



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA EL
RECINTO SABANA GRANDE UBICADO EN EL CANTÓN
GUAYAQUIL, PROVINCIA DEL GUAYAS**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Civil

AUTORES: SANTANA ÁNGULO DYLAN ANDRÉS

VALENCIA ESCOBAR WILMER DARIO

TUTOR: ING. LUIS EDUARDO MOYA CHAVEZ MGS.

Guayaquil - Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Dylan Andrés Santana Ángulo con documento de identificación N° 0932388770 y Wilmer Darío Valencia Escobar con documento de identificación N° 0803915305; 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.

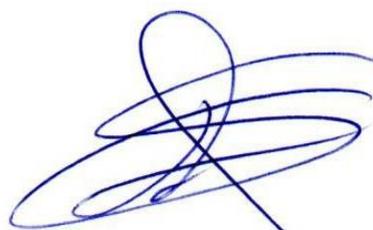
Guayaquil, 16 de Agosto del año 2024

Atentamente,



Dylan Andrés Santana Ángulo

0932388770



Wilmer Darío Valencia Escobar

0803915305

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

Nosotros, Dylan Andrés Santana Ángulo con documento de identificación N° 0932388770 y Wilmer Darío Valencia Escobar con documento de identificación N° 0803915305, 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 del Sistema de Alcantarillado Pluvial para el Recinto Sabana Grande ubicado en el Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, 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 la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

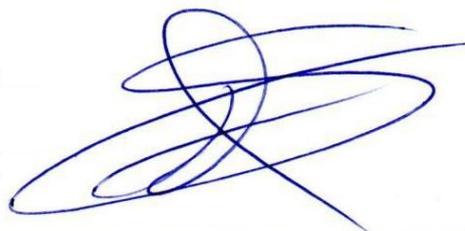
Guayaquil, 16 de Agosto del año 2024

Atentamente,



Dylan Andrés Santana Ángulo

0932388770



Wilmer Darío Valencia Escobar

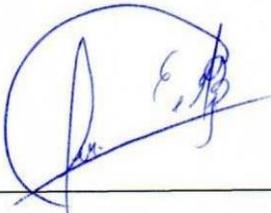
0803915305

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Luis Eduardo Moya Chávez con documento de identificación N° 1310835457, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA EL RECINTO SABANA GRANDE UBICADO EN EL CANTÓN GUAYAQUIL, PROVINCIA DEL GUAYAS”, realizado por Dylan Andrés Santana Ángulo con documento de identificación N° 0932388770 y Wilmer Darío Valencia Escobar con documento de identificación N° 0803915305, 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, 16 de Agosto del año 2024

Atentamente,



Ing. Luis Eduardo Moya Chávez, MSc.

1310835457

DEDICATORIA

Dedico esta tesis, con todo mi amor y gratitud, a mis padres Eloy Santana y Paola Ángulo, así como a Wilmer Valencia Mina y Nelly Escobar Cortés. Su apoyo incondicional, su fe en mis capacidades, y su constante aliento han sido las fuerzas impulsoras que me han permitido alcanzar este importante logro. Esta dedicatoria es un pequeño tributo al inmenso sacrificio que han hecho por mí, y por todo lo que han significado en mi vida.

También quiero dedicar este trabajo a todos aquellos que me han acompañado y apoyado en este camino, incluyendo a mis amigos, compañeros y profesores, que han contribuido de diversas formas en mi desarrollo personal y académico.

Dylan Andrés Santana Ángulo
Wilmer Darío Valencia Escobar

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de este proyecto.

En primer lugar, a nuestros padres Eloy Santana y Paola Ángulo, así como a Wilmer Valencia Mina y Nelly Escobar Cortés, por su incondicional apoyo, amor y comprensión a lo largo de mi vida académica. Su guía y sacrificio han sido fundamentales para alcanzar este logro, y siempre estaré en deuda por su dedicación y esfuerzo.

También deseo agradecer profundamente al Ing. Luis Moya Chávez, mi tutor de este proyecto técnico, por su valiosa orientación, paciencia y sabiduría durante todo este proceso. Sus enseñanzas y consejos fueron clave para superar los desafíos y completar este trabajo con éxito.

Finalmente, extiendo mi gratitud a la Universidad Politécnica Salesiana por brindarme la formación y las herramientas necesarias para crecer tanto profesional como personalmente. Esta institución no solo me ha proporcionado una excelente educación, sino que también me ha permitido forjar amistades y experiencias que llevaré conmigo toda la vida.

A todos ustedes, nuestro más profundo agradecimiento

Dylan Andrés Santana Ángulo
Wilmer Darío Valencia Escobar

RESUMEN

El diseño de un sistema de alcantarillado pluvial para el recinto Sabana Grande, en el cantón Guayaquil, provincia del Guayas, con el objetivo de mitigar inundaciones y mejorar la calidad de vida de sus habitantes comprende estudios y diseños útiles para el desarrollo del mismo. Se identificó la falta de un sistema adecuado, lo que ha provocado estancamientos de agua y riesgos para la salud pública.

A través de un análisis detallado de las áreas de aportación y el uso de tecnología como Civil 3D, tomando en cuenta la topografía necesaria, los cálculos se realizaron por medio del método racional, el cual fue útil para la estimación de valores hidráulicos. Se desarrolló un diseño eficiente que optimiza la evacuación de aguas pluviales.

La red de alcantarillado pluvial puede llegar a ser óptima con el cuidado, el mantenimiento y las condiciones por las cuales se la diseñe, además de evitar el riesgo de desechos que puedan limitar su uso, y este se vaya deteriorando por el mismo.

Palabras Clave: Red de Alcantarillado Pluvial, Civil 3d, Estancamientos de agua, Sumideros

ABSTRACT

The design of a storm sewer system for the Sabana Grande complex, in the Guayaquil canton, Guayas province, with the objective of mitigating floods and improving the quality of life of its inhabitants, includes studies and designs useful for its development. The lack of an adequate system was identified, which has caused water stagnation and risks to public health.

Through a detailed analysis of the contribution areas and the use of technology such as Civil 3D, taking into account the necessary topography, the calculations were made using the rational method, which was useful for the estimation of hydraulic values. An efficient design was developed that optimizes the evacuation of storm water.

The storm sewer network can become optimal with the care, maintenance and conditions for which it is designed, in addition to avoiding the irrigation of waste that can limit its use, and it can deteriorate due to it.

Keywords: Storm Sewer Network, Civil 3d, Water Stagnations, Drains

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	17
1.1. INTRODUCCIÓN.....	17
1.2. PROBLEMA DE ESTUDIO.....	24
1.3. OJETIVOS	28
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	28
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
1.4. UBICACIÓN:.....	29
CAPÍTULO II.....	30
2. MARCO TEÓRICO	30
2.1. PERIODO DE RETORNO.....	30
2.2. MÉTODO DE CÁLCULO LLUVIA - CAUDALES.....	30
2.2.1. MÉTODO RACIONAL.....	30
2.2.2. CAUDALES DE DISEÑO DE AGUAS LLUVIAS	31
2.3. RELACIÓN INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA.....	32
2.4. PRECIPITACIÓN	32
2.5. FRECUENCIA DE LLUVIA	32
2.5. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	33
2.6. DURACIÓN DE LA LLUVIA.....	35
2.7. ÁREA DE DRENAJE.....	35
2.8. HIDROGRAMAS DE DISEÑO. CAUDALES Y VOLÚMENES DE DISEÑO.....	36
2.9. COEFICIENTE DE ESCORRENTIA.....	36
2.10. TIPOS DE ESCORRENTÍA.....	37
2.10.1. ESCORRENTIA SUPERFICIAL	37
2.10.2. ESCORRENTÍA SUBSUPERFICIAL	37
2.10.3. ESCORRENTÍA SUBTERRÁNEA	37

2.11.	INTENSIDAD DE LA LLUVIA.....	37
2.12.	SISTEMA DE RECORRIDO	38
2.12.1.	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN INICIAL (te).....	38
2.13.	DIÁMETRO MÍNIMO	38
2.14.	VELOCIDADES	39
2.14.1.	VELOCIDAD MÍNIMA	39
2.14.2.	VELOCIDAD MÁXIMA	39
2.15.	PENDIENTES	40
2.15.1.	PENDIENTES MÍNIMAS	40
2.15.2.	PENDIENTES MÁXIMAS	40
2.16.	PROFUNDIDAD.....	41
2.16.1.	PROFUNDIDAD MÍNIMA.....	41
2.16.2.	PROFUNDIDAD MÁXIMA	41
2.17.	SUMIDEROS	41
2.17.1.	SUMIDERO DE VENTANA	42
2.17.2.	SUMIDEROS DE REJILLA.....	42
2.18.	POZOS DE REVISIÓN.....	43
2.19.	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD	43
2.20.	RÉGIMEN DE FLUJO EN LOS COLECTORES.....	43
2.21.	RED DE TUBERÍAS Y COLECTORES	44
2.22.	INUNDACION	45
2.23.	AGUAS PLUVIALES	45
2.24.	ALCANTARILLADO PLUVIAL URBANO:.....	45
2.24.1.	SIFONES INVERTIDOS	46
2.24.2.	ALCANTARILLAS CURVAS	46
2.24.3.	CUENCAS HIDROLÓGICAS	46
2.25.	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	47

2.25.1.	ALCANTARILLADO PLUVIAL PARTICULAR	47
2.25.2.	ALCANTARILLADO PLUVIAL GENERAL PARTICULAR.....	47
2.25.3.	ALCANTARILLADO PLUVIAL MUNICIPAL.....	47
2.26.	COMPONENTES DE UNA RED DE ALCANTARILLADO MUNICIPAL.	48
2.26.1.	SUMIDEROS.....	48
2.26.2.	TUBERÍAS DE RECOLECCIÓN	48
2.26.3.	POZOS DE INSPECCIÓN	48
2.26.4.	COLECTORES PRINCIPALES.....	49
2.26.5.	ESTANQUES DE RETENCIÓN Y DETENCIÓN	49
2.26.6.	CÁMARAS DE DESVIACIÓN	49
2.26.7.	SISTEMAS DE TRATAMIENTO	50
2.26.8.	ESTRUCTURAS DE DESCARGA.....	50
2.26.9.	SISTEMAS DE INFILTRACIÓN	50
2.26.10.	MEDIDORES Y SENSORES	51
2.27.	INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI).....	52
2.27.1.	ESTACIONES METEREOLÓGICA Y PLUVIOMÉTRICAS.....	53
2.28.	MARCO LEGAL.....	57
2.28.1.	NORMAS INTERNACIONALES (ISO)	57
2.28.1.1.	ISO 24511:2007 - ACTIVITIES RELATING TO DRINKING WATER AND WASTEWATER SERVICES - GUIDELINES FOR THE MANAGEMENT OF WASTEWATER UTILITIES AND FOR THE ASSESSMENT OF WASTEWATER SERVICES.....	57
2.28.2.	NORMA NACIONALES	58
2.28.2.1.	NORMA INEN 5 1613-06:2006 - SISTEMA DE ALCANTARILLADO. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	58
CAPÍTULO III		59
3.	METODOLOGÍA	59

3.1.	DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.....	59
3.1.1.	PERÍODO DE RETORNO	59
3.1.2.	MÉTODO DE CÁLCULO LLUVIA - CAUDALES	59
3.1.2.1.	MÉTODO RACIONAL	59
3.1.3.	FRECUENCIA DE LLUVIA.....	60
3.1.4.	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	61
3.1.5.	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	61
3.1.6.	VELOCIDADES	63
3.1.6.1.	VELOCIDAD MÁXIMA.....	63
3.1.7.	PROFUNDIDAD.....	63
3.1.7.1.	PROFUNDIDAD MÍNIMA	63
3.1.8.	PROFUNDIDAD	64
3.1.9.	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD	65
3.1.10.	DURACIÓN DE LA LLUVIA	65
3.1.11.	RED DE TUBERÍAS Y COLECTORES	66
3.1.12.	TIEMPO DE TRASLADO EN LOS COLECTORES.....	66
3.1.13.	DISEÑO DEL POZO.....	68
3.2.	BASE DE DISEÑO	70
3.2.1.	INVESTIGACION DE CAMPO	70
3.2.2.	TIPO DE ESTUDIO	70
3.2.3.	TOPOGRAFIA	70
	CAPÍTULO IV	71
4.1.	CÁLCULO DE RESULTADOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.....	71
4.1.1.	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	71
4.1.2.	VELOCIDAD DE FLUJO	72
4.1.3.	TIEMPO DE FLUJO	72

4.1.4.	INTENSIDAD DE LLUVIA	72
4.1.5.	ÁREAS DE APORTACIÓN.....	76
4.1.6.	CAUDAL DE DISEÑO PLUVIAL.....	76
4.1.7.	CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS TUBERÍAS	76
4.1.7.1.	DIÁMETRO.....	76
4.1.7.2.	CAUDAL UNITARIO	77
4.2.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	62
4.2.1.	ESTUDIO DE LOS RESULTADOS DEL DISEÑO PARA EL RECINTO SABANA GRANDE	62
4.2.2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA EL RECINTO SABANA GRANDE	62
4.2.2.1.	PERIODO DE RETORNO.....	62
4.2.2.2.	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.....	63
4.2.2.3.	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	63
4.2.2.4.	CÁMARAS DE INSPECCIÓN.....	63
4.2.2.5.	SUMIDEROS	66
CAPITULO V.....		67
5.1.	CONCLUSIONES.....	67
5.2.	RECOMENDACIONES	69
5.3.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
5.4.	ANEXOS	74
5.4.1.	ESTUDIO DEL RECINTO SABANA GRANDE.....	74
5.4.2.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL RECINTO SABANA GRANDE	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Frecuencia del diseño en función del tipo de la zona	60
Tabla 2 Frecuencia de diseño para canales de agua lluvia.....	60
Tabla 3 Tipos de Superficies.....	62
Tabla 4 Tipos de Zonificación y valores de C	62
Tabla 5 Velocidad Máxima en tuberías.....	63
Tabla 6 Profundidad de Alcantarillado	63
Tabla 7 Diámetro para Pozos de Revisión.....	64
Tabla 8 Coeficiente de Rugosidad	65
Tabla 9 Especificaciones para cálculo	66
Tabla 10 Parámetros para diseño de Pozos.....	68
Tabla 11 Coeficiente de Escurrimiento del Recinto Sabana Grande	71
Tabla 12 Tabla de Intensidades en comparación con el Periodo de Retorno.....	73
Tabla 13 Caudales unitarios de los Tramos de Red	77
Tabla 14 Datos Generales de la Red de Alcantarillado Pluvial	60
Tabla 15 Datos Generales de Tubería de la Red Principal de Alcantarillado Pluvial	62
Tabla 16 Distancia Máxima para Tuberías de AALL	63
Tabla 17 Áreas de Aportación de la Red de Alcantarillado Pluvial	68

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Recinto Sabana Grande.....	29
Imagen 2 Ecuación para la determinación del tiempo del flujo superior	34
Imagen 3 Valor de C para la fórmula de IZZARD	34
Imagen 4 Valores de N para la fórmula de KERBY	35
Imagen 5 Sumideros de Ventana	42
Imagen 6 Sumideros de Rejilla.....	42
Imagen 7 Estaciones Pluviométricas Ecuador	53
Imagen 8 Estaciones Pluviográficas Ecuador	54
Imagen 9 Mapa de Ubicación de la Red Actual de Estaciones Hidrometeoro lógicas por Cuencas Hidrográficas del Ecuador.....	55
Imagen 10 Estaciones cercanas al Recinto Sabana Grande	56
Imagen 11 Cuencas de cada Estación Pluviométrica.....	56
Imagen 12 Pozo de Caída Tipo 1	64
Imagen 13 Curva Intensidad - Duración – Frecuencia de la Estación M0056 Guayaquil Aeropuerto.....	73
Imagen 14 Intensidad Máxima de 120 minutos con un Periodo de Retorno de 25 Años	74
Imagen 15 Referencia de Red de Colectores y Canales	67
Imagen 16 Primer Canal Secundario Inhabilitado.....	74
Imagen 17 Primer Canal Secundario Inhabilitado.....	74
Imagen 18 Segundo Canal Secundario Inhabilitado.....	75
Imagen 19 Segundo Canal Secundario Inhabilitado.....	75
Imagen 20 Tercer Canal Secundario Inhabilitado.....	76
Imagen 21 Tercer Canal Secundario Inhabilitado.....	76
Imagen 22 Canal Principal para Descarga	77
Imagen 23 Canal Principal para Descarga	77
Imagen 24 Calle Principal Pavimentada.....	78
Imagen 25 Calle Principal Pavimentada.....	78
Imagen 26 Nivelación de la Estación Total	79
Imagen 27 Nivelación de la Estación Total	80
Imagen 28 Medición de los puntos Topográficos.....	81
Imagen 29 Medición de los puntos Topográficos.....	81
Imagen 30 Medición del Terreno con Estación Total.....	82

Imagen 31 Medición del Terreno con Estación Total	82
Imagen 32 Punto BM con Estación Total.....	83
Imagen 33 Punto BM con Estación Total.....	83
Imagen 34 Punto BM con Estación Total.....	84
Imagen 35 Punto BM con Estación Total.....	84
Imagen 36 Datos Registrados de los Puntos Topográficos	85
Imagen 37 Datos Registrados de los Puntos Topográficos	85

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El alcantarillado sanitario se remonta a las primeras civilizaciones humanas, cuando la necesidad de manejar los desechos y el agua sucia se hizo evidente para las sociedades emergentes. Los sistemas de alcantarillado más antiguos conocidos datan de aproximadamente el año 3,000 a.C. en la región de Mesopotamia, donde las ciudades sumerias desarrollaron sistemas de drenaje para gestionar las aguas residuales.

Para su tiempo, Mohenjo-Daro, una ciudad de la civilización del valle del Indo, tenía un sistema de alcantarillado avanzado. Las casas estaban conectadas a una red de canales cubiertos que transportaba las aguas residuales fuera de la ciudad. Esta infraestructura muestra una comprensión temprana de la importancia del saneamiento para la salud pública y la calidad de vida urbana (Conagua, 2010).

Aunque los egipcios antiguos también usaban pozos de drenaje para controlar el agua de lluvia y las aguas residuales, sus sistemas de alcantarillado eran principalmente zanjas abiertas y rudimentarias. Por otro lado, alrededor de 1,700 a.C., la civilización minoica de Creta creó un sistema más avanzado con tuberías de cerámica para el suministro y el drenaje, que incluía un sistema de inodoros con descarga de agua (Defaz Bucheli, 2015).

No obstante, los romanos llevaron a cabo una revolución en la ingeniería del saneamiento. Uno de los sistemas de alcantarillado más antiguos y mejor documentados del mundo es la Cloaca Máxima, que fue construida en el siglo VI a.C. Originalmente diseñado para drenar el exceso de agua de las áreas bajas de Roma, evolucionó para

manejar aguas residuales, demostrando la comprensión romana de la importancia del saneamiento en la gestión urbana (Conagua, 2010).

En Europa occidental durante la Edad Media, el mantenimiento de los sistemas de alcantarillado disminuyó debido al colapso del Imperio Romano y a las limitaciones tecnológicas y sociales de la época. Las ciudades con frecuencia dependían de sistemas más simples, como zanjas y pozos negros, lo que resultó en problemas de salud pública (Conagua, 2010).

Con el Renacimiento y el crecimiento de las ciudades europeas, resurgió el interés por mejorar las infraestructuras urbanas. Las ciudades italianas, especialmente, comenzaron a implementar redes de alcantarillado más organizadas, inspirándose en las prácticas romanas. Esto sentó las bases para futuros desarrollos en la gestión de aguas residuales (Defaz Bucheli, 2015).

La Revolución Industrial del siglo XIX trajo consigo una mayor producción de desechos y un aumento significativo de la población urbana, lo que empeoró los problemas de saneamiento. En respuesta, se produjeron avances en ingeniería médica. En respuesta al "Gran Mal Olor" de 1858, que había hecho que el río Támesis fuera casi intransitable debido a la contaminación, el ingeniero Joseph Bazalgette diseñó un sistema de alcantarillado a gran escala en Londres (Moreno Vásquez Germania, 2016).

Este sistema, que se completó en la década de 1860, transportó las aguas residuales fuera de la ciudad mediante tuberías subterráneas de gran diámetro, lo que lo convirtió en un hito en la ingeniería de alcantarillado moderno. Enfoques similares se implementaron en otros países europeos y Estados Unidos, incorporando conceptos de salud pública en el diseño urbano.

