TRZ	0.4	1086.7	90.6	545.1	0.0	
2014	349.5	214.2	92.6	107.2	235.6	7.3	0.7	0.0	0.6	2.1	TRZ	0.1	1009.9	84.2	349.5	0.0	
2015	99.0	128.2	287.9	307.7	86.6	32.6	0.5	TRZ	TRZ	TRZ	12.6	1.8	5.5	962.4	80.2	307.7	0.0
2016	309.9	214.1	364.3	176.8	TRZ	0.1	0.0	0.4	0.4	0.7	0.0	0.7	1067.4	89.0	364.3	0.0	
2017	308.0	295.3	599.7	518.9	168.9	2.6	0.0	0.2	TRZ	TRZ	10.0	21.5	1925.1	160.4	599.7	0.0	
2018	59.6	576.0	176.7	22.3	46.7	0.2	0.8	0.0	TRZ	TRZ	0.7	94.5	977.5	81.5	576.0	0.0	
2019	42.5	68.1	88.3	93.3	76.8	1.9	0.0	TRZ	0.0	0.8	2.1	6.6	380.4	31.7	93.3	0.0	
2020	91.0	374.5	157.7	144.7	1.8	1.0	0.8	0.3	0.0	0.2	0.4	58.9	831.3	69.3	374.5	0.0	
2021	266.7	156.4	320.6	112.4	48.3	1.7	TRZ	TRZ	2.1	0.9	4.0	87.9	1001.0	83.4	320.6	0.0	
2022	340.6	165.9	386.4	72.2	6.9	2.6	0.2										
Prom	200.3	280.0	291.7	180.2	57.2	19.0	6.6	0.5	1.1	2.8	12.3	40.5	1093.8	91.1	405.2	0.1	

Prom=Promedio

Dirección: Buenos Aires Oe1-53 y Av. 10 de Agosto
 Código Postal: 170402 / Quito - Ecuador
 Teléfono: 593-2 294-7400 / www.aviacioncivil.gob.ec





REGISTRO HISTORICO DE LA PLUVIOSIDAD MAXIMA EN 24 Hrs. EN mm																
AEROPUERTO " JOSE JOAQUIN DE OLMEDO "																
G U A Y A Q U I L																
LATITUD 02°09'28"					LONGITUD 079°53'02" W					ELEVACION: 6m						
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	S.T	Prom	Mx.Ab	Mn.Ab
1962	49.9	53.9	34.2	21.2	39.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	199.0	16.6	53.9	0.0
1963	22.4	50.7	42.5	27.1	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	146.6	12.2	50.7	0.0
1964	34.9	19.9	37.1	47.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	139.6	11.6	47.7	0.0
1965	50.4	38.1	55.6	52.7	41.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	237.9	19.8	55.6	0.0
1966	125.3	34.5	34.2	9.9	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	212.8	17.7	125.3	0.0
1967	51.8	65.3	50.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	167.2	13.9	65.3	0.0
1968	34.0	91.7	63.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	188.7	15.7	91.7	0.0
1969	29.2	16.9	95.4	60.8	15.7	124.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	342.7	28.6	124.7	0.0
1971	40.8	38.8	43.9	86.4	7.6	3.7	TRZ	TRZ	1.6	TRZ	0.6	0.5	223.9	18.7	86.4	0.0
1975	91.3	121.4	75.1	41.7	1.0	2.8	1.1	0.7	13.0	8.4	1.4	1.2	359.1	29.9	121.4	0.7
1976	115.1	105.5	72.1	47.9	113.5	9.2	0.3	0.0	TRZ	TRZ	TRZ	61.0	524.6	43.7	115.1	0.0
1977	33.1	70.0	64.3	26.2	TRZ	0.4	0.7	TRZ	18.1	0.9	TRZ	2.8	216.5	18.0	70.0	0.0
1978	35.9	59.5	55.1	38.6	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	209.1	17.4	59.5	0.0
1979	25.4	18.2	30.0	88.6	13.1	TRZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	175.3	14.6	88.6	0.0
1980	43.3	23.4	49.6	108.5	12.3	0.0	0.0	TRZ	0.0	0.4	0.2	1.2	238.9	19.9	108.5	0.0
1981	40.6	95.7	67.3	36.5	0.2	TRZ	0.2	TRZ	0.0	TRZ	TRZ	23.6	264.1	22.0	95.7	0.0
1982	55.5	17.7	3.8	6.7	7.3	TRZ	TRZ	0.0	0.4	4.8	30.4	55.8	182.4	15.2	55.8	0.0
1983	55.3	126.0	149.3	156.2	164.4	111.6	51.3	12.2	6.2	2.3	0.5	28.4	863.7	72.0	164.4	0.5
1984	6.1	80.5	40.7	42.9	16.3	1.5	0.1	0.0	0.3	0.5	TRZ	9.7	198.6	16.6	80.5	0.0
1985	34.7	31.2	34.0	11.5	3.0	TRZ	0.0	TRZ	TRZ	TRZ	TRZ	6.5	120.9	10.1	34.7	0.0
1986	60.4	29.7	18.1	110.1	1.6	0.0	0.0	TRZ	TRZ	4.7	0.3	29.7	254.6	21.2	110.1	0.0
1987	57.3	97.4	104.0	72.1	20.3	3.0	0.4	1.3	0.4	0.8	TRZ	16.4	373.4	31.1	104.0	0.0
1988	117.1	58.0	3.6	92.4	13.4	TRZ	0.3	0.0	TRZ	TRZ	0.6	18.0	303.4	25.3	117.1	0.0
1989	120.6	73.6	113.6	33.6	1.1	3.2	TRZ	TRZ	TRZ	1.4	0.5	0.0	347.6	29.0	120.6	0.0
1990	19.6	52.8	87.9	33.4	2.0	13.1	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	11.6	222.7	18.6	87.9	0.0
1991	68.2	76.2	118.2	5.4	15.6	1.6	0.3	TRZ	0.0	TRZ	0.8	15.4	301.7	25.1	118.2	0.0
1992	78.6	32.5	113.6	99.9	34.7	35.7	2.2	0.2	0.0	0.0	0.1	5.8	403.3	33.6	113.6	0.0
1993	47.4	79.4	82.4	72.7	91.2	0.4	TRZ	TRZ	0.0	TRZ	TRZ	35.3	408.8	34.1	91.2	0.0
1994	43.1	50.2	60.3	49.2	12.4	4.3	0.0	TRZ	0.0	0.3	0.4	121.4	341.6	28.5	121.4	0.0
1995	47.0	69.4	47.0	30.2	5.7	0.9	3.0	0.0	0.2	0.2	1.4	1.4	206.4	17.2	69.4	0.0
1996	39.6	73.2	47.9	35.9	0.4	TRZ	0.0	0.0	0.5	0.4	0.5	7.4	205.8	17.2	73.2	0.0
1997	31.0	70.7	154.4	50.3	121.1	15.6	64.2	1.7	5.6	47.0	169.2	185.7	916.5	76.4	185.7	1.7
1998	75.2	112.1	153.2	224.7	67.2	21.6	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	660.4	55.0	224.7	0.0
1999	30.4	66.1	45.9	59.0	6.1	1.1	0.0	0.0	0.9	0.1	0.3	19.0	228.9	19.1	66.1	0.0
2000	99.9	56.0	154.2	90.0	99.7	4.5	0.0	0.0	0.5	0.0	5.2	1.0	511.0	42.6	154.2	0.0
2001	45.3	138.4	168.2	63.0	6.0	TRZ	0.1	0.0	0.0	0.0	TRZ	0.6	421.6	35.1	168.2	0.0
2002	14.9	68.9	101.6	136.0	1.8	TRZ	TRZ	TRZ	0.0	1.8	0.5	6.7	332.2	27.7	136.0	0.0
2003	31.7	89.2	28.5	66.6	7.7	0.2	TRZ	TRZ	0.0	TRZ	TRZ	10.0	233.9	19.5	89.2	0.0
2004	51.2	51.0	32.1	63.0	18.3	0.5	0.2	TRZ	0.2	0.1	0.1	4.7	221.4	18.5	63.0	0.0
2005	29.4	13.6	99.6	42.9	TRZ	TRZ	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	16.9	202.7	16.9	99.6	0.0
2006	55.1	61.5	49.8	4.7	6.0	0.3	TRZ	0.1	TRZ	TRZ	1.3	20.2	199.0	16.6	61.5	0.0
2007	69.5	23.0	73.9	27.7	3.4	0.7	0.0	0.3	0.0	2.0	0.5	0.5	201.5	16.8	73.9	0.0
2008	78.1	81.4	107.7	35.7	0.5	0.8	TRZ	0.9	2.3	6.3	0.0	0.7	314.4	26.2	107.7	0.0
2009	113.6	77.7	91.0	15.2	45.0	1.8	TRZ	0.0	0.0	TRZ	0.0	TRZ	344.3	28.7	113.6	0.0
2010	91.8	71.0	21.8	65.9	18.6	TRZ	1.4	TRZ	TRZ	0.0	1.1	27.4	299.0	24.9	91.8	0.0
2011	24.9	37.8	21.6	92.7	7.3	1.5	9.2	0.0	0.0	TRZ	TRZ	16.1	211.1	17.6	92.7	0.0
2012	43.9	113.1	62.1	30.8	15.0	6.4	0.0	0.0	0.0	2.0	2.6	2.3	278.2	23.2	113.1	0.0
2013	24.7	40.3	98.8	43.9	1.3	0.1	0.0	0.3	0.0	0.0	TRZ	0.4	209.8	17.5	98.8	0.0
2014	67.9	53.4	37.3	41.5	80.5	4.5	0.4	0.0	0.3	2.1	TRZ	0.1	288.0	24.0	80.5	0.0
2015	48.8	40.3	52.8	101.7	25.5	16.5	0.4	0.0	TRZ	5.8	1.8	5.0	298.6	24.9	101.7	0.0
2016	68.8	77.9	103.2	65.7	TRZ	0.1	0.0	0.4	0.2	0.7	0.0	0.4	317.4	26.5	103.2	0.0
2017	83.9	49.5	97.7	106.4	56.7	1.2	0.0	0.2	TRZ	TRZ	10.0	17.1	422.7	35.2	106.4	0.0
2018	14.0	116.9	56.3	11.2	43.7	0.2	0.7	0.0	TRZ	TRZ	0.7	43.9	287.6	24.0	116.9	0.0
2019	42.5	27.0	25.0	20.6	37.6	1.9	0.0	TRZ	0.0	0.3	1.1	3.0	159.0	13.3	42.5	0.0
2020	50.9	96.3	51.0	32.8	0.7	0.8	0.5	0.3	0.0	0.2	0.4	36.2	270.1	22.5	96.3	0.0
2021	80.4	37.0	85.2	29.7	42.0	1.7	TRZ	TRZ	1.9	0.8	3.5	78.4	360.6	30.1	85.2	0.0
2022	102.7	42.8	37.6	39.3	1.8	1.0	0.2									
Prom	55.2	62.5	68.5	54.5	24.2	7.0	2.5	0.3	0.9	1.7	4.2	16.7	299.5	25.0	98.1	0.1
Máx	125.3	138.4	168.2	224.7	164.4	124.7	64.2	12.2	18.1	47.0	169.2	185.7	916.5	76.4	224.7	1.7