El siglo XX vio un crecimiento exponencial de las ciudades y, con él, la necesidad de mejorar continuamente los sistemas de alcantarillado. Las innovaciones incluyeron el tratamiento de aguas residuales antes de su descarga en cuerpos de agua, reduciendo así el impacto ambiental y mejorando la calidad del agua (Defaz Bucheli, 2015).

Las ciudades ahora manejan sus desechos de manera más eficiente gracias a la introducción de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales, como los tanques sépticos y las plantas de tratamiento. Se establecieron estándares para el diseño, la construcción y la operación de los sistemas de alcantarillado, fomentando prácticas sostenibles y seguras (Moreno Vásquez Germania, 2016).

Los sistemas de alcantarillado sanitario enfrentarán nuevos desafíos y oportunidades en el siglo XXI debido al auge de las tecnologías digitales y el enfoque en la sostenibilidad. Las redes inteligentes de alcantarillado monitorean el flujo y la calidad de las aguas residuales mediante sensores y análisis de datos. Esto permite una gestión más eficiente y proactiva.

Además, el enfoque hacia la economía circular ha promovido la recuperación de recursos de las aguas residuales, como el biogás y los nutrientes. Estas innovaciones reflejan una evolución continua en la comprensión del papel del saneamiento en la salud pública y el medio ambiente, adaptándose a las necesidades de las ciudades modernas (Moreno Vásquez Germania, 2016).

El recinto Sabana Grande, ubicado en el cantón Guayaquil, provincia del Guayas, es una zona que ha experimentado un crecimiento poblacional significativo en los últimos años. Este aumento en la densidad demográfica ha intensificado la demanda de infraestructuras adecuadas para el manejo de aguas pluviales, crucial para prevenir inundaciones y preservar la calidad de vida de los residentes.

Enfrenta una situación crítica debido a la ausencia de servicios hidrosanitarios adecuados, conforme a lo estipulado en la ley de derechos humanos. La carencia de infraestructura necesaria provoca inundaciones recurrentes, lo que pone en grave riesgo la salud y el bienestar de la comunidad, así como el equilibrio ambiental de la zona.

Para abordar esta problemática, esta investigación se apoya en estudios topográficos, demográficos, económicos y sociales con el propósito de formular un diseño eficiente de red de alcantarillado pluvial. Este diseño no solo busca ser ideal en términos técnicos, sino también incorporar cálculos precisos para la recolección de aguaspluviales.

Donde se ofrece una solución integral que prevenga las inundaciones y la acumulación de aguas lluvias en los alrededores del recinto, mitigando así el riesgo de enfermedades entre la población. Asimismo, se enfoca en la optimización de los recursos económicos y humanos disponibles. De esta manera, la justificación para el diseño de los colectores principales del alcantarillado pluvial en el recinto Sabana Grande es clara, presentándose como una medida necesaria y urgente para mejorar la calidad de vida de sus habitantes y proteger el medio ambiente local.

El clima de la región es tropical, con muchas lluvias durante la temporada lluviosa, lo que presenta desafíos específicos para el diseño de un sistema de alcantarillado pluvial efectivo. La diversa topografía de Sabana Grande, que incluye áreas planas y otras ligeramente onduladas, tiene un impacto en el comportamiento del agua de lluvia y su escorrentía.

Dado que afecta la infiltración del agua y la capacidad del terreno para manejar la escorrentía, el análisis del suelo y la permeabilidad también son cruciales. En Sabana

Grande, se requieren soluciones particulares para maximizar la absorción de agua y reducir el riesgo de erosión debido a la combinación de suelos arenosos y arcillosos.

A Actualmente, el recinto Sabana Grande enfrenta una serie de problemas relacionados con la gestión inadecuada de las aguas pluviales. Las inundaciones son comunes durante las lluvias intensas y tienen un impacto en las viviendas, la infraestructura pública y las actividades económicas. La falta de un sistema de drenaje adecuado ha causado que el agua se acumule en las calles y lugares públicos, poniendo en peligro la salud y la seguridad.

El crecimiento urbano desordenado y la insuficiencia de drenaje existente contribuyen a estos problemas, destacando la necesidad urgente de un sistema de alcantarillado pluvial bien diseñado. Este sistema debe ser capaz de manejar la variabilidad de las lluvias y proporcionar un drenaje adecuado para prevenir inundaciones.

El diseño del sistema de alcantarillado pluvial para Sabana Grande se basa en una combinación de soluciones estructurales y no estructurales. Entre los componentes clave del sistema se incluyen:

- **Colectores Pluviales:** Redes de tuberías subterráneas creadas para transportar aguas pluviales fuera de las ciudades. Para garantizar la longevidad del sistema, se utilizarán materiales resistentes a la corrosión y de larga duración.
- **Cámaras de Inspección:** Estas estructuras permitirán el acceso para el mantenimiento y limpieza de las tuberías, asegurando su correcto funcionamiento y minimizando el riesgo de obstrucciones.

- **Sumideros:** Estratégicamente ubicados en puntos críticos para capturar y dirigir el agua de lluvia hacia los colectores principales, evitando el estancamiento de agua en las calles.
- **Cunetas y Canaletas:** Integradas en el diseño de las vías para facilitar el flujo del agua hacia los sumideros, reduciendo la acumulación superficial.
- **Estructuras de Control de Inundaciones:** Tais como estanques de retención y sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS), que ayudarán a gestionar la escorrentía y promover la infiltración de agua en el suelo.

Para garantizar la capacidad del sistema, el diseño también incorpora criterios técnicos que consideran factores como la intensidad y duración de las lluvias, la pendiente del terreno y el área de captación.

Para reducir las perturbaciones en la comunidad, la instalación del sistema de alcantarillado pluvial en Sabana Grande requerirá una planificación cuidadosa y una ejecución coordinada. Para garantizar que el proyecto respete los ecosistemas locales y minimice el impacto sobre la flora y fauna, las consideraciones ambientales serán fundamentales.

La construcción sostenible, que incluye la reutilización de materiales y la minimización de la huella de carbono del proyecto, será implementada. Además, para garantizar la eficacia y la sostenibilidad a largo plazo del sistema, se establecerán medidas de monitoreo y mantenimiento.

La creación e instalación de un sistema de alcantarillado pluvial en el recinto Sabana Grande es un avance significativo en la mejora de la calidad de vida de los residentes y en la reducción de los peligros relacionados con las inundaciones. Este

proyecto contribuirá al desarrollo sostenible de la región al abordar las necesidades actuales y anticipar los desafíos futuros.

Se espera que, a través de la innovación continua y la incorporación de tecnologías emergentes, el sistema se mantenga adaptable a las condiciones cambiantes del clima y el entorno urbano. Esto asegurará que Sabana Grande esté mejor equipada para enfrentar los retos del siglo XXI, mejorando la resiliencia y sostenibilidad de su infraestructura urbana.

1.2.PROBLEMA DE ESTUDIO

Durante los últimos años, el Recinto Sabana Grande, ubicado en el Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas, ha experimentado un aumento en la población y el urbanismo, lo que ha provocado un aumento en la impermeabilización del suelo y, por lo tanto, en la escorrentía superficial durante las lluvias. Esta situación ha provocado inundaciones frecuentes en áreas urbanas y agrícolas, lo que ha afectado la calidad de vida de los habitantes y la productividad de las actividades económicas locales.

Las lluvias intensas son comunes en la región debido a su clima tropical monzónico, especialmente de diciembre a mayo. Estas precipitaciones, junto con la topografía plana del área, han contribuido a los problemas de inundaciones frecuentes, que han afectado la infraestructura local y la calidad de vida de sus habitantes.

Es evidente que no existe un sistema de alcantarillado pluvial adecuado, lo que implica la necesidad de llevar a cabo un análisis exhaustivo que permita identificar las causas y efectos de esta situación, así como sugerir soluciones sostenibles y viables para reducir su impacto.

Donde no cuenta con un proyecto de tratamiento de escorrentías pluviales y la escasez de un buen sistema de drenaje durante las lluvias invernales provoca inundaciones y estancaciones de agua donde pone en peligro a la comunidad con un riesgo dañino para la salud poblacional, con la propagación de mosquitos y al medio ambiente en el Recinto Sabana Grande.

Se evaluará la viabilidad técnica y económica de establecer un sistema de alcantarillado pluvial en el recinto Sabana Grande, ubicado en el Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas, con el fin de proporcionar una solución adecuada y sostenible. Se evaluarán los beneficios potenciales para la conservación del medio ambiente y la protección de la salud pública.

Se propone la creación de un sistema de alcantarillado pluvial que no solo satisfaga la necesidad urgente de manejo de aguas, sino que también cumpla con los principios de desarrollo sostenible y las regulaciones locales. El objetivo principal de este proyecto es establecer un sistema eficiente que recoja, transporte y distribuya las aguas pluviales de manera segura y eficiente, reduciendo los riesgos de inundación y mejorando el entorno urbano.

Para entender mejor la situación actual, se llevó a cabo un análisis detallado de las características geográficas, climáticas e hidrológicas del recinto. El suelo arcilloso de la zona aumenta la escorrentía superficial y dificulta la infiltración natural del agua. La identificación de cuencas hidrográficas y la estimación de caudales de diseño a partir de datos históricos de precipitación fueron parte del estudio hidrológico. Se utilizó un modelo de escorrentía que proporcionó una base sólida para el diseño del sistema al estimar el caudal pico esperado durante eventos de lluvia intensa.

El diseño del sistema de alcantarillado pluvial se centró en una serie de elementos clave que aseguran la eficiencia y funcionalidad del sistema. En primer lugar, se diseñaron rejillas y sumideros estratégicamente ubicados en áreas propensas a la acumulación de agua, como intersecciones viales y zonas bajas. Estos componentes son cruciales para la captación inicial de las aguas pluviales, canalizándolas hacia las tuberías subterráneas de conducción.

Las tuberías de conducción fueron diseñadas teniendo en cuenta la capacidad de carga necesaria para manejar el caudal pico estimado. Se consideraron materiales como PVC y concreto reforzado, evaluando factores como durabilidad, costo y facilidad de instalación. La elección de materiales fue un aspecto fundamental del diseño, ya que influye directamente en la longevidad y el mantenimiento del sistema.

El trazado del sistema de alcantarillado fue optimizado mediante herramientas de modelado en CIVIL 3D, que ayudaron a determinar el recorrido más eficiente respetando la topografía natural y minimizando las alteraciones a la infraestructura existente. La integración de canales abiertos y cajas de inspección facilita el mantenimiento y control del sistema, permitiendo intervenciones rápidas en caso de obstrucciones o daños.

A lo largo del proceso de diseño, se prestó especial atención al impacto ambiental y social del sistema propuesto. La implementación de un sistema de alcantarillado pluvial tiene el potencial de alterar los ecosistemas locales debido a los cambios en los flujos de agua. Para mitigar estos impactos, se incorporaron técnicas de bioingeniería que promueven la infiltración natural del agua y la retención de sedimentos, reduciendo así el riesgo de erosión y contaminación de cuerpos de agua cercanos.

El proyecto también tiene en cuenta la importancia de involucrar a la comunidad local desde el principio. Para garantizar que las necesidades y preocupaciones de los residentes sean tomadas en cuenta, es esencial la participación comunitaria. Se realizaron talleres y consultas públicas para promover la conversación y la colaboración, y se implementaron programas educativos para informar a la comunidad sobre la necesidad y el mantenimiento del sistema de alcantarillado pluvial.

El análisis de costos del proyecto evaluó tanto los costos iniciales de construcción como los costos a largo plazo de operación y mantenimiento del sistema desde un punto de vista económico. Se descubrieron posibilidades de financiamiento, incluyendo fondos gubernamentales y asociaciones público-privadas, que pueden ayudar a mitigar el impacto financiero del proyecto. Los beneficios económicos esperados incluyen un aumento en el valor de la propiedad debido a la mejora en la infraestructura y una reducción en los costos asociados con los daños por inundaciones.

Se espera que la calidad de vida de los habitantes de Sabana Grande mejore significativamente a medida que se implemente el sistema. El entorno será más seguro y saludable si se reducen las inundaciones y se mejora la gestión de aguas pluviales. Esto reducirá la incidencia de enfermedades relacionadas con el agua y mejorará la infraestructura urbana. Además, el plan sugerido fomentará el crecimiento económico de la zona, al permitir la entrada de nuevas inversiones y brindar posibilidades de expansión.

El sistema de alcantarillado del recinto Sabana Grande ofrece una solución integral a los problemas de gestión de aguas pluviales que enfrenta la comunidad. Este proyecto aborda de manera efectiva los desafíos técnicos y también los aspectos sociales y ambientales, lo que lo hace sostenible y participativo. Sabana Grande puede avanzar hacia un futuro más resiliente y próspero al implementar un sistema bien planificado y adaptado a las condiciones locales. Esto demuestra el valor de la planificación urbana responsable y la colaboración comunitaria.

1.3. OJETIVOS:

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- ✓ Diseño del sistema de alcantarillado pluvial para el Recinto Sabana Grande ubicado en el Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Diseñar la red de colectores y canales de drenaje que permita una evacuación eficiente de las aguas pluviales, evitando acumulaciones y posibles inundaciones.
- ✓ Calcular las áreas de aportación, mediante el uso de cartas topográficas para la obtención del caudal para la red del alcantarillado pluvial.
- ✓ Realizar el diseño de la red de alcantarillado pluvial adecuado para la comunidad con todas sus especificaciones, mediante el uso del software Civil 3d.

1.4. UBICACIÓN:

El Recinto Sabana Grande situado en el cantón Guayaquil, Provincia del Guayas, cerca del Recinto El Mate a unos 5 km al noroeste del mismo.

La economía en el Recinto se basa en la agricultura, ganadería y comercio. Posee servicios básicos como la educación, salud, transporte y comunicación.

Cuenta con una población aproximada de 1.349 habitantes según el último censo de población y vivienda realizada por el INEC en el año 2010.

Sus coordenadas son $2^{\circ} 28' 46.19''$ S y $80^{\circ} 13' 11.89''$ W y posee una altitud de 17 m (56 pies) sobre el nivel del mar. Tiene un área de $363,826.38 m^2$, equivalente a 36.38 ha.

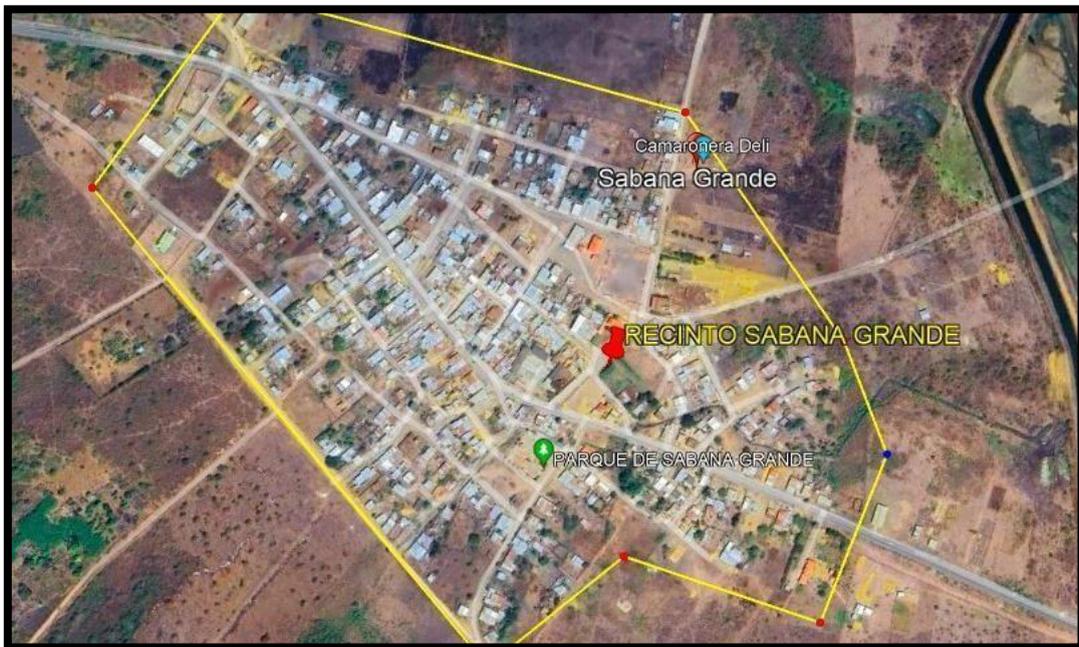


Imagen 1 Recinto Sabana Grande
Fuente: Google Earth

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

Un sistema de alcantarillado pluvial consta de una red de conductos, estructuras de captación y estructuras complementarias. Sus objetivos son manejar, controlar y conducir las aguas pluviales que caen sobre las cubiertas de las edificaciones, calles y avenidas, veredas y jardines, entre otros lugares.

2.1. PERIODO DE RETORNO

La severidad de un evento de lluvia se describe estadísticamente por el periodo de retorno y la frecuencia. El período de retorno es el tiempo que transcurre entre dos aguaceros de la misma magnitud.

La frecuencia o probabilidad de excedencia es el opuesto al periodo de retorno, lo que significa que la lluvia con el periodo de retorno más largo es la más frecuente y tiene la intensidad más alta. (FABIO ALLIN JIMENEZ GARCIA, 2005)

2.2. MÉTODO DE CÁLCULO LLUVIA - CAUDALES:

2.2.1. MÉTODO RACIONAL

La intensidad de la precipitación, el coeficiente de escorrentía promedio y el área total del canal afectan la descarga de aguas pluviales. No se deben tomar en cuenta las precipitaciones de tormentas severas o precipitaciones extremas, por lo que la intensidad de la precipitación considerada dependerá del tiempo de concentración y del periodo de reporte de declinación.

El coeficiente C debe tener en cuenta los efectos de infiltración, almacenamiento por retención superficial, evaporación, etc. (2. Memoria Hidrosanitario, 2018).

2.2.2. CAUDALES DE DISEÑO DE AGUAS LLUVIAS

- ✓ Los caudales del escurrimiento superficial directo se pueden calcular mediante tres métodos fundamentales: el método racional, el método del hidrograma unitario sintético y el análisis estadístico, que se basa en datos de escurrimiento superficial observados.
- ✓ Para calcular el escurrimiento superficial en cuencas tributarias de menos de 100 ha, se empleará el enfoque racional.
- ✓ El método del hidrograma unitario sintético se utilizará para cuencas con una extensión superior a 100. El análisis de los vasos de regulación artificial utilizará la misma técnica. (Defaz Bucheli, 2015)
- ✓ Se recomienda un análisis estadístico de los datos de escurrimiento superficial observados para estimar las descargas de cursos de agua importantes, cuya área de contribución supera los 25 km², que fluyen a través de las áreas urbanas. Si no hay datos, se considerará usar cualquier otra técnica con la justificación adecuada. Si es necesario, se recomendará a los organismos pertinentes la instrumentación inmediata de la cuenca para registrar los valores del escurrimiento superficial en los puntos de interés. (Conagua, 2010)

2.3. RELACIÓN INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA

La duración y el tiempo de retorno de una tormenta están directamente relacionados con su intensidad. Con frecuencia, los datos se muestran en forma de curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia. (Marcus et al., 1986)

2.4. PRECIPITACIÓN

Un tipo de humedad que se desprende de las nubes y se adhiere al suelo se conoce como precipitación. Las mediciones de la precipitación sirven como punto de partida para los estudios sobre el uso y control del agua desde el punto de vista de la ingeniería hidrológica.

El escurrimiento superficial y subterráneo se basa principalmente en la precipitación.

Dado que ambos están directamente relacionados, el análisis de la precipitación pluvial es necesario para determinar los escurrimientos superficiales. (Precipitaciones Y Caudales De Diseño De Sistemas De Drenaje Pluvial Urbano En Zonas De Huancavelica, 2018)

2.5. FRECUENCIA DE LLUVIA

La determinación del período de retorno de diseño de un sistema de aguas lluvias es un asunto bastante complicado, ya que depende del nivel de seguridad ante las inundaciones requerido por la población, del comportamiento de las precipitaciones (intensidad y recurrencia anual), de los caudales involucrados, las consecuencias de que los caudales excedan la capacidad de las obras y los costos de inversión asociados (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, 2014).