Dirección: Buenos Aires Oe1-53 y Av. 10 de Agosto
 Código Postal: 170402 / Quito - Ecuador
 Teléfono: 593-2 294-7400 / www.aviacioncivil.gob.ec



Nota: (Dirección General De Aviación Civil. (DGAC), 2022).



Fotos 1 Acumulación de aguas en las calles del Barrio Colibrí II



Fotos 2 Cuerpo de agua donde descargarán las aguas lluvias.



Fotos 3 Trabajo topográfico



Fotos 4 Trabajo topográfico.



Fotos 5 Puntos de acumulación de las aguas lluvias.



Fotos 6 Sumidero fuera de servicio.

Bibliografías

Aura, L. (2022). *Sistemas de drenaje urbano*. Archivo PDF.

file:///C:/Users/USER/Desktop/Ref.%20nteproyecto/sistemas_drenaje.pdf

Banco de desarrollo del Ecuador B.P. (2021). *Guía de gestión de proyectos alcantarillado sanitario y pluvial*. Archivo PDF.

[file:///C:/Users/USER/Desktop/Ref.%20nteproyecto/GUIA_DE_GESTION_DE_PROYECTOS_ALCANTARILLADO_GUIA_2_02%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USER/Desktop/Ref.%20nteproyecto/GUIA_DE_GESTION_DE_PROYECTOS_ALCANTARILLADO_GUIA_2_02%20(1).pdf)

Brena, A. (2019). *Hidrología urbana*. Documento PDF.

file:///C:/Users/USER/Desktop/ELIMINANDO/1_Agustin_Brena_Hidrologia_Urbana.pdf

Cadena, N., & Borbor, J. (2023) *Diseño del alcantarillado pluvial para el recinto San Cristóbal de la Parroquia Juan Gómez Rendón*. Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana. Repositorio Digital. [Alcantarillado pluvial ups-gt004622.pdf](#)

Calle, G. & Ivonne R. (2019). *Diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial de la urbanización privada Las Piñas ubicada en el cantón Milagro, sector Las Piñas*. Tesis de grado, Universidad Politécnica del Litoral. Repositorio Digital.