La frecuencia de la lluvia, también conocida como periodo de retorno, es el número de años en los que se espera que una cantidad determinada de precipitaciones se repita o supere (Conagua, 2010).

2.5. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de viaje del agua de lluvia desde el punto más alejado de la sección de desagüe de una cuenca hasta llegar a dicha sección de desagüe se conoce como tiempo de concentración de la cuenca (Veolia, 2019).

El tiempo de flujo sobre la superficie, el tiempo de flujo por los canales secundarios y el tiempo de flujo por el cauce principal hasta el punto de control se pueden sumar para calcular el tiempo total de viaje.

El tiempo total de concentración de cada tramo será la suma del tiempo de concentración inicial más el tiempo de recorrido dentro de los conductos que le preceden. En los puntos donde dos o más tuberías se convergen, se debe utilizar el tiempo de concentración más largo encontrado (Veolia, 2019).

En la siguiente imagen notamos que contiene algunas de las fórmulas más utilizadas para calcular el tiempo de flujo superficial.

La mayoría de las ecuaciones asocian este tiempo con la longitud, la pendiente y la rugosidad superficial de la cuenca. La intensidad es un factor en la ecuación de Izzard, lo que significa que es necesaria una solución iterativa (Veolia, 2019).

ECUACIONES PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DEL FLUJO SUPERFICIAL		
Nombre	Ecuación para t_c	Notas
Kerby (1959)	$t_r = 1,440 \left[\frac{M \cdot L}{\sqrt{S}} \right]^{0,467}$	L < 366 m, Valores de N son dados en la Tabla Nº 5.3.8.2.
Agencia Federal de Aviación	$t_r = \frac{5,91 [1,1 - C] L}{\sqrt[3]{100 S}}$	Áreas de aeropuerto C = Coef. de escorrentía
Izzard (1946)	$t_c = \frac{2 \cdot 0,51}{60} \frac{0,00071 + c}{S^{0,5}} L \cdot \left[\frac{i \cdot L}{43200} \right]^{-0,5}$	i < 500 Valores dados en la Tabla Nº 5.3.8.3
Kirpich (1940)	$t_r = 0,0194 \left(\frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} \right)$	Válida para canales bien definidos y pendientes altas 5% al 10%

Imagen 2 Ecuación para la determinación del tiempo del flujo superior

Fuente: EMAAP-QUITO, 2009

Donde:

- $T_c =$ Tiempo de Flujo sup. (min)
- $L =$ Longitud de la cuenca (m)
- $S =$ pendiente de la cuenca (m/m)
- $I =$ Intensidad de lluvia (mm/hs)

TABLA Nº 5.3.8.3 VALORES DE C PARA LA FÓRMULA DE IZZARD	
Superficie	Valor
Superficie continua asfáltica	0,007
Pavimento de hormigón	0,012
Pavimento de bitumen y grava	0,017

Imagen 3 Valor de C para la fórmula de IZZARD

Fuente: EMAAP-QUITO, 2007

TABLA N° 5.3.8.2 VALORES DE N PARA LA FÓRMULA DE KERBY	
Tipo de superficie	N
Superficie impermeable continua	0,02
Suelo compacto continuo	0,10
Pasto pobre, camino cultivado o superficie moderadamente rugosa	0,20
Pasturas o pasto medio	0,40
Bosque de coníferas, tierra cubierta de hojas con pastos densos	0,80

Imagen 4 Valores de N para la fórmula de KERBY

Fuente: EMAAP-QUITO, 2007

2.6. DURACIÓN DE LA LLUVIA

El caudal producido será máximo si la duración de la lluvia es igual al tiempo de concentración del área drenada. El tiempo que tarda el agua en llegar al colector desde el punto más alejado de la cuenca se conoce como tiempo de concentración.

En otras palabras, es el tiempo que tarda desde el comienzo de la lluvia hasta que toda el área contribuye al colector en cuestión (Moreno Vásquez Germania, 2016).

Este tiempo, que varía entre 10 y 20 minutos, depende de las características de la superficie, como la pendiente y el tipo de superficie.

La longitud y la velocidad del colector entre pozos determinarán el tiempo de recorrido del colector (Moreno Vásquez Germania, 2016).

2.7. ÁREA DE DRENAJE

El área geográfica encerrada por los límites de aporte superficial del escurrimiento de la precipitación de un sistema de drenaje pluvial se conoce como "área de drenaje" (Moreno Vásquez Germania, 2016).

Las obras humanas, como caminos, calles, alcantarillas, bordos, vías ferroviarias y las mismas obras de drenaje suelen alterar los límites de un área o cuenca de drenaje (AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL AGUA, 2019).

El conjunto de tuberías y cada tramo de tubería para diseñar deben determinar la extensión y el tipo de área tributaria. El área de aportes debe incluir el área propia del tramo en cuestión, con una aproximación de 0.1 ha (Moreno Vásquez Germania, 2016).

2.8. HIDROGRAMAS DE DISEÑO. CAUDALES Y VOLÚMENES DE DISEÑO

El "hidrograma de diseño" corresponde al período de retorno T_r elegido para dimensionar la estructura. El "caudal de diseño" y el "volumen de diseño" se determinan utilizando el hidrograma de diseño. A medida que aumenta la relevancia de la estructura y el área en la que se prestará servicio, aumentará el tráfico.

El caudal de diseño, que se basa en un período de retorno de T_r años, define el "grado de protección" otorgado a la población y los bienes de la zona de influencia de la obra diseñada. De esta manera, es posible obtener acceso a componentes que forman parte del mismo sistema y que han sido diseñados para repetirse durante diferentes tiempos.

2.9. COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

Depende de una variedad de factores, como el tipo de precipitación (lluvia, nieve, granizo), la cantidad, la intensidad y la distribución en el tiempo, la humedad inicial del suelo, el tipo de terreno (granulometría, textura, estructura, materia orgánica, grado de compactación, pendiente, micro relieve, rugosidad), la cobertura vegetal existente y la intercepción que provoque. También depende del lapso de tiempo que consideramos (minutos, horas, días, meses, un año), etc. (Ramón et al., 2017).

2.10. TIPOS DE ESCORRENTÍA

2.10.1. ESCORRENTIA SUPERFICIAL

Es el más rápido porque la gravedad lo impide penetrar en la superficie terrestre. Además, la escorrentía superficial o directa suelen dirigirse hacia el océano. Dado que el flujo transporta escombros, productos químicos y otros contaminantes que pueden dañar la calidad del agua y el medio ambiente, la actividad humana afecta con frecuencia este tipo de escorrentía. (Subterránea, 2015)

2.10.2. ESCORRENTÍA SUBSUPERFICIAL

Esto se debe a que algunos sedimentos se infiltran en el suelo y circulan en capas de subsuelo poco profundas y cortas. Una vez que se encuentra un canal de flujo, en lugar de pasar a la clandestinidad, se convierte en escorrentía superficial poco después de la lluvia. (Subterránea, 2015)

2.10.3. ESCORRENTÍA SUBTERRÁNEA

El agua se filtra antes de llegar a la capa freática. La humedad del suelo, la intensidad de las precipitaciones y las características geológicas son algunos de los factores que influyen en la formación de escorrentías. (Subterránea, 2015)

2.11. INTENSIDAD DE LA LLUVIA

La intensidad de lluvia (I) es la tasa de lluvia promedio en milímetros por hora para una cuenca o subcuenca de drenaje específica. La duración de la lluvia de diseño y el periodo de retorno determinan la intensidad. La duración del diseño es igual al tiempo de concentración del área de drenaje en consideración. El hidrólogo elige el periodo de

retorno como parámetro de diseño o lo establece utilizando estándares de diseño (EMAAP-QUITO, 2009).

Se supone que cuando toda la cuenca contribuye al flujo en su salida, la esorrentía alcanza su punto máximo en el tiempo de concentración (t_c). El tiempo que toma una gota de agua para fluir desde el punto más lejano de la cuenca hasta el punto de interés se conoce como tiempo de concentración (EMAAP-QUITO, 2009).

2.12. SISTEMA DE RECORRIDO

El tiempo de recorrido es el tiempo que toma la cuenca para pagar todo su gasto para llevarlo a un punto de descarga. Este valor es crucial para el método racional para un diseño adecuado. La duración del diseño será igual al tiempo de concentración y para el máximo escurrimiento, intervienen los tiempos de concentración de toda la cuenca para el flujo de salida. Este valor se puede calcular utilizando la siguiente ecuación (Veolia, 2019).

2.12.1. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN INICIAL (t_e)

Corresponde al tiempo que lleva la esorrentía desde el punto más alejado para llegar a la primera estructura del sistema de drenaje. El tipo de suelo, la topografía, el tipo de área urbana y otros factores determinan la extensión del área tributaria. (Josué et al., 2024).

2.13. DIÁMETRO MÍNIMO

La sección circular es la más común para los colectores en las redes de recolección y evacuación de aguas lluvias, especialmente en los primeros tramos.

Las redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias no pueden tener más de 250 mm de diámetro nominal (AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL AGUA, 2019).

Sin embargo, en situaciones únicas, especialmente para sistemas con niveles de complejidad bajos y medios, y con la aprobación completa del diseñador, puede reducirse en los tramos iniciales a 200 mm (EMAAP-QUITO, 2009).

2.14. VELOCIDADES

2.14.1. VELOCIDAD MÍNIMA

Considerando el gasto mínimo y el tirante correspondiente a una tubería parcialmente llena, la velocidad mínima permisible es de 0,60 m/seg. Además, debe asegurarse de que el tirante mencionado tenga al menos 5.0 cm para pendientes fuertes y 7.5 cm para pendientes normales (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, 2014).

2.14.2. VELOCIDAD MÁXIMA

La velocidad máxima permitida para prevenir la erosión en las tuberías varía según el tipo de material utilizado, la cantidad y las características de las partículas sólidas arrastradas y suspendidas en el escurrimiento.

Se utiliza el caudal máximo extraordinario para su revisión, considerando el tirante resultante (a sección del tubo lleno o parcialmente lleno) (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, 2014).

Las velocidades máximas permitidas para cada tipo de material de tubería, teniendo en cuenta los efectos potenciales de erosión causados por la arena y otros materiales acarreados por el escurrimiento (Conagua, 2010).

2.15. PENDIENTES

2.15.1. PENDIENTES MÍNIMAS

La inclinación de cada segmento de tubería debe ser idéntica a la del terreno para evitar excavaciones. Sin embargo, para tuberías de 40 cm de diámetro en la red de drenaje, se debe proyectar con una inclinación mínima del 0,5% (punto cinco por mil) en función de las condiciones topográficas y las conexiones realizadas, con el fin de garantizar que el sistema hidráulico que se forme no produzca sedimentos que reduzcan la capacidad del canal (BERMEO CUZCO VERÓNICA & VEGA HERNÁNDEZ ERIANELY, 2024).

2.15.2. PENDIENTES MÁXIMAS

Las pendientes máximas serán aquellas que permitan verificar que no se supere la velocidad máxima permitida en el tramo en estudio y en las condiciones de diseño, tal como se muestra en la Imagen 2. Las pendientes máximas varían según el tipo de material utilizado (EMAAP-QUITO, 2009).

Se recomienda no superar las velocidades máximas permitidas en pendientes altas. La tubería debe anclarse a intervalos regulares, según sea necesario, en caso de que exista la posibilidad de deslizamiento. Se deben construir estructuras especiales para limitar la velocidad y reducir la energía del escurrimiento en caso de que la pendiente del terreno no permita disponer de conducciones pluviales con pendientes que generen velocidades aceptables (EMAAP-QUITO, 2009).

2.16. PROFUNDIDAD

2.16.1. PROFUNDIDAD MÍNIMA

Los sistemas de alcantarillado pluvial deben estar a la profundidad necesaria para permitir que las aguas lluvias drenen por gravedad de su área tributaria (EMAAP-QUITO, 2009).

2.16.2. PROFUNDIDAD MÁXIMA

Los conductos suelen tener una profundidad máxima de 5 m, pero pueden ser más si se cumplen los requisitos geotécnicos de las cimentaciones y estructuras de los materiales durante y después de la instalación (Conagua, 2010).

El diseño de los cruces subterráneos de lagos, ríos y corrientes superficiales debe justificar las dimensiones, los anclajes y las profundidades utilizadas, y debe incluir medios para evitar su destrucción por la socavación de la corriente atravesada (Conagua, 2010).

2.17. SUMIDEROS

Los sumideros son estructuras que facilitan el ingreso de la escorrentía superficial de las aguas lluvias y se ubican en lugares de calzadas como zonas bajas de acumulación, pasos peatonales, curvas cóncavas en las rasantes de las calles y acceso a puentes(EMAAP-QUITO, 2009).

Estas estructuras estarán conectadas directamente a los pozos de revisión más cercanos a través de una tubería de diámetro de 200 mm (EMAAP-QUITO, 2009).

De acuerdo con el proceso de construcción y la capacidad para captar aguas de escorrentía, los sumideros se clasifican en:

2.17.1. SUMIDERO DE VENTANA

Este tipo de sumidero consta de una ventana en la acera que permite el flujo de aguas que se desplazan por cunetas. Presenta el problema de que los escombros o materiales solidos puedan infiltrarse en la red. Como resultado, no se recomiendan estos sumideros (Veolia, 2019).



Imagen 5 Sumideros de Ventana
Fuente: Villareal Piguabe, 2019

2.17.2. SUMIDEROS DE REJILLA

Se distinguen por tener rejillas colocadas paralelas o diagonales al sentido del flujo para reducir las obstrucciones y maximizar el área de captación de aguas lluvias (Veolia, 2019).



Imagen 6 Sumideros de Rejilla
Fuente: Villareal Piguabe, 2019

2.18. POZOS DE REVISIÓN

Los buzones de revisión, también conocidos como pozos de revisión, se construyen para permitir la limpieza y revisión de las tuberías del alcantarillado pluvial para evitar el taponamiento (Josué et al., 2024). Los siguientes parámetros serán aplicados a su diseño:

- En áreas donde dos o más tuberías o colectores se cruzan
- La abertura superior del pozo debe ser de al menos 0,6 m. Para facilitar el descenso al interior del pozo, se utilizará preferiblemente un tronco de cono excéntrico para cambiar el diámetro desde el cuerpo del pozo hasta la superficie.

2.19. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

El coeficiente de rugosidad "n" utilizado en la fórmula de Chezy-Manning varía según la calidad del acabado interior de la tubería, el estado de la tubería y el material en cuestión, por lo que se deberán usar los valores que se muestran. (AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL AGUA, 2019).

2.20. RÉGIMEN DE FLUJO EN LOS COLECTORES

El tipo de topografía de la zona del proyecto determina el flujo de colectores, que generalmente son moderados. Como resultado, los colectores deben verificarse en condiciones de flujo de tipo subcrítico. (EMAAP-QUITO, 2009).

Las condiciones de flujo serán compatibles con una relación calado/diámetro (y/D) de 0.75 (rango de valores extremadamente amplio que normalmente se encuentra en un proyecto) (EMAAP-QUITO, 2009).

Donde:

- Y_c = Calado crítico en un conducto circular (m)
- Q = Caudal (m^3/s)
- D = Diámetro de la tubería para el calado crítico

2.21. RED DE TUBERÍAS Y COLECTORES

Criterios generales de diseño:

- ✓ En su mayoría, las tuberías y colectores seguirán las inclinaciones del suelo natural y formarán las mismas hoyas primarias y secundarias que aquel. Se proyectarán como conductos o canales sin presión y se calcularán tramo por tramo.
- ✓ Los gastos en cada tramo serán proporcionales a la superficie afluyente en su extremo inferior y a la tasa de escurrimiento calculada.
- ✓ El diámetro mínimo que deberá usarse en sistemas de alcantarillado será 0,25 m para alcantarillado pluvial.
- ✓ Las conexiones domiciliarias en alcantarillado tendrán un diámetro mínimo de 0,15 m para sistemas pluviales y una pendiente mínima de 1%
- ✓ Las velocidades máximas admisibles en tuberías o colectores dependen del material de fabricación. (MACIAS CEVALLOS LUIS ALBERTO, 2018).

En cualquier época del año, la velocidad mínima en el alcantarillado pluvial será de 0,9 m/s y el caudal máximo será instantáneo. Los caudales de diseño del alcantarillado pluvial ocurren con poca frecuencia, por lo que las velocidades máximas permitidas pueden ser mayores que las adoptadas para caudales sanitarios continuos.

2.22. INUNDACION

Es un evento natural y recurrente que ocurre en las corrientes de agua cuando las lluvias intensas o continuas superan la capacidad de retención del suelo y los cauces y desbordan e inundan las llanuras de inundación, generalmente los terrenos cercanos a los cursos de agua. Las inundaciones pueden ser súbitas o torrenciales, lentas o de tipo aluvial o encharcadas.

2.23. AGUAS PLUVIALES:

Son aguas de lluvia que descargan mucha agua en el suelo. Una parte de estas aguas se drena mientras que otra escurre por la superficie, arrastrándose arena, tierra, hojas y otros desechos (José & Terán, 2019).

En muchas áreas, no se distingue claramente entre los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, por lo que todo el material recolectado se reúne en el mismo lugar, lo que lleva a que los desechos se junten en un solo lugar. (HIDRAULICA FLUVIAL, 2017).

2.24. ALCANTARILLADO PLUVIAL URBANO:

Un sistema de alcantarillado urbano debe estar enfocado en el logro de objetivos específicos. Hay dos metas: una básica y otra complementaria.

Es fundamental reducir al máximo los daños que las aguas de lluvia pueden causar a la población y las estructuras urbanas. Sin embargo, lo complementario es garantizar lo normal. (ANEXO 2 NORMAS_ALCANTARILLADO_EMAAP, 2009)

2.24.1. SIFONES INVERTIDOS

Para el alcantarillado pluvial, los sifones invertidos deben tener un diámetro mínimo de 300 mm para evitar obstrucciones. Para aguas lluvias, la velocidad del sifón invertido debe ser superior a 1,25 m/s. (SIFONES, 2014)

2.24.2. ALCANTARILLAS CURVAS

Se permitirá el uso de alcantarillas que sigan la curvatura de la calle en ciudades en las que se disponga de equipos adecuados de limpieza de tuberías. De esta manera, se abarata el sistema al reducir el número de pozos de revisión necesarios. La curva se crea aplicando el ángulo de deflexión recomendado por el fabricante de las tuberías para garantizar la estanqueidad total del sistema. (INEN 1992, p. 194)

2.24.3. CUENCAS HIDROLÓGICAS

Una corriente forma la cuenca de drenaje, donde se unen todas las aguas lluvias para formar un solo curso de agua. Cada curso tiene su propia cuenca.

La base del estudio de la hidrología es una cuenca hidrológica. Es un área de la superficie terrestre en la que las corrientes suelen drenar las gotas de lluvia hacia el mismo punto de salida si es impermeable. (Características Hidráulicas, 2015). Es también conocido como la totalidad del área drenada por una corriente o sistema de cauces interconectados que descarga todo el escurrimiento originado en tal área a través de una sola salida.

2.25. SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL:

2.25.1. ALCANTARILLADO PLUVIAL PARTICULAR.

Este tipo de alcantarillado se define como una red de instalaciones pluviales que se producen en un predio, finca o edificio que capta y conduce los escurrimientos pluviales hacia un sistema de infiltración, retención y/o detención, así como de algún canal o tubería dentro de los límites de la propiedad, según las condiciones particulares del proyecto (MACIAS CEVALLOS LUIS ALBERTO, 2018).

2.25.2. ALCANTARILLADO PLUVIAL GENERAL PARTICULAR.

La red de alcantarillado capta y conduce los escurrimientos de las aguas pluviales en las áreas comunes de los edificios, centros comerciales, industriales, deportivos, de servicios, fraccionamientos privados, etc., hasta disponerlos en un sistema de infiltración, retención y/o detención, además de algún conducto como canal o tubería dentro de los límites de la propiedad y según las condiciones del proyecto (MACIAS CEVALLOS LUIS ALBERTO, 2018).

2.25.3. ALCANTARILLADO PLUVIAL MUNICIPAL

Es el sistema o red que recolecta y conduce las aguas pluviales que escurren principalmente sobre las ciudades y la zona metropolitana, colocándolas en estructuras de infiltración, filtración, retención, detención y/o transportándolas mediante canales o tuberías hasta descargarlas en cuerpos de agua naturales existentes. (MACIAS CEVALLOS LUIS ALBERTO, 2018)

2.26. COMPONENTES DE UNA RED DE ALCANTARILLADO MUNICIPAL

2.26.1. SUMIDEROS

Conocidos como rejillas pluviales o bocas de tormenta, son estructuras instaladas en las calles y áreas pavimentadas para recolectar el agua de lluvia.

- **Función:** Capturan el agua de superficie y la dirigen hacia las tuberías subterráneas.
- **Tipos:** Sumideros en rejilla, sumideros de borde de acera, y sumideros de tragante (Moreno Vásquez Germania, 2016).

2.26.2. TUBERÍAS DE RECOLECCIÓN

Tuberías subterráneas que transportan el agua de lluvia desde los sumideros hasta otros componentes del sistema.

- **Materiales:** PVC, concreto, acero galvanizado, entre otros.
- **Función:** Canalizar el agua recolectada hacia las tuberías principales o colectores (Moreno Vásquez Germania, 2016).

2.26.3. POZOS DE INSPECCIÓN

Estructuras verticales que permiten el acceso a las tuberías subterráneas para su inspección, mantenimiento y limpieza.

- **Función:** Facilitar el acceso para la limpieza de sedimentos, reparación de tuberías y monitoreo del flujo.
- **Ubicación:** Generalmente ubicados en intersecciones de tuberías y en puntos críticos de la red (Moreno Vásquez Germania, 2016).

2.26.4. COLECTORES PRINCIPALES

Tuberías de mayor diámetro que reciben el agua de las tuberías de recolección y la transportan a puntos de descarga o tratamiento.

- **Función:** Transportar grandes volúmenes de agua pluvial de manera eficiente.
- **Materiales:** Generalmente concreto armado o materiales plásticos de alta resistencia (Moreno Vásquez Germania, 2016).

2.26.5. ESTANQUES DE RETENCIÓN Y DETENCIÓN

Estructuras diseñadas para almacenar temporalmente el agua de lluvia y liberarla lentamente.

- **Función:** Reducir el caudal pico de escorrentía, prevenir inundaciones y permitir la sedimentación de partículas.
- **Tipos:** Estanques de retención (almacenan agua permanentemente) y estanques de detención (almacenan agua temporalmente) (Moreno Vásquez Germania, 2016).

2.26.6. CÁMARAS DE DESVIACIÓN

Estructuras que permiten redirigir el flujo de agua a diferentes rutas dentro del sistema de alcantarillado.

- **Función:** Controlar el flujo y desviar el agua hacia zonas de almacenamiento o tratamiento.
- **Ubicación:** En puntos estratégicos de la red para optimizar el control del flujo (Moreno Vásquez Germania, 2016).

2.26.7. SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Instalaciones diseñadas para tratar el agua de lluvia antes de su descarga final.

- **Función:** Remover contaminantes y mejorar la calidad del agua.
- **Tipos:** Filtros de arena, separadores de hidrocarburos, y sistemas de bio-retención
(Moreno Vásquez Germania, 2016).

2.26.8. ESTRUCTURAS DE DESCARGA

Puntos donde el agua tratada es liberada a cuerpos de agua naturales, como ríos, lagos o el mar.

- **Función:** Garantizar una descarga segura y controlada del agua de lluvia.
- **Tipos:** Vertederos, canales de descarga y estructuras de disipación de energía
(Moreno Vásquez Germania, 2016).

2.26.9. SISTEMAS DE INFILTRACIÓN

Estructuras que permiten que el agua de lluvia se infiltre en el suelo.

- **Función:** Recargar acuíferos y reducir la cantidad de agua que debe ser transportada por la red de alcantarillado.
- **Tipos:** Zanjas de infiltración, pozos de infiltración, y pavimentos permeables
(Moreno Vásquez Germania, 2016).

2.26.10. MEDIDORES Y SENSORES

Dispositivos que monitorean el flujo y la calidad del agua dentro del sistema de alcantarillado.

- **Función:** Proveer datos en tiempo real para la gestión eficiente del sistema.
- **Tipos:** Medidores de caudal, sensores de nivel, y sistemas de monitoreo de calidad del agua (Moreno Vásquez Germania, 2016).

2.27. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI)

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador estableció la necesidad y el derecho básico de proporcionar información importante sobre el tiempo, el clima y los recursos hídricos pasados, presentes y futuros que el país necesita comprender. proteger el conocimiento material de la riqueza y la vida humana.

Es una organización que tiene representación tanto a nivel nacional como internacional, y está incluida en la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la Organización Intergubernamental de las Naciones Unidas para Meteorología Especializada (Tiempo y Clima), Hidrología Comercial y Ciencias Afines.

Es un organismo técnico adscrito al Ministerio de Ambiente y Recursos Hídricos a nivel nacional y cuenta con personal técnico profesional en el campo de la meteorología e hidrología para contribuir al desarrollo económico y social del país.

El INAMHI es una unidad técnico-científica encargada de generar información y conocimiento hidrometeoro lógico, monitorear su estado utilizando nuevas tecnologías automatizadas y de procesamiento de datos, aseguramiento de la calidad y difusión utilizando como insumos pronósticos, avisos, estudios y publicaciones científicas. La política de desarrollo del país, que tiene un impacto directo en la población.

2.27.1. ESTACIONES METEREOLÓGICA Y PLUVIOMÉTRICAS

Las estaciones meteorológicas miden varios factores, incluida la precipitación, la temperatura, la humedad relativa, la evaporación, la radiación, la presión, la dirección y la velocidad del viento, entre otros. Se dividen en cinco categorías según la cantidad de parámetros medidos: Tipo A, Tipo B, Rainimetría (PG), Pluviometría (PV) y Telemetría (TM). Los de tipo A y B son los más completos de ellos.

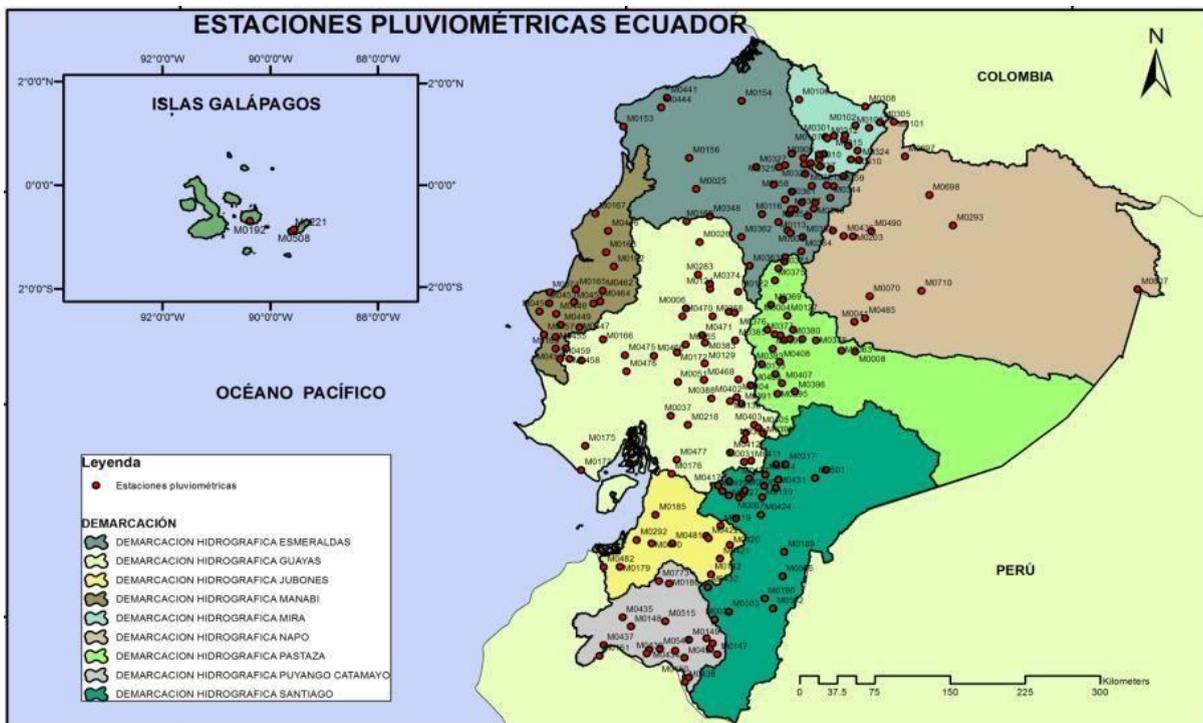


Imagen 7 Estaciones Pluviométricas Ecuador

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) – Actualización del Estudio de Lluvias Intensas Quito – Ecuador Versión 2019

En la **Imagen 7** se pueden observar las diversas estaciones pluviométricas ubicadas en el Ecuador, sin embargo para poder realizar los cálculos respectivos se necesita la estación más cercana al área en donde se realizara el estudio de red de alcantarillado pluvial.

Para ello se determinó la estación M175 Marespi – El Progreso, cual está ubicada en la Cuenca Zapotal, a 6 metros sobre el nivel del mar en la Provincia Guayas y posee

una climatología ordinaria, sin embargo esta estación solo tiene datos recolectados desde el año 1982 hasta el año 2009.

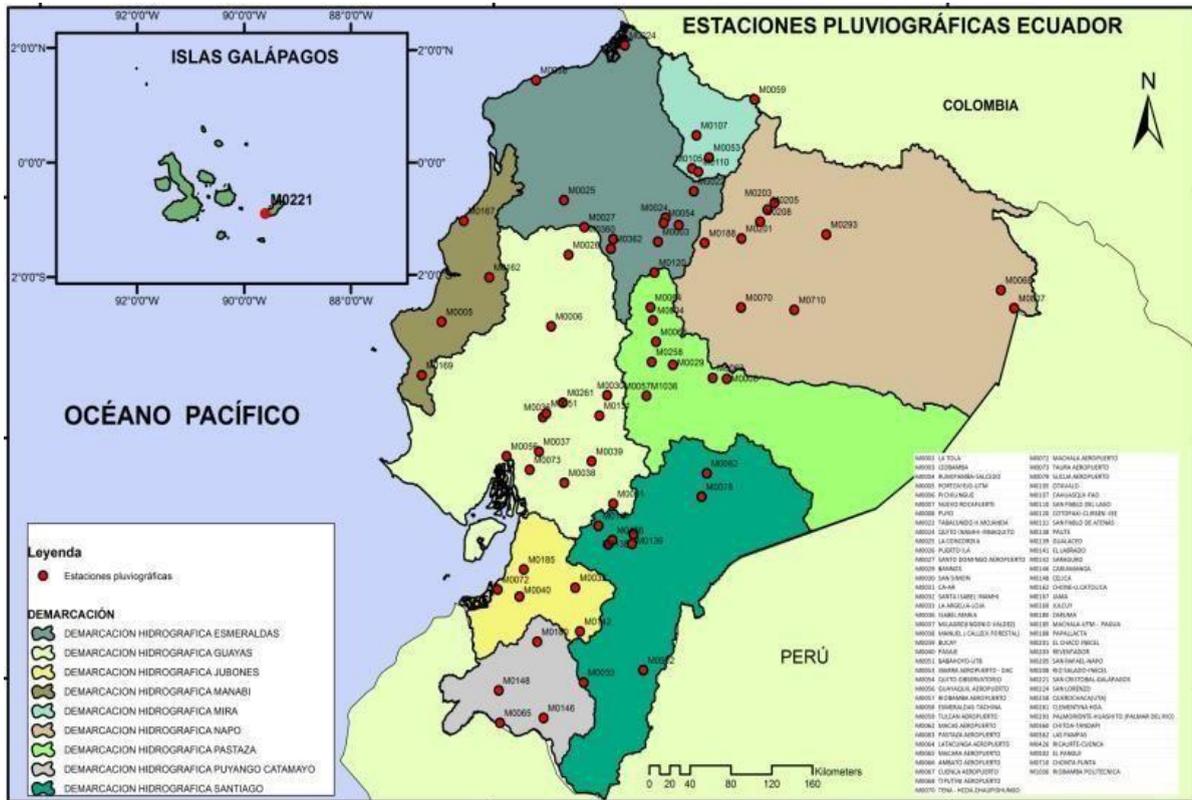


Imagen 8 Estaciones Pluviográficas Ecuador
Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) – Actualización del Estudio de Lluvias Intensas Quito – Ecuador Versión 2019

En la **Imagen 8** se muestran las estaciones Pluviográficas en la cual se encuentra la estación MA2V Guayaquil – Radio Sonda de climatología ordinaria ubicado en la Cuenca Zapotal, gestionada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) la cual posee datos desde Enero de 1992 hasta Diciembre de 2017.

Y la estación M056, Guayaquil Aeropuerto de climatología principal ubicada en la Cuenca Zapotal, y gestionada por la Dirección de Aviación Civil (DAC), posee datos registrados desde Enero 2014 hasta Diciembre de 2019.

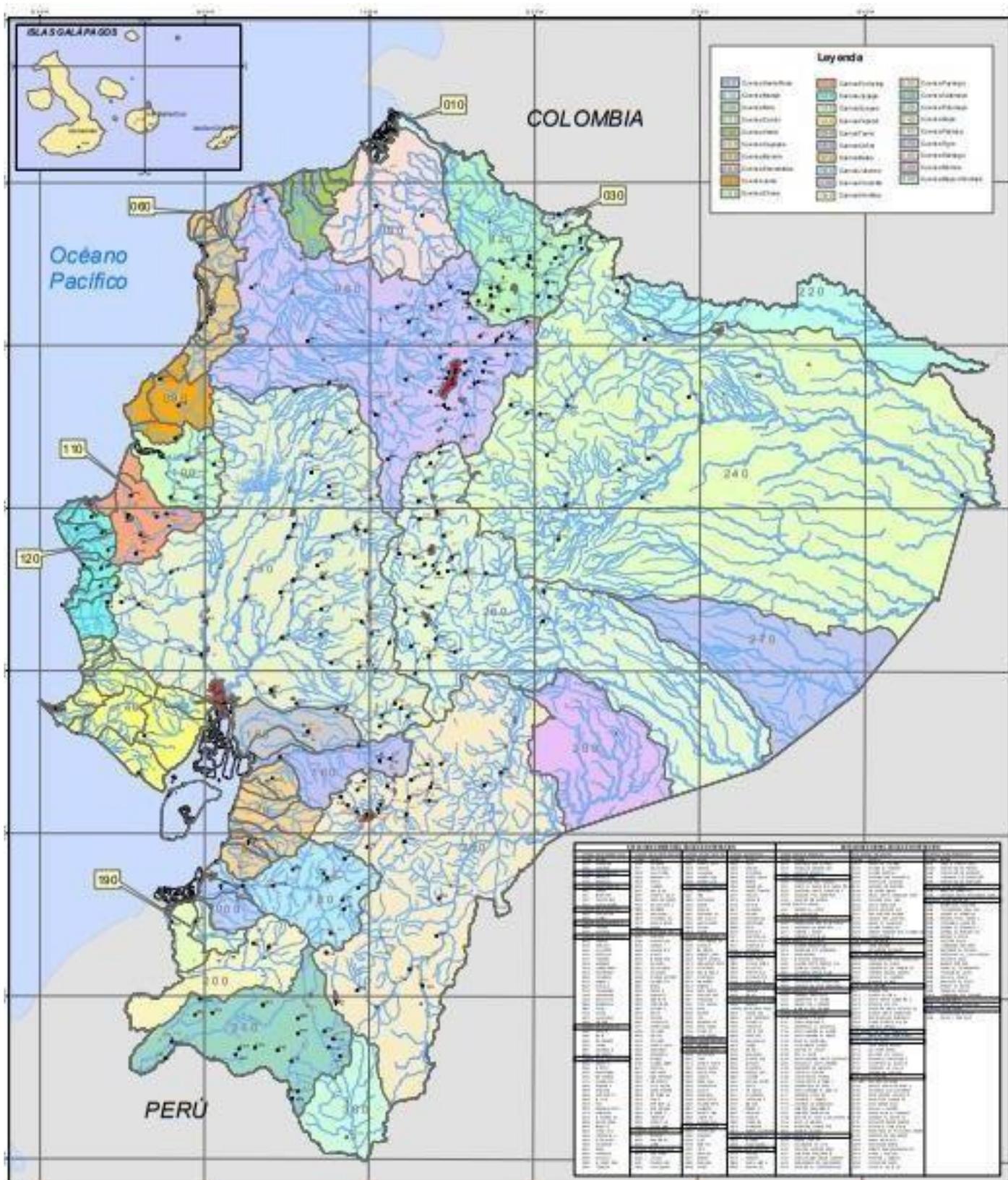


Imagen 9 Mapa de Ubicación de la Red Actual de Estaciones Hidrometeorológicas por Cuencas Hidrográficas del Ecuador

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

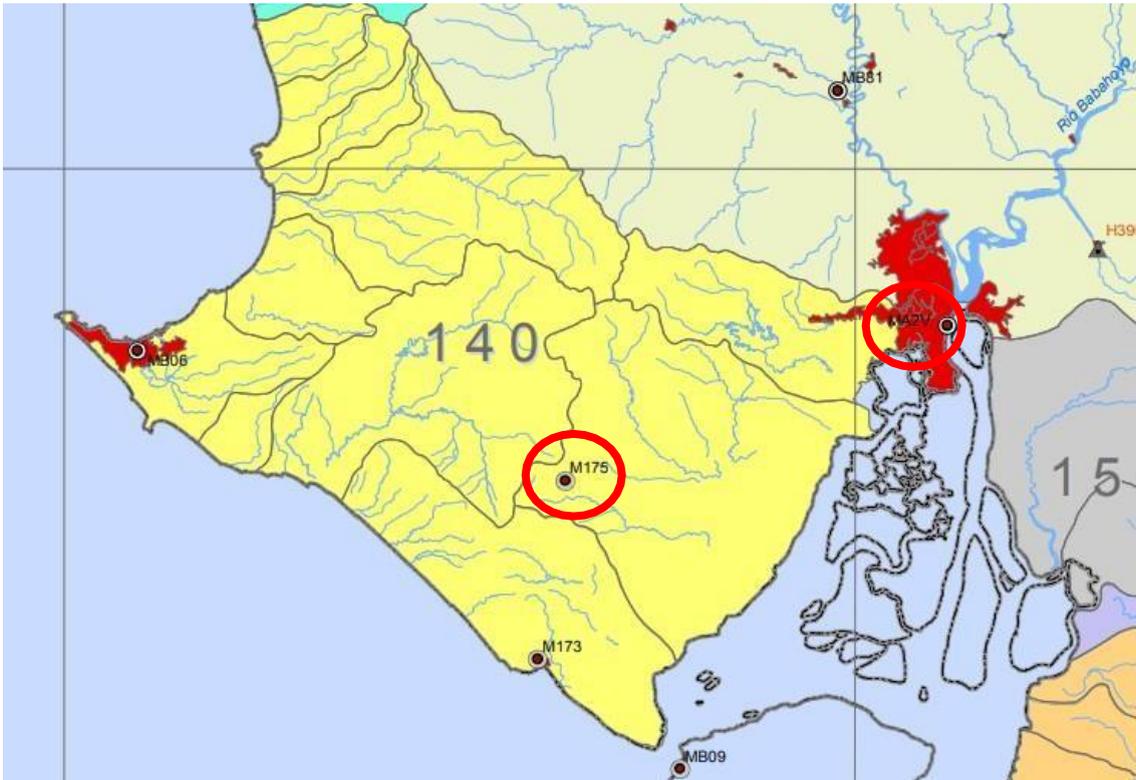


Imagen 10 Estaciones cercanas al Recinto Sabana Grande
Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

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-Chinchi
100	Cuenca Chone	190	Cuenca Arenillas		

Imagen 11 Cuencas de cada Estación Pluviométrica
Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

2.28. MARCO LEGAL

2.28.1. NORMAS INTERNACIONALES (ISO)

2.28.1.1. ISO 24511:2007 - ACTIVITIES RELATING TO DRINKING WATER AND WASTEWATER SERVICES - GUIDELINES FOR THE MANAGEMENT OF WASTEWATER UTILITIES AND FOR THE ASSESSMENT OF WASTEWATER SERVICES

Esta norma internacional proporciona directrices para la gestión de servicios de aguas residuales, incluyendo los sistemas de alcantarillado pluvial.