<file:///C:/Users/USER/Desktop/Ref.%20nteproyecto/T-70540.pdf>

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2015). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Documento PDF.

<file:///C:/Users/USER/Desktop/UPS%20P65%208vo/Libros/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>

Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). (2018). *Sistemas urbanos de drenaje sostenible. (Versión preliminar)*. CONAMA.

https://www.conama.org/conama/download/files/conama2018/STs%202018/10_preliminar.pdf

f

Dirección Nacional de Aguas y Saneamiento. (2009). *Manual de diseño hidráulico*.
<https://mantenimiento.bogota.unal.edu.com>

Dirección General de Aviación Civil (DGAC). (2022). *Registro Histórico De La Pluviosidad Máxima En 24 Hrs. En mm, Aeropuerto José Joaquín De Olmedo, Guayaquil*. Documento PDF.

Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), Dirección Nacional de Aguas y Saneamiento (DINASA). (2009). *Diseño de sistemas de aguas pluviales urbanas* (Versión 1.0). Montevideo, Uruguay: Mastergraf S.R.L. ISBN: 978-9974-7610-4-9. [manualdinasa.pdf](#).

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. (s.f.). *Norma técnica de sumideros*. <https://mantenimiento.bogota.unal.edu.co/pdfs/normasumideros.pdf>

Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito (EMAAP-Q). (2009). *Normas de diseño para sistemas de alcantarillado. Primera edición*. Quito, Ecuador. https://www.aguaquito.gob.ec/Alojamientos/PROYECTO%20LA%20MERCED/ANEXO%20%20NORMAS_ALCANTARILLADO_EMAAP.pdf

EPM. (2017). *Norma de materiales para alcantarillados*.
https://www.epm.com.co/content/dam/epm/proveedores-y-contratistas/documentos/normas-t%C3%A9cnicas-aguas/NC_AS_IL02_17_Sumideros.pdf

Escudero, C. & Pérez G. (2019). *Análisis hidrológico para el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano en el sector Parco Chico, ciudad de Pomabamba, Áncash – Perú*. Archivo PDF. [file:///C:/Users/USER/Desktop/Ref.%20nteproyecto/escudero-perez%20\(abierto\).pdf](file:///C:/Users/USER/Desktop/Ref.%20nteproyecto/escudero-perez%20(abierto).pdf)

Espinoza, M. (2005). *Norma técnica O.S. 060 drenaje pluvial urbano*. Archivo PDF.
<file:///C:/Users/USER/Desktop/Ref.%20nteproyecto/OS.060.pdf>

Fuente, L., Perales, S., Rico, M., Doménech, I., & Marco, S. (2021). *Guía básica para el diseño de sistemas urbanos de drenaje sostenible en la ciudad de Valencia*. Archivo PDF.
[Guía Básica para el Diseño de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en la Ciudad de València.pdf](#)

Galarza, A. (2021). *Diseño del sistema de alcantarillado pluvial ubicado en la ciudadela municipal 11 de octubre de la ciudad jipijapa*. Tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí. Repositorio Digital. [Diseño del sistema de alcantarillado pluvial ubicado en la ciudadela municipal 11 de octubre de la ciudad jipijapa \(Galarza Alex\).pdf](#).

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (2021). *Red de estaciones meteorológicas*. <https://www.inamhi.gob.ec>.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2006). *Sistema de alcantarillado. Diseño y construcción*. Quito, Ecuador: INEN 5 1613-06.

Instituto Ecuatoriano De Normalización (INEN). (1992). *Normas Para Estudio Y Diseño De Sistemas De Agua Potable Y Disposición De Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores A 1000 Habitantes*. Primera edición. CPE INEN 5 Parte 9-1:1992. Documento PDF.