- ✓ **Gestión Operativa:** Ofrece directrices para la gestión eficiente y efectiva de los sistemas de alcantarillado, incluyendo la planificación, operación, y mantenimiento.
- ✓ **Evaluación del Desempeño:** Proporciona métodos para evaluar el desempeño del sistema de alcantarillado, asegurando que cumple con los estándares de calidad y funcionalidad.
- ✓ **Sostenibilidad:** Promueve prácticas sostenibles en la gestión de aguas residuales, incluyendo la minimización del impacto ambiental y la maximización del uso eficiente de los recursos.
- ✓ **Seguridad y Salud:** Establece medidas para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores y la comunidad, minimizando los riesgos asociados con la operación y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado.
- ✓ **Comunicación y Participación Pública:** Fomenta la transparencia y la participación de la comunidad en la gestión de los servicios de alcantarillado, asegurando que las decisiones sean informadas y aceptadas por la comunidad afectada.

La norma ISO 24511:2007 es fundamental para asegurar que los sistemas de alcantarillado pluvial no solo cumplan con los requisitos técnicos, sino que también sean gestionados de manera sostenible y responsable, con un enfoque en la mejora continua y la protección del medio ambiente.

2.28.2. NORMA NACIONALES

2.28.2.1. NORMA INEN 5 1613-06:2006 - SISTEMA DE ALCANTARILLADO. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

- ✓ **Diseño Hidráulico:** Define los criterios de diseño para las tuberías y otros componentes del sistema, basándose en la cantidad de precipitación, la topografía del área, y las características del suelo.
- ✓ **Materiales:** Especifica los materiales permitidos para las tuberías y otros componentes, garantizando la durabilidad y resistencia necesarios para soportar las condiciones locales.
- ✓ **Instalación:** Proporciona directrices para la correcta instalación de los componentes del sistema, incluyendo la excavación de zanjas, la colocación de tuberías, y la construcción de pozos de inspección y sumideros.
- ✓ **Mantenimiento:** Incluye recomendaciones para el mantenimiento periódico del sistema para asegurar su funcionalidad y prolongar su vida útil.

Esta norma es crucial para garantizar que los sistemas de alcantarillado pluvial sean seguros, eficientes y sostenibles, cumpliendo con los estándares nacionales de calidad y seguridad.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

3.1.1. PERÍODO DE RETORNO

$$p = \frac{1}{Tr}$$

Donde:

- $P = Probabilidad$
- $Tr = Periodo de Retorno$

Por lo tanto, período de retorno Tr donde se ha superado a lo sumo una vez en N años, donde N normalmente es la vida útil o económica del proyecto.

$$A = 1 - (1 - p)^N = 1 - \left(1 - \frac{1}{Tr}\right)^N$$

Donde:

- $P = Probabilidad$
- $Tr = Periodo de Retorno$
- $N = Número de Años$

3.1.2. MÉTODO DE CÁLCULO LLUVIA - CAUDALES:

3.1.2.1. MÉTODO RACIONAL

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

Donde:

- Q = Caudal de aguas lluvias (m^3 / s)
- C = Coeficiente de escurrimiento e impermeabilidad
- I = Intensidad de lluvia
- A = Área de drenaje o aportación (NTE INEN 1108, 2014)

3.1.3. FRECUENCIA DE LLUVIA

Tabla 1 Frecuencia del diseño en función del tipo de la zona

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA	FECUENCIA (AÑOS)
Zona Residencial	3-10
Zona Comercial e industrial	10-50
Colectores principales	10-100

Fuente: Méndez Flores, 2011

Tabla 2 Frecuencia de diseño para canales de agua lluvia

FRECUENCIAS DE DISEÑO PARA LOS CANALES DE AGUAS LLUVIAS	
Canales que drenen áreas menores a 1000 Ha	
Sección revestida en concreto	10 años
Capacidad Total	25 años
Canales que drenen áreas mayores a 1000 Ha	
Sección revestida en concreto	10 años
Capacidad Total	25 años
Borde Libre	100 años

Fuente: Méndez Flores, 2011

3.1.4. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de flujo sobre la superficie, el tiempo de flujo por los canales secundarios y el tiempo de flujo por el cauce principal hasta el punto de control se pueden sumar para calcular el tiempo total de viaje.

$$tc = ti + tf$$

Donde:

- Tc = Tiempo de concentración
- Ti = Tiempo inicial o de entrada al sistema de alcantarillado
- Tf = Tiempo de flujo a lo largo de los conductos del sistema de alcantarillado

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

Donde:

- Tf = Tiempo de viaje en el conducto (min)
- L = Longitud (m)
- V = Velocidad media en la sección de escurrimiento (m/seg) = Q/A

3.1.5. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

El coeficiente de escorrentía puede tomar valores comprendidos entre cero y uno.

$$0 \leq C \leq 1$$

La intensidad de la lluvia es esencial para el proceso de producción de escorrentía superficial. No es así para el granizo y la nieve, ya que la velocidad de fusión controla los fenómenos. (Ramón et al., 2017).

Tabla 3 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

(NTE INEN 1108, 2014)

Existen los valores de C basándose en una zonificación en cada poblado, a continuación, se muestran 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

(NTE INEN 1108, 2014)

3.1.6. VELOCIDADES

3.1.6.1. VELOCIDAD MÁXIMA

Tabla 5 Velocidad Máxima en tuberías

MATERIAL DE LA TUBERÍA	VELOCIDAD MÁXIMA (m/seg)
Tubería de hormigón simple hasta 60 cm de diámetro	4.5
Tubería de hormigón armado de 60 cm de diámetro o mayores	6.0
Hormigon armado en obra para grandes conducciones 210/240 kg/cm ²	6.0 – 6.5
Hormigon armado en obra 280/350 kg/cm ² . Grandes conducciones	7.0 - 7.5
PEAD, PVC, PRFV	7.5
Acero	9.0 o mayor
Hierro dúctil o fundido	9.0 o mayor

Fuente: EMAAP-QUITO

3.1.7. PROFUNDIDAD

3.1.7.1. PROFUNDIDAD MÍNIMA

Tabla 6 Profundidad de Alcantarillado

ZONA	PROFUNDIDAD (m)
Peatonal o verde	1.50
Vehicular	1.50

Fuente: EMAAP-QUITO

3.1.8. PROFUNDIDAD

Tabla 7 Diámetro para Pozos de Revisión

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (mm)	DIÁMETRO DEL POZO (m)
Menor o igual a 550	0.9
Mayor a 550	Diseño Especial

Fuente: Norma IEOS, Sistemas de Alcantarillado, Octava Parte

Según el numeral 5.2.3.10 de las normas del EX – IEOS, 1992, para que se cumplan las condiciones del pozo de salto, la cota entre la tubería entrante y la tubería saliente debe ser superior a 0,60 m (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, 2014).

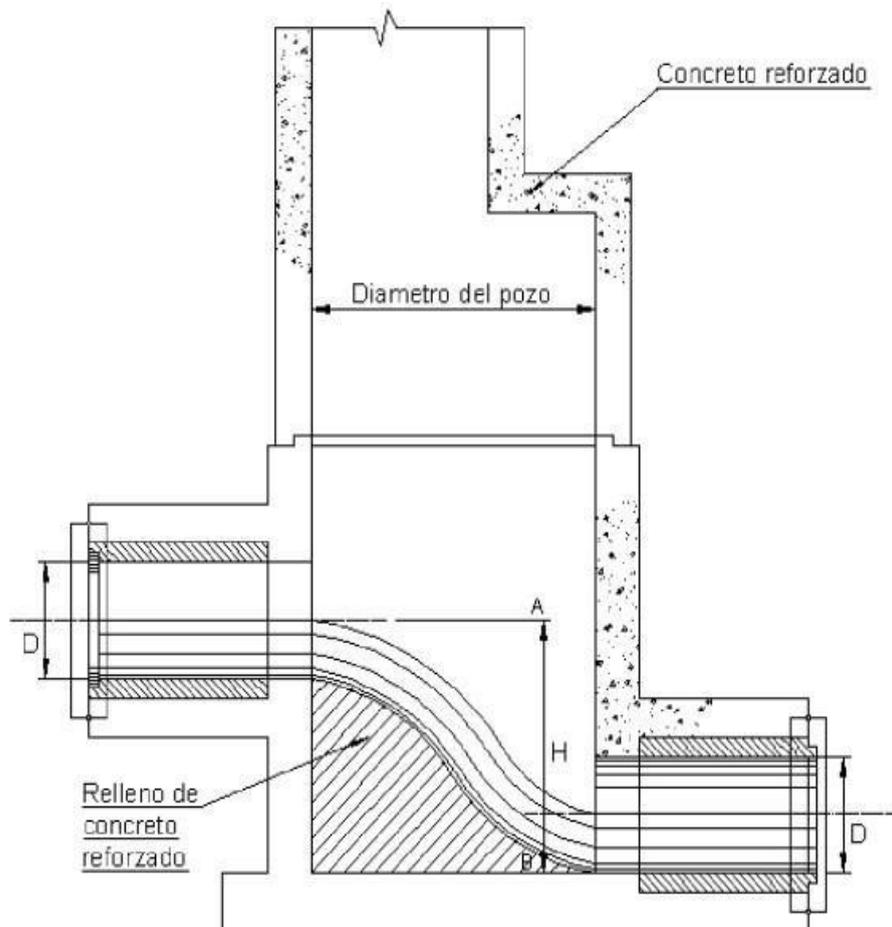


Imagen 12 Pozo de Caída Tipo 1

Fuente: EMAAP-Quito

3.1.9. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

Tabla 8 Coeficiente de Rugosidad

MATERIAL DE REVESTIMIENTO	COEFICIENTE “n”
Tubería de PVC/PEAD/PRFV	0.011
Tubería de hormigón (con buen acabado)	0.013
Hormigon armado con acabado regular	0.014
Mampostería de piedra junta con mortero de cemento	0.020
Mampostería de piedra partida acomodada (sin juntas)	0.032
Ladrillo juntas con mortero de cemento	0.015
Tierra (trazo recto y uniforme) sin vegetación	0.025

Fuente: EMAAP-Quito

3.1.10. DURACIÓN DE LA LLUVIA

Existen diversas ecuaciones empíricas para la determinación del tiempo de concentración.

Una de ellas es la indicada por:

$$T_{cmin} = 0.1637 * A + 8.68$$

Donde:

- T_{cmin} = Tiempo de concentración mínimo de la cuenca (minutos)
- A = Área de drenaje de la cuenca en hectáreas.

La ecuación anterior muestra que el tiempo mínimo para un área de drenaje muy pequeña será de alrededor de nueve minutos.

Se puede calcular el tiempo de recorrido en depresiones y zanjas si no se encuentran en la montaña utilizando la ecuación de Manning:

$$T_d = \frac{Ln}{60 * R^{3/2} * S^{1/2}}$$

Donde:

- T_d = Tiempo de recorrido en minutos
- L = Longitud de recorrido en metros
- N = Coeficiente de rugosidad de Manning
- R = Radio hidráulico de la selección del conducto natural (m)
- S = Pendiente de la línea de energía

3.1.11. RED DE TUBERÍAS Y COLECTORES

Tabla 9 Especificaciones para cálculo

MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMA m/s	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
Hormigón simple:	4	0,013
Con uniones de mortero.	3,5– 4	0,013
Con uniones de neopreno para nivel freático alto	4,5 – 5	0,011
Asbesto cemento Plástico	4,5	0,011

(Empresa Metropolitana de Alcantarillado para EMAAP-Q, 2008)

3.1.12. TIEMPO DE TRASLADO EN LOS COLECTORES

Para el cálculo de la capacidad hidráulica, se utiliza la fórmula de Manning.

$$Q = \frac{A^{5/3} * \sqrt{i}}{n * p^3}$$

Donde:

- Q = Caudal conducido por el colector (m³/s)
- A = Área de la sección transversal mojada m²
- I = Pendiente geométrica del colector (m/m)
- N = Coeficiente de rugosidad
- P = Perímetro mojado (m)

Las tuberías se diseñarán para que tenga una capacidad máxima del 75 % en condiciones de flujo a gravedad, cuya expresión es (Veolia, 2019):

$$V = \frac{J^{1/2} * R^{0.667}}{n}$$

Donde:

- V = Velocidad
- J = Pendiente del canal
- R = Radio Hidráulico
- N = Coeficiente de rugosidad

$$Q = A * V$$

Donde:

- Q = Caudal en m³/s
- A = Área de la tubería en m²
- V = Velocidad en m/s

3.1.13. DISEÑO DEL POZO

Tabla 10 Parámetros para diseño de Pozos

Generales:	<p>El diseño contempla una altura de cámara hasta 2500 mm, para alturas mayores se deberá realizar un diseño particular.</p> <ul style="list-style-type: none">• Las medidas están dadas en milímetros a menos que se indique de otra manera.• Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo.• Se dejará una ranura en dirección del gancho de izaje.• El contratista deberá prever todos los detalles (geometría, anclajes, etc.) relacionados a la fijación de la tapa de H.D. al hormigón.
Hormigón:	<p>El hormigón deberá tener una resistencia a la compresión a los 28 días de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para muros y losa de cimentación. Cuando la losa superior se encuentre ubicada en calzada vial, usar el $f'c= 350\text{ Kg/cm}^2$ (4.50 Mpa para la flexión).</p>
Acero:	<ul style="list-style-type: none">• El acero de refuerzo para la cámara será de $f_y= 4200\text{ kg/cm}^2$ acero soldable Norma INEN: 2167.• El recubrimiento del acero de refuerzo será: o Losa de cimentación y muros 50 mm o Losa desmontable 25 mm• El diámetro de doblado en la cara interior de las varillas longitudinales será 6 veces su diámetro y para estribos será de 4 veces.
Varios:	<p>La losa superior desmontable deberá ser removida con equipos mecánicos.</p> <ul style="list-style-type: none">• En las juntas de construcción, dos etapas de hormigonado y en tuberías que atraviesan el hormigón

	<p>se deberá usar un sello expandible contra el paso del agua</p> <ul style="list-style-type: none">• En la unión de hormigón endurecido y fresco usar adhesivo epóxido.• Usar en el hormigón fresco, como inclusión, un aditivo inhibidor de corrosión • La fuerza de ensayo de la tapa de hierro es de 400 KN según la norma EN 124:1994 • Ver norma técnica de Producto NTP-IA-003. Ver rotulación de tapa ESQ. 555.• Para definir condiciones de estabilidad y cimentación de las cámaras, es necesario analizar la información del estudio de suelo a profundidad de 10 m. a 15 m. realizado para el diseño de las tuberías, donde se incluye los siguientes ensayos: contenido de agua, límites de atterberg, granulometría por tamiz # 4 y 200, compresión simple en suelos inalterados o SPT en suelos granulares, consolidación, además se determinará presencia de nivel freático y capacidad portante del suelo, también las recomendaciones para definir el tipo de cimentación superficial o profunda, el tipo de protección a implementar en la estabilidad de la excavación, materiales del sitio e importados a usar en los rellenos.• De existir suelo duro o roca bajo la losa de cimentación de la cámara, no se colocará el relleno de cimentación superficial.• Para el caso de suelo blando de alta plasticidad bajo la losa de cimentación de la cámara, que sea propenso a inestabilidad por asentamiento, se diseñará elementos de cimentación profunda (pilotes).• El material de mejoramiento importado será de un IP
--	---

(Ing. Ricardo Alfredo López Cualla, 2014)

3.2. BASE DE DISEÑO

3.2.1. INVESTIGACION DE CAMPO

Al llevar a cabo el reconocimiento del Recinto Sabana Grande, se demostró que sus calles están en deterioro debido a la falta de un sistema de alcantarillado pluvial, lo que provoca estancamientos de agua lluvia en épocas de invierno y obliga a los residentes a moverse.

3.2.2. TIPO DE ESTUDIO.

La investigación se enfoca en el diseño de un sistema de alcantarillado pluvial basado en una serie de procesos, y un resultado óptimo se logrará con un desarrollo adecuado. El objetivo de esta investigación es realizar una evaluación de la falta de alcantarillado pluvial utilizando la información recopilada en el campo, como en las oficinas, para analizar y comparar la información recopilada. Esto ayudará a lograr un diseño eficiente del sistema de alcantarillado pluvial y ver que se ha establecido un diseño de investigación será descriptivo. (MACIAS CEVALLOS LUIS ALBERTO, 2018).

3.2.3. TOPOGRAFIA.

La topografía es la ciencia que mide las distancias, direcciones y elevaciones de la superficie de la tierra para determinar sus dimensiones y contornos. Para construir edificios, presas, caminos y otras estructuras, se requieren líneas y niveles, así como el cálculo de áreas, volúmenes y otras cuantificaciones, así como la creación de los diagramas y planos necesarios. (NTE INEN 1108 - AGUA POTABLE. REQUISITOS, 2014)

CAPÍTULO IV

4.1. CÁLCULO DE RESULTADOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

4.1.1. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Se determinó el coeficiente de escorrentía mediante los tipos de terrenos, tomando en cuenta el recinto en su totalidad posee una superficie con tierra compactada a excepción de la calle principal el cual tiene pavimento de asfáltico y se encuentra en buenas condiciones, se observa que por medio de la **Tabla 3** se obtienen los valores de coeficientes para cada tipo de superficie.

Tabla 11 Coeficiente de Escurrimiento del Recinto Sabana Grande

SUPERFICIE	C	ÁREA (m ²)	C*A
Superficies Afirmadas – Tierra compactada (A1)	0,60	122772,21	73663,33
Superficies Afirmadas – Tierra compactada (A2)	0,60	127514,43	76508,66
Pavimento Asfáltico	0,85	3511,34	2984,64
	Σ	253797,98	153156,63

Fuente: Autores

$$C = \frac{\Sigma (C * A)}{\Sigma A}$$

$$C = \frac{153156,63}{253797,98} = \mathbf{0.60}$$

El coeficiente de escurrimiento es de 0.60

4.1.2. VELOCIDAD DE FLUJO

Según la tabla 8 Coeficientes de rugosidad de Manning “n”, nos indica que para tuberías PVC se tiene como valor 0.011. Así mismo se usara una pendiente de cuenca de 1%.

$$V = \frac{1,49}{n} * S^{0,5}$$

$$V = \frac{1,49}{0.011} * (0.01)^{0,5} = \mathbf{13.54 \text{ m/s}}$$

4.1.3. TIEMPO DE FLUJO

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

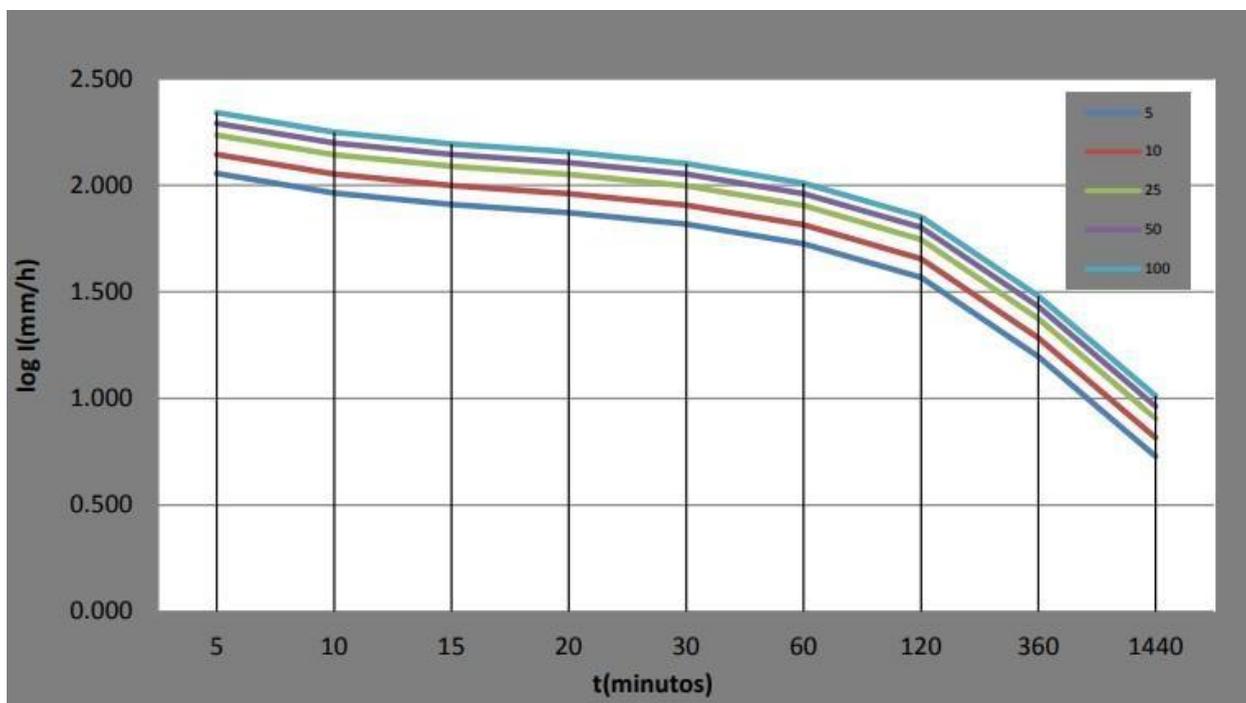
$$tf = \frac{2780,79}{13,54} = \mathbf{205,37 \text{ minutos}}$$

4.1.4. 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 tiempo en minutos y el periodo de retorno en años.

Para ello se tiene un tiempo estimado de 205,37 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.

**Imagen 13 Curva Intensidad - Duración – Frecuencia de la Estación M0056
Guayaquil Aeropuerto**



**Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) –
Actualización del Estudio de Lluvias Intensas Quito – Ecuador Versión 2019**

Tabla 12 Tabla de Intensidades en comparación con el Periodo de Retorno

t (min)	Periodo de Retorno T(años)					
	2	5	10	25	50	100
5	96.4	117.6	136.7	166.7	193.7	225.2
10	77.9	95.1	110.5	134.8	156.7	182.1
15	68.8	84.0	97.6	119.1	138.4	160.8
20	63.0	76.9	89.4	109.0	126.7	147.3
30	57.1	69.7	81.0	98.8	114.9	133.5
60	42.8	52.2	60.7	74.0	86.0	100.0
120	31.2	38.1	44.3	54.0	62.8	73.0
360	13.3	16.2	18.8	23.0	26.7	31.0
1440	4.5	5.5	6.4	7.8	9.1	10.6

INTENSIDAD MAXIMA (mm/h)

**Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) –
Actualización del Estudio de Lluvias Intensas Quito – Ecuador Versión 2019**

Al analizar los resultados en la curva se tiene que la intensidad será de **54,0** mm/h para un periodo de retorno de 25 años.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

Mapa de Intensidades Máximas

Duración 120 min, TR=25 años

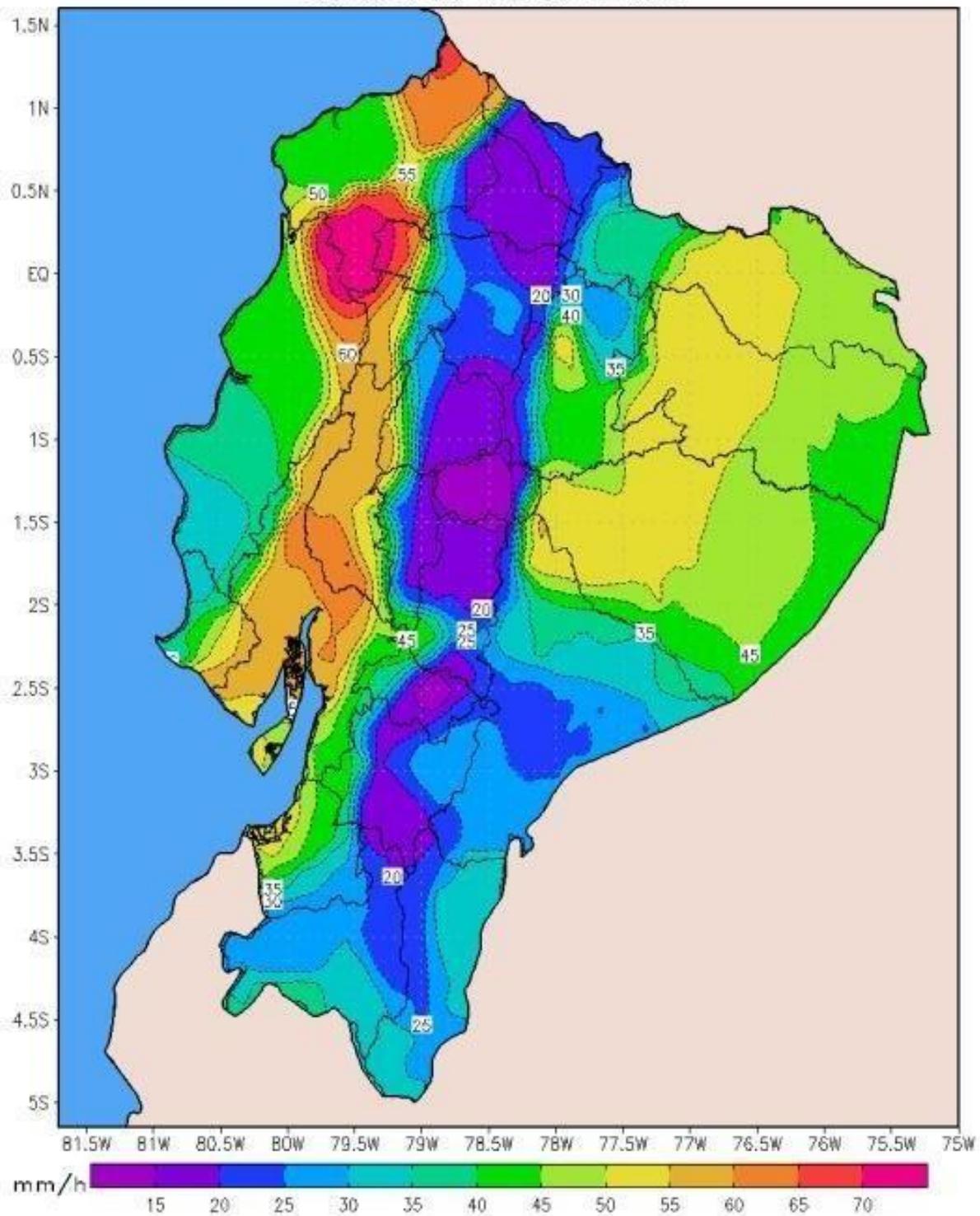


Imagen 14 Intensidad Máxima de 120 minutos con un Periodo de Retorno de 25 Años

**Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) –
Actualización del Estudio de Lluvias Intensas Quito – Ecuador Versión 2019**

De acuerdo al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) – Actualización del Estudio de Lluvias Intensas Quito – Ecuador Versión 2019, la **Imagen 14** que se muestra representa la intensidad máxima de 120 minutos a un periodo de retorno de 25 años. La escala de colores representa la intensidad de precipitación en (mm/h), cada color en la escala corresponde a un rango específico de intensidad de lluvia.

➤ VERDE CLARO (25 – 35 mm/h):

Representa áreas donde la precipitación es leve, experimentan lluvias que pueden llegar a ser moderadas pero no intensas.

➤ AMARILLO (35 – 45 mm/h):

Indica una precipitación más moderada, las lluvias suelen ser fuertes, lo que podría causar acumulaciones.

➤ NARANJA (45 – 55 mm/h):

Reflejan lluvias mas intensas, estas zonas están sujetas a condiciones meteorológicas más fuertes, en donde podría empezar una alta tasa de precipitación.

➤ ROJO (55 – 65 mm/h):

Corresponde a una precipitación con lluvias muy fuertes, en estas áreas son torrenciales.

➤ MORADO (65 – 75 mm/h):

Marca zonas con lluvias extremadamente intensa, pueden considerarse peligrosas con una probabilidad muy alta de inundaciones severas

➤ VIOLETA OSCURO (> 75 mm/h):

Indica la precipitación más extrema del mapa, pueden causar inundaciones catastróficas.

4.1.5. ÁREAS DE APORTACIÓN

Para ello se calcularon las áreas por las cuales va a estar la red de alcantarillado de aguas lluvias, las que se cubrirán con la red, para ello se tomaron las hectáreas de cada cuadra para más especificación. A lo cual dio un total de 1,27 ha para donde estará conectada la red de alcantarillado, se podrá observar en el anexo 3 de los planos.

4.1.6. CAUDAL DE DISEÑO PLUVIAL

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

$$Q = \frac{(0,60) * (54 \frac{mm}{h}) * 0,79 \text{ ha}}{360} = 0,071 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 2.78 * C * I * A$$

$$Q = 2.78 * 0.60 * 54 \frac{mm}{h} * 0,79 \text{ ha} = 71,3 \text{ l/s}$$

Este caudal es el que se tomara en cuenta ya que es la acumulación de áreas de las cuadras por donde pasaran los tramos de tubería para la red de alcantarillado.

4.1.7. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS TUBERÍAS

4.1.7.1. DIÁMETRO

Según la Norma de Diseño de Sistema de Alcantarillado para la EMAAP-Q (01-AL-EMAAP-Q-2009) el diámetro mínimo de las tuberías PVC para los alcantarillados pluviales será de 400 mm, esto para evitar obstrucciones en los colectores ocasionados por escorrentías tomando en cuenta la basura y otros.

4.1.7.2. CAUDAL UNITARIO

- Área total: 3,27 hectáreas
- Caudal de diseño: 71,3 l/s

$$q = \frac{Qd}{\text{Área Total}}$$

$$q = \frac{71,3 \frac{l}{s}}{3,27 \text{ ha}} = 21,80 \frac{l}{s}$$

Se calcula el caudal junto con el área de aportación, estos datos son útiles para determinar los valores de la velocidad, diámetro, pendiente y altura para la cual van a estar el diseño de los pozos de revisión y diseño de la tubería de la red.

Tabla 13 Caudales unitarios de los Tramos de Red

POZOS DE REVISIÓN			
TRAMO	Caudal Unitario (l/s)	Áreas de Aportación	q*Aa
1 – 2	21,8	0,98	21,364
6 – 5	21,8	0,96	20,928
5 – 4	21,8	1,1	23,98
4 – 3	21,8	0,96	20,928
3 – 2	21,8	0,96	20,928
7 – 8	21,8	0,94	20,492
8 -9	21,8	1,35	29,43
2 – 9	21,8	1,12	24,416
9 – 10	21,8	1,25	27,25
10 – 12	21,8	0,95	20,71
11 – 10	21,8	0,98	21,364

12 – 13	21,8	1,15	25,07
13 – 18	21,8	1,22	26,596
14 – 17	21,8	0,97	21,146
15 – 16	21,8	1,3	28,34
16 – 17	21,8	1,51	32,918
17 – 18	21,8	1,67	36,406
18 – 19	21,8	1,56	34,008
19 – 36	21,8	1,2	26,16
20 – 19	21,8	1,33	28,994
21 – 22	21,8	0,98	21,364
22 – 24	21,8	1,25	27,25
23 – 24	21,8	1,4	30,52
24 – 27	21,8	1,37	29,866
25 – 24	21,8	1,26	27,468
26 – 27	21,8	0,96	20,928
27 – 29	21,8	0,93	20,274
28 – 29	21,8	1,18	25,724
29 – 31	21,8	1,25	27,25
30 – 31	21,8	1,36	29,648
31 – 34	21,8	1,43	31,174
32 – 31	21,8	1,21	26,378
33 – 34	21,8	1,15	25,07
34 – 35	21,8	1,54	33,572
35 – 36	21,8	1,63	35,534
36 – PD	21,8	1,67	36,406

Fuente: Autores

Tabla 14 Datos Generales de la Red de Alcantarillado Pluvial

TRAMO	COTAS DE TERRENO		LONGITUD	CAUDAL	VELOCIDAD ASUMIDA	DIAMETRO CALCULADO	DIAMETRO DE DISEÑO	PENDIENTE CALCULADA	PENDIENTE NORMATIVA	ALTURA DE POZOS		COTAS DE FONDO		PENDIENTE CALCULADA	VELOCIDAD
	C1	C2								H1	H2	CF1	CF2		
1 - 2	12,6	14,8	103,23	0,02136	0,45	0,246	0,2	0,02	0,02	1,9	6,164	10,7	8,635	0,02	2,77
6 - 5	13,6	14,9	79,7	0,02092	0,45	0,243	0,2	0,016	0,01	1,9	3,99	11,7	10,90	0,01	1,96
5 - 4	14,9	15,4	71,83	0,02398	0,45	0,260	0,2	0,01	0,01	3,99	5,208	10,91	10,191	0,01	1,96
4 - 3	15,4	15,2	96,03	0,02092	0,45	0,243	0,2	0,00	0,01	5,2	5,960	10,2	9,239	0,01	1,96
3 - 2	15,2	14,8	100,65	0,02092	0,45	0,243	0,2	0,00	0,01	5,96	6,566	9,24	8,233	0,01	1,96
7 - 8	15,2	13,2	99,89	0,02049	0,45	0,241	0,2	0,02	0,02	1,9	1,897	13,3	11,302	0,02	2,77
8 - 9	13,2	15,4	103,43	0,02943	0,45	0,289	0,2	0,02	0,02	1,89	6,158	11,31	9,241	0,02	2,77
2 - 9	14,8	15,4	68,39	0,02441	0,45	0,263	0,2	0,01	0,01	6,16	7,443	8,64	7,956	0,01	1,96
9 - 10	15,4	15,3	31,54	0,02725	0,45	0,278	0,2	0,00	0,01	7,44	7,655	7,96	7,644	0,01	1,96
10 - 12	15,3	17,1	30,64	0,02071	0,45	0,242	0,2	0,06	0,03	7,65	10,369	7,65	6,730	0,03	3,39
11 - 10	14,2	15,3	54,67	0,02136	0,45	0,246	0,2	0,02	0,02	1,9	4,093	12,3	11,206	0,02	2,77
12 - 13	17,1	14,7	42,93	0,02507	0,45	0,266	0,2	0,06	0,03	10,36	9,247	6,74	5,452	0,03	3,39
13 - 18	14,7	13	65,63	0,02659	0,45	0,274	0,2	0,03	0,03	9,24	9,508	5,46	3,491	0,03	3,39
14 - 17	14,7	16,5	87,64	0,02114	0,45	0,245	0,2	0,02	0,02	1,9	5,452	12,8	11,047	0,02	2,77
15 - 16	15	17	71,69	0,02834	0,45	0,283	0,2	0,03	0,03	1,9	6,050	13,1	10,949	0,03	3,39
16 - 17	17	16,5	136,44	0,03291	0,45	0,305	0,2	0,00	0,01	6,05	6,914	10,95	9,585	0,01	1,96
17 - 18	16,5	13	102,15	0,0364	0,45	0,321	0,2	0,03	0,03	6,91	6,474	9,59	6,525	0,03	3,39

18 - 19	13	11,1	95,27	0,034	0,45	0,310	0,2	0,02	0,02	6,47	6,475	6,53	4,624	0,02	2,77
19 - 36	11,1	13,3	43,76	0,02616	0,45	0,272	0,2	0,05	0,03	6,47	9,982	4,63	3,317	0,03	3,39
20 - 19	15,4	11,1	115,12	0,02899	0,45	0,286	0,2	0,04	0,03	1,9	1,053	13,5	10,044	0,03	3,39
21 - 22	16,2	17,9	61,72	0,02136	0,45	0,246	0,2	0,03	0,03	1,9	5,451	14,3	12,448	0,03	3,39
22 - 24	17,9	12,9	143,61	0,02725	0,45	0,278	0,2	0,03	0,03	5,45	4,758	12,45	8,141	0,03	3,39
23 - 24	13,7	12,9	60,85	0,03052	0,45	0,294	0,2	0,01	0,01	1,9	1,708	11,8	11,191	0,01	1,96
24 - 27	12,9	13,8	38,45	0,02986	0,45	0,291	0,2	0,02	0,02	1,7	3,36	11,2	10,43	0,02	2,77
25 - 24	13,4	12,9	56,63	0,02746	0,45	0,279	0,2	0,01	0,01	1,9	1,966	11,5	10,933	0,01	1,96
26 - 27	14,7	13,8	68,62	0,02092	0,45	0,243	0,2	0,01	0,01	1,9	1,686	12,8	12,113	0,01	1,96
27 - 29	13,8	15,3	108,83	0,02027	0,45	0,239	0,2	0,01	0,01	1,68	4,268	12,12	11,031	0,01	1,96
28 - 29	15	15,3	88,73	0,02572	0,45	0,270	0,2	0,00	0,01	1,9	3,087	13,1	12,212	0,01	1,96
29 - 31	15,3	12,6	84,08	0,02725	0,45	0,278	0,2	0,03	0,03	3,08	2,902	12,22	9,697	0,03	3,39
30 - 31	16,3	12,6	106,2	0,02964	0,45	0,290	0,2	0,03	0,03	1,9	1,38	14,4	11,21	0,03	3,39
31 - 34	12,6	16,3	68,19	0,03117	0,45	0,297	0,2	0,05	0,03	1,38	7,125	11,22	9,174	0,03	3,39
32 - 31	12,1	12,6	38,62	0,02637	0,45	0,273	0,2	0,01	0,01	1,9	2,786	10,2	9,813	0,01	1,96
33 - 34	15	16,3	100,76	0,02507	0,45	0,266	0,2	0,01	0,01	1,9	4,207	13,1	12,092	0,01	1,96
34 - 35	16,3	13,3	80,77	0,03357	0,45	0,308	0,2	0,04	0,03	4,2	3,623	12,1	9,676	0,03	3,39
35 - 36	13,3	13,3	40,83	0,03553	0,45	0,317	0,2	0,00	0,01	3,62	4,028	9,68	9,271	0,01	1,96
36 - PD	13,3	12,5	50,02	0,0364	0,45	0,321	0,2	0,02	0,02	4,02	4,220	9,28	8,279	0,02	2,77

Fuente: Autores

Se puede observar en la **Tabla 14** se realizaron los cálculos para la sección hidráulica de las tuberías, así como su caudal y su diámetro, así mismo la altura de pozos, cotas, pendientes y velocidad.

Los tramos subrayados son las cabeceras las cuales son puntos de inicio o de entrada de la red de drenaje, donde se recoge el agua de lluvia para ser conducida a través del sistema de alcantarillado, estos están diseñados para evitar que sólidos grandes o materiales no deseados entren a la red de alcantarillado y no pueda causar daños a la misma.

Los cabeceros para el cálculo de la altura de pozos inicial estos deben llevar un valor de 1,9 m. Según la Norma de Aguas y Saneamiento NOM – 001 – CONAGUA – 2011, un pozo con esta profundidad permite que se acumule cierta cantidad de agua en caso de tormentas fuertes, además de que ayuda a mantener una pendiente adecuada en las tuberías.

De acuerdo a la Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMMAAP – Q (01 – AL – EMAAP – Q – 2009), la velocidad mínima permisible para una red de alcantarillado pluvial es de 0,60 m/seg, considerando su tirante y una tubería parcialmente llena.

Así mismo la velocidad máxima que puede tener una red de alcantarillado pluvial depende del material de la tubería, como nos muestra la **Tabla 5** la velocidad máxima para tuberías de Hormigón Armado y de PVC es de 6,0 m/seg y 7,5 m/seg, y para que la red sea optima esta debe estar en un rango hasta los 5 m/seg, lo que significa que la red diseñada cumple las normativas respectivas.