Interagua. (2013). *Normas Y Criterios De Diseño Para Acueducto Y Alcantarillado En La Ciudad De Santiago De Guayaquil*. Vol,3. PDF.
[file:///C:/Users/USER/Desktop/TESIS/Libros/NORMAS%20DISE%20C3%91O%20REDES%20ALCANTARILLADO%20\(interagua\).pdf](file:///C:/Users/USER/Desktop/TESIS/Libros/NORMAS%20DISE%20C3%91O%20REDES%20ALCANTARILLADO%20(interagua).pdf)

International Organization for Standardization. (2007). *Actividades Relacionadas con el Agua Potable y los Servicios de Aguas Residuales: Directrices para la Gestión de*

Servicios de Aguas Residuales y Evaluación de su Desempeño. ISO 24511:2007: Sitio web.
<https://www.iso.org/standard/37247.html>

Ipiates, A. (2019). *Diseño Hidráulico Del Alcantarillado Pluvial Del Barrio San Francisco De La Parroquia Cutuglagua*. Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana. Repositorio Digital.

[file:///C:/Users/USER/Desktop/TESIS/Libros/ADELA%20PAUCAR%20\(2019\)%20UPS%20%20DISE%C3%91O%20HIDR%C3%81ULICO%20DEL%20ALCANTARILLADO%20PLUVIAL%20%20ST004321.pdf](file:///C:/Users/USER/Desktop/TESIS/Libros/ADELA%20PAUCAR%20(2019)%20UPS%20%20DISE%C3%91O%20HIDR%C3%81ULICO%20DEL%20ALCANTARILLADO%20PLUVIAL%20%20ST004321.pdf)

Jiménez, D. (2021). *Guía de diseño de alcantarillados*. <https://repository.usta.edu.com>

Moreno, G. (2016). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial para el barrio México, ciudad Puyo, Provincia de Pastaza*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato. Repositorio Digital.

<file:///C:/Users/USER/Desktop/Ref.%20nteproyecto/Tesis%201075%20%20Moreno%20V%C3%A1squez%20Germania%20Priscila.pdf>

Navarrete, J. (2022). *Memoria técnica hidrosanitaria*. Archivo PDF.

<file:///C:/Users/USER/Desktop/Ref.%20nteproyecto/Memoria%20Tecnica%20Hidrosanitaria.pdf>.

Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. (2014). *Captación y almacenamiento de agua de lluvia*. Archivo PDF. <file:///C:/Users/USER/Desktop/Ref.%20nteproyecto/i3247s.pdf>

Pérez Carmona, R. (2017). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones. ISBN: 978-958-771-028-1. Archivo PDF.

file:///C:/Users/USER/Desktop/ELIMINANDO/Diseno_y_Construcciones_de_Alcantarillad.pdf

Sánchez, J. (2018) *Instructivo del proceso constructivo de una red de alcantarillado pluvial*. 2(1)53. <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/81c49096-b55f-4a3f-9e49-c9b64bb7b9ce/content>

Sánchez, E. (2021). *El directorio de la empresa cantonal de agua potable y alcantarillado de Guayaquil*. Archivo PDF. (ECAPAG).

<file:///C:/Users/USER/Desktop/Ref.%20nteproyecto/ecu40042.pdf>

Santana Ángulo, D. A., & Valencia Escobar, W. D. (2024). *Diseño del sistema de alcantarillado pluvial para el recinto Sabana Grande ubicado en el cantón Guayaquil provincia del Guayas*. Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana. Repositorio Digital. UPS-GT005595.pdf.

Tucci, C. (2008) *Gestión de Inundaciones Urbanas*. Archivo PDF.

https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/gestion-de-inundaciones/gestion-de-inundaciones-urbanas-esp.pdf

Valdivieso, A. (s.f). *Qué es un Sistema de drenaje pluvial*. iagua. Sitio Web.

<https://www.iagua.es/respuestas/sistema-drenaje-pluvial>

VEOLIA. (2023). *Bases y criterios de diseño civil: Procedimiento para el diseño de sistemas de drenaje pluvial y estructuras relacionadas*. (Versión 001). Quito, Ecuador: Veolia Ecuador. [file:///C:/Users/USER/Downloads/NTD-IA-031%20Bases%20y%20Criterios%20de%20Dise%C3%B1o%20Civil%20\(COPIA%20NO%20CONTROLADA\)%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/NTD-IA-031%20Bases%20y%20Criterios%20de%20Dise%C3%B1o%20Civil%20(COPIA%20NO%20CONTROLADA)%20(1).pdf).

VEOLIA. (s.f). *Sistema de Alcantarillado Pluvial*. Sitio web. INTERAGUA

<https://www.interagua.com.ec/servicios/sistema-de-alcantarillado-pluvial>