Tabla 15 Datos Generales de Tubería de la Red Principal de Alcantarillado Pluvial

CAMARA		LONG	AREA (Hs)			Ic Min		C	i	q	D		MAT.	S	S	Q	v	q/Q	d/D	v/V	d	v	DH	TAPA		INVERT		ESP	RELLENO		HCÁMARA	
I	F	m	PRO	ADC	ACU	de llegada	de escurr.	%	mmh	Lt/s	nom	int		o/bo	%	Lt/s	m/s	-	-	-	mm	m/s	m	I	F	I	F	mm	I	F	I	F
AL-1	AL-2	81,31	3,461	0,000	3,461	6,00	0,30	0,80	118,92	915,35	825	800	PVC	17,46	1,75	2274,05	4,52	0,40	0,44	0,94	362	4,27	1,42	14,00	12,58	12,19	10,77	13	1,00	1,00	1,81	1,81
AL-2	AL-3	49,16	0,369	0,000	3,830	6,30	0,35	0,80	124,45	1060,08	825	800	PVC	4,68	0,47	1177,03	2,34	0,90	0,74	1,13	609	2,65	0,23	12,58	12,39	10,77	10,54	13	1,00	1,04	1,81	1,85
AL-3	AL-4	19,91	0,149	0,000	3,979	6,65	0,14	0,80	124,45	1101,32	825	800	PVC	5,02	0,50	1219,53	2,43	0,90	0,74	1,13	612	2,75	0,10	12,39	12,82	10,54	10,44	13	1,04	1,57	1,85	2,38
AL-4	AL-5	59,22	0,231	0,000	4,210	6,79	0,38	0,80	124,45	1165,26	825	800	PVC	5,74	0,57	1303,87	2,59	0,89	0,73	1,13	606	2,93	0,34	12,82	12,62	10,44	10,10	13	1,57	1,71	2,38	2,52
AL-5	AL-6	17,31	0,364	0,856	5,430	7,17	0,09	0,80	124,45	1502,93	825	800	PVC	9,82	0,98	1705,31	3,39	0,88	0,73	1,13	600	3,83	0,17	12,62	12,68	10,10	9,93	13	1,71	1,94	2,52	2,75
AL-6	AL-7	23,63	0,284	16,014	21,728	7,25	0,12	0,80	124,45	6013,95	1920	1600	HA	6,35	0,63	6696,46	3,33	0,90	0,74	1,13	1418	3,77	0,15	12,68	11,91	9,13	8,98	160	1,79	1,17	3,55	2,93
AL-7	AL-8	62,90	0,132	0,000	21,860	7,37	0,26	0,80	124,45	6050,49	1920	1600	HA	9,22	0,92	8070,86	4,01	0,75	0,64	1,10	1233	4,40	0,58	11,91	10,59	8,98	8,40	160	1,17	0,43	2,93	2,19
AL-8	AL-9	23,52	0,371	0,000	22,231	7,63	0,11	0,80	124,45	6153,17	1920	1600	HA	6,80	0,68	6932,22	3,45	0,89	0,73	1,13	1403	3,89	0,16	10,59	10,72	8,40	8,24	160	0,43	0,72	2,19	2,48
AL-9	AL-10	30,88	0,117	2,249	24,597	7,74	0,14	0,80	124,45	6808,15	1920	1600	HA	8,10	0,81	7562,45	3,76	0,90	0,74	1,13	1418	4,25	0,25	10,72	11,33	8,24	7,99	160	0,72	1,58	2,48	3,34
AL-11	AL-12	56,15	0,146	0,000	0,146	6,00	0,84	0,80	118,92	38,61	440	400	PVC	2,67	0,27	140,07	1,11	0,28	0,36	0,85	158	0,95	0,15	13,66	13,51	12,24	12,09	20	1,00	1,00	1,42	1,42
AL-12	AL-13	31,51	0,231	0,000	0,377	6,84	0,26	0,80	124,45	104,35	540	500	PVC	6,35	0,63	391,47	1,99	0,27	0,35	0,84	189	1,68	0,20	13,51	13,31	11,99	11,79	20	1,00	1,00	1,52	1,52
AL-13	AL-5	45,89	0,117	0,000	0,494	7,10	0,25	0,80	124,45	136,73	540	500	PVC	15,04	1,50	602,52	3,07	0,23	0,32	0,80	173	2,47	0,69	13,31	12,62	11,79	11,10	20	1,00	1,00	1,52	1,52
AL-14	AL-5	67,24	0,362	0,000	0,362	6,00	1,35	0,80	118,92	95,74	440	400	PVC	1,49	0,15	104,51	0,83	0,92	0,75	1,13	330	0,94	0,10	11,92	12,62	10,50	10,40	20	1,00	1,80	1,42	2,22
AL-15	AL-16	92,24	2,177	0,000	2,177	6,00	1,51	0,80	118,92	575,76	975	900	PVC	0,76	0,08	648,97	1,02	0,89	0,73	1,13	713	1,15	0,07	15,19	16,45	13,25	13,18	38	1,00	2,33	1,94	3,27
AL-16	AL-17	61,92	2,190	0,000	4,367	7,51	0,19	0,80	124,45	1208,71	975	900	PVC	20,67	2,07	3387,07	5,32	0,36	0,41	0,91	399	4,86	1,28	16,45	13,53	13,18	11,90	38	2,33	0,69	3,27	1,63
AL-17	AL-18	48,34	0,524	0,000	4,891	7,70	0,16	0,80	124,45	1353,75	975	900	PVC	18,62	1,86	3214,42	5,05	0,42	0,45	0,96	441	4,83	0,90	13,53	12,58	11,90	11,00	38	0,69	0,64	1,63	1,58
AL-18	AL-19	47,58	0,362	0,000	5,253	7,86	0,27	0,80	124,45	1453,94	975	900	PVC	6,31	0,63	1870,61	2,94	0,78	0,66	1,10	642	3,24	0,30	12,58	12,03	11,00	10,70	38	0,64	0,39	1,58	1,33
AL-19	AL-20	26,40	0,905	0,000	6,158	8,13	0,11	0,80	124,45	1704,43	1700	1400	HA	11,36	1,14	6275,45	4,08	0,27	0,35	0,85	601	3,46	0,30	12,03	11,81	10,20	9,90	150	0,28	0,36	1,83	1,91
AL-20	AL-21	13,46	0,429	0,000	6,587	8,24	0,07	0,80	124,45	1823,17	1700	1400	HA	7,43	0,74	5074,15	3,30	0,36	0,41	0,92	702	3,02	0,10	11,81	11,51	9,90	9,80	150	0,36	0,16	1,91	1,71
AL-21	AL-22	25,00	0,094	0,000	6,681	8,31	0,17	0,80	124,45	1849,19	1700	1400	HA	4,00	0,40	3723,20	2,42	0,50	0,50	1,00	843	2,41	0,10	11,51	11,38	9,80	9,70	150	0,16	0,13	1,71	1,68
AL-22	AL-23	8,32	0,094	8,948	15,723	8,48	0,02	0,80	124,45	4351,87	1700	1400	HA	24,04	2,40	9127,24	5,93	0,48	0,48	0,98	820	5,84	0,20	11,38	11,16	9,70	9,50	150	0,13	0,11	1,68	1,66
AL-23	AL-24	59,64	0,254	0,000	15,977	8,50	0,32	0,80	124,45	4422,17	1700	1400	HA	6,71	0,67	4821,11	3,13	0,92	0,75	1,13	1275	3,55	0,40	11,16	13,54	9,50	9,10	150	0,11	2,89	1,66	4,44
AL-24	AL-6	76,13	0,037	0,000	16,014	8,82	0,84	0,80	124,45	4432,41	1700	1400	HA	1,58	0,16	2337,22	1,52	1,90	1,00	1,00	1700	1,52	0,12	13,54	12,68	9,10	8,98	150	2,89	2,15	4,44	3,70
AL-25	AL-26	43,60	0,110	0,000	0,110	6,00	0,76	0,80	118,92	29,09	650	600	PVC	1,15	0,11	270,58	0,96	0,11	0,22	0,65	143	0,62	0,05	14,83	15,10	13,20	13,15	25	1,01	1,33	1,63	1,95
AL-26	AL-27	8,87	0,031	0,000	0,141	6,76	0,07	0,80	124,45	39,03	650	600	PVC	5,64	0,56	599,90	2,12	0,07	0,17	0,56	112	1,19	0,05	15,10	14,98	13,15	13,10	25	1,33	1,26	1,95	1,88
AL-27	AL-28	8,87	0,048	0,398	0,587	6,83	0,07	0,80	124,45	162,47	650	600	PVC	5,64	0,56	599,90	2,12	0,27	0,35	0,85	230	1,80	0,05	14,98	14,85	13,10	13,05	25	1,26	1,18	1,88	1,80
AL-28	AL-29	49,82	0,234	0,121	0,942	6,90	0,15	0,80	124,45	260,73	650	600	PVC	37,13	3,71	1539,72	5,45	0,17	0,28	0,74	180	4,04	1,85	14,85	12,82	13,05	11,20	25	1,18	1,00	1,80	1,62

AL-29	AL-30	40,02	0,036	0,364	1,342	7,05	0,17	0,80	124,45	371,55	650	600	PVC	20,24	2,02	1136,74	4,02	0,33	0,39	0,89	255	3,59	0,81	12,82	12,02	11,20	10,39	25	1,00	1,01	1,62	1,63		
AL-30	AL-31	76,82	0,365	0,148	1,855	7,22	0,34	0,80	124,45	513,54	760	700	PVC	14,32	1,43	1442,25	3,75	0,36	0,41	0,91	311	3,42	1,10	12,02	10,89	10,26	9,16	30	1,03	1,00	1,76	1,73		
AL-31	AL-9	6,40	0,394	0,000	2,249	7,56	0,02	0,80	124,45	622,60	760	700	PVC	25,00	2,50	1905,69	4,95	0,33	0,39	0,89	298	4,42	0,16	10,89	10,72	9,16	9,00	30	1,00	0,99	1,73	1,72		
AL-32	AL-30	40,67	0,148	0,000	0,148	6,00	0,23	0,80	118,92	39,14	440	400	PVC	19,18	1,92	375,31	2,99	0,10	0,22	0,65	95	1,93	0,78	12,80	12,02	11,38	10,60	20	1,00	1,00	1,42	1,42		
AL-33	AL-27	60,68	0,398	0,000	0,398	6,00	0,94	0,80	118,92	105,26	440	400	PVC	2,47	0,25	134,74	1,07	0,78	0,66	1,11	292	1,18	0,15	14,07	14,98	12,65	12,50	20	1,00	2,06	1,42	2,48		
AL-34	AL-28	78,01	0,121	0,000	0,121	6,00	1,88	0,80	118,92	32,00	440	400	PVC	1,03	0,10	86,79	0,69	0,37	0,42	0,92	184	0,64	0,08	14,91	14,85	13,48	13,40	20	1,01	1,03	1,43	1,45		
AL-35	AL-29	45,33	0,364	0,000	0,364	6,00	0,83	0,80	118,92	96,27	440	400	PVC	1,76	0,18	113,85	0,91	0,85	0,70	1,12	309	1,02	0,08	12,00	12,82	10,58	10,50	20	1,00	1,90	1,42	2,32		
AL-36	AL-37	46,82	0,219	0,000	0,219	6,00	0,38	0,80	118,92	57,92	440	400	PVC	9,18	0,92	259,72	2,07	0,22	0,32	0,80	141	1,66	0,43	16,32	15,57	25,43	25,00	20	-9,53	-9,85	-9,11	-9,43		
AL-37	AL-38	61,73	0,230	0,000	0,449	6,38	0,23	0,80	124,45	124,28	540	500	PVC	33,21	3,32	895,44	4,56	0,14	0,25	0,70	135	3,20	2,05	15,57	15,18	24,49	22,44	20	-9,44	-7,78	-8,92	-7,26		
AL-38	AL-39	45,97	0,278	0,000	0,727	6,60	0,22	0,80	124,45	201,22	540	500	PVC	20,23	2,02	698,90	3,56	0,29	0,37	0,86	198	3,07	0,93	15,18	12,24	20,55	19,62	20	-5,89	-7,90	-5,37	-7,38		
AL-39	AL-40	27,71	0,555	0,000	1,282	6,82	0,08	0,80	124,45	354,84	540	500	PVC	50,16	5,02	1100,52	5,60	0,32	0,39	0,89	209	4,98	1,39	12,24	12,89	19,62	18,23	20	-7,90	-5,86	-7,38	-5,34		
AL-40	AL-41	37,84	0,479	2,012	3,773	6,90	0,13	0,80	124,45	1044,30	540	500	PVC	38,05	3,81	958,55	4,88	1,09	1,00	1,00	540	4,88	1,44	12,89	13,81	18,23	16,79	20	-5,86	-3,50	-5,34	-2,98		
AL-41	AL-42	14,06	0,263	0,000	4,036	7,03	0,02	0,80	124,45	1117,10	650	600	PVC	167,14	16,71	3266,62	11,55	0,34	0,40	0,90	260	10,43	2,35	13,81	13,94	15,89	13,54	25	-2,71	-0,23	-2,08	0,40		
AL-42	AL-43	45,66	0,079	0,000	4,115	7,05	0,16	0,80	124,45	1138,96	760	700	PVC	22,56	2,26	1810,23	4,70	0,63	0,57	1,06	436	4,97	1,03	13,94	13,33	11,79	10,76	30	1,42	1,84	2,15	2,57		
AL-43	AL-44	19,53	0,589	0,000	4,704	7,21	0,04	0,80	124,45	1301,99	760	700	PVC	69,12	6,91	3168,83	8,23	0,41	0,44	0,95	337	7,80	1,35	13,33	13,64	9,30	7,95	30	3,30	4,96	4,03	5,69		
AL-44	AL-45	35,48	0,514	0,000	5,218	7,25	0,10	0,80	124,45	1444,26	975	900	PVC	23,39	2,34	3603,15	5,66	0,40	0,44	0,94	428	5,34	0,83	13,64	14,12	7,80	6,97	38	4,90	6,21	5,84	7,15		
AL-45	AL-46	63,83	0,105	0,000	5,323	7,36	0,30	0,80	124,45	1473,32	975	900	PVC	9,40	0,94	2284,01	3,59	0,65	0,58	1,06	568	3,81	0,60	14,12	13,04	6,97	6,37	38	6,21	5,73	7,15	6,67		
AL-46	AL-47	22,06	0,711	0,449	6,483	7,65	0,06	0,80	124,45	1794,39	975	900	PVC	29,92	2,99	4074,78	6,41	0,44	0,46	0,96	449	6,18	0,66	13,04	12,98	5,95	5,29	38	6,15	6,75	7,09	7,69		
AL-47	AL-48	37,58	0,240	0,000	6,723	7,71	0,12	0,80	124,45	1860,82	975	900	PVC	19,96	2,00	3328,03	5,23	0,56	0,53	1,02	517	5,36	0,75	12,98	12,77	5,29	4,54	38	6,75	7,29	7,69	8,23		
AL-48	AL-49	31,43	0,095	0,000	6,818	7,83	0,18	0,80	124,45	1887,11	1700	1400	HA	6,05	0,60	4577,10	2,97	0,41	0,44	0,95	754	2,82	0,19	12,77	11,90	4,04	3,85	150	7,18	6,50	8,73	8,05		
AL-49	AL-22	19,55	0,780	1,350	8,948	8,01	0,09	0,80	124,45	2476,66	1700	1400	HA	9,72	0,97	5803,49	3,77	0,43	0,45	0,96	769	3,61	0,19	11,90	11,38	4,04	3,85	150	6,31	5,98	7,86	7,53		
AL-50	AL-46	31,97	0,449	0,000	0,449	6,00	0,21	0,80	118,92	118,75	440	400	PVC	13,45	1,35	314,30	2,50	0,38	0,43	0,93	187	2,33	0,43	13,94	13,04	25,43	25,00	20	-11,91	-12,38	-11,49	-11,96		
AL-51	AL-52	46,04	0,230	0,000	0,230	6,00	0,37	0,80	118,92	60,83	440	400	PVC	9,34	0,93	261,91	2,08	0,23	0,32	0,81	143	1,69	0,43	14,52	13,88	25,43	25,00	20	-11,33	-11,54	-10,91	-11,12		
AL-52	AL-40	71,76	1,782	0,000	2,012	6,37	0,28	0,80	124,45	556,89	540	500	PVC	28,57	2,86	830,51	4,23	0,67	0,60	1,07	322	4,52	2,05	13,88	12,89	24,49	22,44	20	-11,13	-10,07	-10,61	-9,55		
AL-53	AL-40	60,22	1,079	0,000	1,079	6,00	0,55	0,80	118,92	285,37	440	400	PVC	7,14	0,71	229,01	1,82	1,25	1,00	1,00	440	1,82	0,43	13,73	12,89	25,43	25,00	20	-12,12	-12,53	-11,70	-12,11		
AL-54	AL-55	27,91	0,335	0,000	0,335	6,00	0,17	0,80	118,92	88,60	440	400	PVC	15,41	1,54	336,38	2,68	0,26	0,35	0,84	154	2,26	0,43	16,91	15,79	25,43	25,00	20	-8,94	-9,63	-8,52	-9,21		
AL-55	AL-56	79,81	0,711	0,000	1,046	6,17	0,33	0,80	124,45	289,52	540	500	PVC	25,69	2,57	787,51	4,01	0,37	0,42	0,92	225	3,69	2,05	15,79	12,26	24,49	22,44	20	-9,22	-10,70	-8,70	-10,18		
AL-56	AL-49	84,50	0,304	0,000	1,350	6,51	0,54	0,80	124,45	373,66	540	500	PVC	11,01	1,10	515,49	2,63	0,72	0,63	1,09	340	2,86	0,93	12,26	11,90	20,55	19,62	20	-8,81	-8,24	-8,29	-7,72		
AL-1A	AL-2A	23,48	0,335	0,000	0,335	6,00	0,13	0,80	118,92	88,60	440	400	PVC	18,31	1,83	366,75	2,92	0,24	0,33	0,82	147	2,40	0,43	15,56	15,44	25,43	25,00	20	-10,29	-9,98	-9,87	-9,56		

AL-2A	AL-3A	91,18	0,240	0,000	0,575	6,13	0,40	0,80	124,45	159,15	540	500	PVC	22,48	2,25	736,78	3,75	0,22	0,31	0,79	169	2,98	2,05	15,44	13,65	24,49	22,44	20	-9,57	-9,31	-9,05	-8,79			
AL-3A	AL-4A	6,96	0,225	0,877	1,677	6,54	0,01	0,80	124,45	464,17	540	500	PVC	133,62	13,36	1796,16	9,15	0,26	0,35	0,84	187	7,66	0,93	13,65	13,36	20,55	19,62	20	-7,42	-6,78	-6,90	-6,26			
AL-4A	AL-5A	71,83	0,624	0,222	2,523	6,55	0,34	0,80	124,45	698,32	540	500	PVC	19,35	1,94	683,54	3,48	1,02	0,84	1,14	452	3,96	1,39	13,36	16,57	19,62	18,23	20	-6,78	-2,18	-6,26	-1,66			
AL-5A	AL-6A	88,64	0,099	0,000	2,622	6,90	0,46	0,80	124,45	725,73	540	500	PVC	16,25	1,62	626,29	3,19	1,16	1,00	1,00	540	3,19	1,44	16,57	13,47	18,23	16,79	20	-2,18	-3,84	-1,66	-3,32			
AL-6A	AL-7A	59,88	0,586	0,000	3,208	7,36	0,18	0,80	124,45	887,92	650	600	PVC	39,25	3,92	1582,89	5,60	0,56	0,53	1,03	348	5,76	2,35	13,47	14,07	15,89	13,54	25	-3,05	-0,09	-2,42	0,53			
AL-7A	AL-8A	25,40	0,238	0,000	3,446	7,54	0,07	0,80	124,45	953,80	760	700	PVC	40,55	4,06	2427,08	6,31	0,39	0,43	0,94	330	5,92	1,03	14,07	13,41	11,79	10,76	30	1,55	1,92	2,28	2,65			
AL-8A	AL-9A	35,50	0,527	1,330	5,303	7,60	0,10	0,80	124,45	1467,78	760	700	PVC	38,03	3,80	2350,37	6,11	0,62	0,57	1,05	433	6,43	1,35	13,41	13,34	9,30	7,95	30	3,38	4,66	4,11	5,39			
AL-9A	AL-10A	37,33	0,313	0,895	6,511	7,70	0,11	0,80	124,45	1802,14	975	900	PVC	22,23	2,22	3512,73	5,52	0,51	0,50	1,00	492	5,54	0,83	13,34	13,26	7,80	6,97	38	4,60	5,35	5,54	6,29			
AL-10A	AL-11A	63,61	0,710	0,920	8,141	7,81	0,29	0,80	124,45	2253,41	975	900	PVC	9,43	0,94	2287,96	3,60	0,98	0,80	1,14	784	4,10	0,60	13,26	15,69	6,97	6,37	38	5,35	8,38	6,29	9,32			
AL-11A	AL-12A	63,61	0,000	0,000	8,141	8,11	0,28	0,80	124,45	2253,41	975	900	PVC	10,38	1,04	2399,63	3,77	0,94	0,77	1,14	749	4,29	0,66	15,69	14,47	5,95	5,29	38	8,80	8,24	9,74	9,18			
AL-12A	AL-13A	9,66	0,000	0,000	8,141	8,39	0,02	0,80	124,45	2253,41	975	900	PVC	77,64	7,76	6564,12	10,32	0,34	0,40	0,90	390	9,31	0,75	14,47	14,22	5,29	4,54	38	8,24	8,74	9,18	9,68			
AL-14A	AL-15A	88,52	0,186	0,000	0,186	6,00	0,98	0,80	118,92	49,19	440	400	PVC	4,86	0,49	188,88	1,50	0,26	0,35	0,84	152	1,26	0,43	16,48	14,66	25,43	25,00	20	-9,37	-10,76	-8,95	-10,34			
AL-15A	AL-3A	33,42	0,691	0,000	0,877	6,98	0,09	0,80	124,45	242,74	540	500	PVC	61,34	6,13	1216,97	6,20	0,20	0,30	0,78	162	4,82	2,05	14,66	13,65	24,49	22,44	20	-10,35	-9,31	-9,83	-8,79			
AL-16A	AL-4A	57,98	0,222	0,000	0,222	6,00	0,33	0,80	118,92	58,71	440	400	PVC	17,94	1,79	362,96	2,89	0,16	0,27	0,73	118	2,11	1,04	15,31	13,34	25,16	24,12	20	-10,27	-11,20	-9,85	-10,78			
AL-17A	AL-18A	37,54	0,126	0,000	0,126	6,00	0,11	0,80	118,92	33,32	440	400	PVC	69,26	6,93	713,22	5,68	0,05	0,15	0,51	64	2,89	2,60	16,17	15,40	20,99	18,39	20	-5,24	-3,41	-4,82	-2,99			
AL-18A	AL-19A	49,88	0,733	0,000	0,859	6,11	0,19	0,80	124,45	237,76	440	400	PVC	42,70	4,27	560,03	4,46	0,42	0,45	0,96	199	4,26	2,13	15,40	14,88	16,09	13,96	20	-1,11	0,50	-0,69	0,92			
AL-19A	AL-8A	50,50	0,471	0,000	1,330	6,30	0,29	0,80	124,45	368,12	650	600	PVC	10,30	1,03	810,80	2,87	0,45	0,47	0,97	305	2,79	0,52	14,88	13,41	13,26	12,74	25	1,00	0,04	1,62	0,67			
AL-20A	AL-9A	54,19	0,895	0,000	0,895	6,00	0,21	0,80	118,92	236,71	440	400	PVC	39,31	3,93	537,29	4,28	0,44	0,46	0,96	203	4,12	2,13	13,28	13,34	11,21	9,08	20	1,65	3,84	2,07	4,26			
AL-21A	AL-22A	84,52	0,048	0,000	0,048	6,00	0,73	0,80	118,92	12,80	440	400	PVC	8,05	0,80	243,08	1,93	0,05	0,16	0,53	69	1,02	0,68	17,89	16,81	25,28	24,60	20	-7,81	-8,21	-7,39	-7,79			
AL-22A	AL-23A	38,16	0,067	0,000	0,115	6,73	0,19	0,80	124,45	31,94	440	400	PVC	24,63	2,46	425,34	3,38	0,08	0,18	0,58	80	1,97	0,94	16,81	25,35	24,60	23,66	20	-8,21	1,27	-7,79	1,69			
AL-23A	AL-24A	68,50	0,096	0,000	0,211	6,92	0,42	0,80	124,45	58,51	540	500	PVC	11,82	1,18	534,32	2,72	0,11	0,22	0,65	119	1,77	0,81	25,35	15,16	23,50	22,69	20	1,33	-8,05	1,85	-7,53			
AL-24A	AL-25A	21,54	0,485	0,000	0,696	7,34	0,07	0,80	124,45	192,75	540	500	PVC	41,32	4,13	998,80	5,09	0,19	0,30	0,77	160	3,92	0,89	15,16	14,20	22,69	21,80	20	-8,05	-8,12	-7,53	-7,60			
AL-25A	AL-10A	69,60	0,224	0,000	0,920	7,41	0,52	0,80	124,45	254,75	760	700	PVC	5,03	0,50	854,70	2,22	0,30	0,37	0,87	282	1,93	0,35	14,20	13,26	21,61	21,26	30	-8,14	-8,73	-7,41	-8,00			

Fuente: Autores

4.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los factores que se estimarán para el estudio de diseño de alcantarillado pluvial serán los siguientes:

1. Diámetros comerciales que se ajusten al caudal que será transportado.
2. Tener en cuenta la velocidad y pendiente adecuada según la norma.
3. La relación del caudal de diseño y el caudal a tubo lleno considerando que debe ser máximo el 85% en tubería.

4.2.1. ESTUDIO DE LOS RESULTADOS DEL DISEÑO PARA EL RECINTO SABANA GRANDE

Al estar ubicado en el cantón Guayaquil, es la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil, EMAPAG EP, quien regula y controla por contrato, la concesión de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial de la ciudad de Guayaquil, y sus parroquias rurales: El Morro, Tenguel, Puná y Posorja.

En el cantón Guayaquil quien tiene el contrato de concesión es la empresa Interagua, por lo que para el diseño de aguas lluvias de Sabana Grande deberá ajustarse al Manual de Diseño de Redes de Alcantarillado de esta empresa.

4.2.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA EL RECINTO SABANA GRANDE

4.2.2.1. PERIODO DE RETORNO

Para el presente proyecto se considerará un periodo de retorno de 5 años para los sistemas de micro drenaje (cunetas, sumideros y colectores) y 25 años para los macro drenajes (canales).

4.2.2.2. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Actualmente el proyecto se encuentra en una zona con superficies no pavimentadas y zonas residenciales con baja densidad poblacional. Por lo que para este proyecto se utilizará un coeficiente de escorrentía de 0,60.

4.2.2.3. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración inicial puede considerarse 6 minutos para tramos iniciales en urbanizaciones unifamiliares con no más de 30 m de fondo.

Para este proyecto se considerará el más desfavorable, esto es el tiempo de concentración inicial de 6 minutos.

4.2.2.4. CÁMARAS DE INSPECCIÓN

LOCALIZACIÓN Y DISTANCIAS MÁXIMAS

Se colocarán en los siguientes lugares:

- ✓ Al comienzo de todo colector.
- ✓ En toda intersección de colectores
- ✓ En todo cambio de dirección
- ✓ En todo cambio de pendiente
- ✓ En todo cambio de diámetro

También se debe cumplir con lo estipulado en el siguiente cuadro:

Tabla 16 Distancia Máxima para Tuberías de AALL

DIÁMETRO DE TUBERÍA (MM)	DISTANCIA MÁXIMA (M)
Desde 400 hasta 450	120,0
Mayor de 450	150,0

(MA-OED-003, INTERAGUA, 2015)

CLASIFICACIÓN DE LAS CÁMARAS DE INSPECCIÓN

Las cámaras de inspección para alcantarillas pueden clasificarse como:

➤ **CÁMARAS TIPO 11**

Son cámaras circulares fabricadas a base de hormigón armado, formada por una losa superior desmontable, cuerpo cilíndrico de 1000 mm de diámetro interior y losa de cimentación cuadrada. La losa superior está fabricada con hormigón de $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, mientras que el cuerpo y la losa de cimentación con hormigón de $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$. Están destinadas para conexión de tuberías cuyos diámetros oscilan entre 450 mm y 760 mm. El invert de esta cámara tendrá una profundidad menor o igual a 2750 mm medida desde la rasante de la tapa de la cámara.

Los detalles arquitectónicos y estructurales se encuentran detallados en el plano (ALC-4214 Rev.2) CAMARA DE INSPECCION DE AALL Y AASS TIPO II Ø220-760mm-A1.

➤ **CÁMARAS TIPO 111**

Son cámaras fabricadas a base de hormigón armado, formada por una losa superior desmontable, un primer cuerpo cilíndrico de 1000 mm de diámetro interior, un segundo cuerpo cuadrado de 1500 mm de lado interno y losa de cimentación cuadrada. La losa superior está fabricada con hormigón de $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, mientras que los cuerpos y la losa de cimentación con hormigón de $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.

Están destinadas para conexión de tuberías cuyos diámetros oscilan entre 33" (825 mm) y 44" (1100 mm). El invert de esta cámara tendrá una profundidad menor o igual a 3650 mm medida desde la rasante de la tapa de la cámara.

Los detalles arquitectónicos y estructurales se encuentran detallados en el plano (ALC-4215 Rev.2) CAMARA DE INSPECCION DE AALL Y AASS TIPO III +©33-44 pulg-A1.

➤ **CANALES PLUVIALES**

Los canales abiertos para la conducción de aguas de lluvias deben proyectarse, en cuanto se refiere a las características y localización de vías y zonas verdes dentro de las cuales deben proyectarse y construirse. En todos los casos, la definición de utilizar un canal cerrado o abierto, debe ser el producto de un análisis de alternativas, considerando los costos de inversión, operación y mantenimiento.

Debe reservarse una franja de por lo menos 6 m para protección y labores de mantenimiento del canal, considerándola desde donde el talud del canal se encuentra con el nivel del terreno original (superficie horizontal). Dicha franja podrá ser una calzada o zona verde pública. Los canales deberán ser revestidos con elementos estructurales, los cuales se diseñarán según recomendaciones y parámetros producidos por el estudio de suelo y el consultor presentará copia de los diseños a IA. La sección del canal debe tener en cuenta las dimensiones e importancia de la vía y las características de las zonas verdes. Se proyectarán puentes para vehículos y para peatones en los planos de construcción deben incluir estas estructuras.

En términos generales, el drenaje será a gravedad; en caso de presentarse sectores de difícil drenaje a gravedad, deberán preverse las soluciones o alternativas del caso.

Para el dimensionamiento se realizará utilizando la expresión Manning.

4.2.2.5. SUMIDEROS

Las calles y avenidas forman parte del sistema de drenaje de aguas lluvias por lo que el proyectista del sistema de drenaje deberá participar, cuando sea posible, en el diseño geométrico de éstas. Las pendientes de las calles y la capacidad de conducción de las cunetas definirán el tipo y ubicación de los sumideros. Para lograr un drenaje adecuado, se recomienda una pendiente mínima del 4% en las cunetas. Pendientes menores podrán utilizarse cuando la situación existente así lo exija. La pendiente transversal mínima de la calle será del 1%.

Como regla general las cunetas tendrán una profundidad máxima de 15 cm y un ancho de 60 cm en vías rápidas que no permitan estacionamiento. En vías que permitan estacionamiento el ancho de la cuneta podrá ampliarse hasta 1 m. Configuraciones diferentes podrán utilizarse cuando las condiciones así lo requieran.

Estas estructuras deberán localizarse en los cruces de las vías, de tal manera que intercepten las aguas de lluvia antes de la zona de tráfico para peatones y en los puntos intermedios bajos si IA lo considera necesario.

Los detalles arquitectónicos y estructurales se encuentran detallados en el plano (ALC-2660 Rev.5) SUMIDERO SIMPLE TIPO B-A2.

CAPITULO V

5.1. CONCLUSIONES

La implementación de una red de colectores y canales de drenaje diseñada para evacuar eficientemente las aguas pluviales ha demostrado ser efectiva para evitar acumulaciones inundaciones, como se puede apreciar en la imagen y en el plano del anexo

3.



Imagen 15 Referencia de Red de Colectores y Canales

El cálculo de las áreas de aportación mediante el uso de cartas topográficas ha permitido diseñar una red de alcantarillado pluvial eficientes para el recinto sabana grande, a manera de resumen en la siguiente tabla se muestran las áreas de aportación.

Tabla 17 Áreas de Aportación de la Red de Alcantarillado Pluvial

ÁREAS DE APORTACIÓN					
A2	0.369 ha	A31	0.394 ha	A1-A	0.335 ha
A3	0.149 ha	A32	0.148 ha	A2-A	0.240 ha
A4	0.231 ha	A33	0.398 ha	A3-A	0.225 ha
A5	0.364 ha	A34	0.121 ha	A4-A	0.624 ha
A6	0.284 ha	A35	0.364 ha	A5-A	0.099 ha
A7	0.132 ha	A36	0.219 ha	A6-A	0.586 ha
A8	0.371 ha	A37	0.230 ha	A7-A	0.238 ha
A9	0.117 ha	A38	0.278 ha	A8-A	0.527 ha
A11	0.146 ha	A39	0.555 ha	A9-A	0.313 ha
A12	0.231 ha	A40	0.479 ha	A10-A	0.710 ha
A13	0.117 ha	A41	0.263 ha	A11-A	0.632 ha
A14	0.362 ha	A42	0.079 ha	A12-A	0.546 ha
A15	2.177 ha	A43	0.589 ha	A13-A	0.256 ha
A16	2.19 ha	A44	0.514 ha	A14-A	0.186 ha
A17	0.524 ha	A45	0.106 ha	A15-A	0.691 ha
A18	0.362 ha	A46	0.711 ha	A16-A	0.222 ha
A19	0.905 ha	A47	0.240 ha	A17-A	0.128 ha
A20	0.429 ha	A48	0.095 ha	A19-A	0.471 ha
A21	0.094 ha	A49	0.780 ha	A20-A	0.895 ha
A22	0.094 ha	A50	0.449 ha	A21-A	0.048 ha
A23	0.254 ha	A51	0.230 ha	A22-A	0.067 ha
A24	0.037 ha	A52	1.782 ha	A23-A	0.096 ha
A25	0.110 ha	A53	1.079 ha	A24-A	0.485 ha
A26	0.031 ha	A54	0.335 ha	A25-A	0.224 ha
A27	0.048 ha	A55	0.711 ha		
A28	0.234 ha	A56	0.304 ha		
A29	0.364 ha				
A30	0.365 ha				

Una vez realizada la modelación con el software se obtuvieron los diámetros que se presentaron en la tabla 15: Datos generales de tubería de la red principal de alcantarillado pluvial.

5.2. RECOMENDACIONES

Realizar un análisis detallado del levantamiento topográfico inicial. Comienza planificando un movimiento de tierra estratégico que equilibre cortes y rellenos para minimizar costos y preservar la integridad del terreno. Considera la creación de terrazas que sigan las curvas naturales del terreno, lo que puede ayudar a reducir la erosión y mejorar la estabilidad. Es importante consultar con un ingeniero geotécnico para evaluar el impacto en el drenaje y la estabilidad del suelo. Utiliza maquinaria adecuada para asegurar una nivelación precisa y uniforme. Asegúrate de cumplir con las normativas locales sobre movimiento de tierra y protección ambiental.

Tomando en cuenta al realizar el levantamiento topográfico para el diseño del sistema de aguas lluvias, es esencial contar con un punto de referencia cercano, como un punto IGM, o establecer uno nuevo para facilitar el levantamiento preciso. Esto es fundamental para el desarrollo de los cálculos necesarios en el diseño de la red de recolección de aguas lluvias. Considerando la duración e intensidad de la lluvia para diseñar adecuadamente las ramificaciones principales, evitando conexiones. Es importante utilizar una tabla que especifique valores críticos como longitud, caudal, diámetro de tubería, áreas de aportación y caudal unitario.

Fomentar la participación de la comunidad en la gestión del sistema de alcantarillado pluvial es crucial para su éxito. Se sugiere realizar campañas de sensibilización sobre la importancia del mantenimiento y cuidado del sistema, así como la correcta disposición de residuos. La educación y el compromiso de la comunidad son vitales para asegurar la sostenibilidad del proyecto a largo plazo, promoviendo un entorno más saludable y seguro para todos los habitantes.

5.3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Memoria Hidrosanitario. (2018).
https://www7.quito.gob.ec/mdmq_Ordenanzas/Administraci%C3%B3n%202019-2023/Comisiones%20del%20Concejo%20Metropolitano/Subcomisi%C3%B3n%20T%C3%A9cnica%20de%20C%C3%81reas%20Hist%C3%B3ricas/2020/2020-11-10/Documentos%20de%20tratamiento/2.%20Residencia%20del%20Sr.%20Mauricio%20A/Anexos/memoria_hidrosanitaria.pdf

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL AGUA. (2019). *GESTIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO.*
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2019/Agua_potable_alcantarillado_2019/PRESENTACION%20APA%202019%20V07_rev_corregido.pdf

ANEXO 2 NORMAS_ALCANTARILLADO_EMAAP. (2009).
https://www.aguaquito.gob.ec/Alojamientos/PROYECTO%20LA%20MERCED/ANEXO%202%20NORMAS_ALCANTARILLADO_EMAAP.pdf

Bermeo Cuzco Verónica, & Vega Hernández Erianelly. (2024). *EVALUCACIÓN Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CENTRO PARROQUIAL DE JADÁN, PROVINCIA DE AZUAY.*
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27038/1/UPS-CT011216.pdf>

Características Hidráulicas. (2015). *Características Hidraulicas.*

Conagua. (2010). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento.*
www.conagua.gob.mx

Conagua. (2010). *MANUAL DE AGUA POTABLE ALCANTARILLADO SANITARIO.* www.conagua.gob.mx

Defaz Bucheli, M. E. (2015). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL Trabajo Estructurado de Manera Independiente Enfocado Cuanti-Cualitativamente, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil TEMA: ESTUDIO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA EL CANTÓN LA MANÁ-PROVINCIA DE COTOPAXI PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE SUS HABITANTES.*

EMAAP-QUITO. (2009). *NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PARA LA EMAAP-Q.*
https://www.aguaquito.gob.ec/Alojamientos/PROYECTO%20LA%20MERCED/A NEXO%20%20NORMAS_ALCANTARILLADO_EMAAP.pdf

Empresa Metropolitana de Alcantarillado para EMAAP-Q. (2008). *Normas de Diseño de sistemas de Alcantarillado para la Emaap-Q.*
<https://es.scribd.com/document/446994717/NORMAS-EMAAP-pdf>

FABIO ALLIN JIMENEZ GARCIA. (2005). *modelo de sistema de alcantarillado.*
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/630>

HIDRAULICA FLUVIAL. (2017).

Ing .Ricardo Alfredo López Cualla. (2014). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados.*

José, I., & Terán, M. J. (2019). *MANUAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL CAMPUS XALAPA UNIVERSIDAD VERACRUZANA.*
<https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>

Josué, J., Alarcón, H., Anahí, M., García, M., Santiago, I. E., & Mota, F. (2024). *DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y TRATAMIENTO*

*PRIMARIO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL RECINTO YUMES DEL CANTÓN
PALESTINA, PROVINCIA DEL GUAYAS.*

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27662/1/UPS-GT005131.pdf>

MACIAS CEVALLOS LUIS ALBERTO. (2018). *DISEÑO DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNA DE JOA, CANTON JIPIJAPA.*

<https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2010>

Marcus, R., Del Valle Morresi, M., Carrillo, E. E., Macor, J., Cristina, I., Santa, S.
F., & Argentina, F. (1986). Páginas 41 a 57. In *CUADERNOS DEL CURIHAM* (Vol.
25).

[file:///C:/Users/user/Downloads/administrador,+CURIHAM_04_25_2019_Marcus
_et_a_DOI.pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/administrador,+CURIHAM_04_25_2019_Marcus_et_a_DOI.pdf)

Moreno Vásquez Germania. (2016). *DISEÑO DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO PLUVIAL PARA EL BARRIO MÉXICO, CIUDAD
PUYO, PROVINCIA DE PASTAZA.*

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27038/1/UPS-CT011216.pdf>

NORMATÉCNICA ECUATORIANA. (2014). *NTE INEN 1108 - AGUA POTABLE.
REQUISITOS.*

[https://www.insistec.ec/images/insistec/02-cliente/07-
descargas/NTE%20INEN%201108%20-
%20AGUA%20POTABLE.%20REQUISITOS.pdf](https://www.insistec.ec/images/insistec/02-cliente/07-descargas/NTE%20INEN%201108%20-%20AGUA%20POTABLE.%20REQUISITOS.pdf)

NTE INEN 1108. (2014). *AGUA POTABLE. REQUISITOS.*

[https://www.insistec.ec/images/insistec/02-cliente/07-
descargas/NTE%20INEN%201108%20-
%20AGUA%20POTABLE.%20REQUISITOS.pdf](https://www.insistec.ec/images/insistec/02-cliente/07-descargas/NTE%20INEN%201108%20-%20AGUA%20POTABLE.%20REQUISITOS.pdf)

NTE INEN 1108 - AGUA POTABLE. REQUISITOS. (2014).
[https://www.insistec.ec/images/insistec/02-cliente/07-
descargas/NTE%20INEN%201108%20-
%20AGUA%20POTABLE.%20REQUISITOS.pdf](https://www.insistec.ec/images/insistec/02-cliente/07-descargas/NTE%20INEN%201108%20-%20AGUA%20POTABLE.%20REQUISITOS.pdf)

Precipitaciones Y Caudales De Diseño De Sistemas De Drenaje Pluvial Urbano En Zonas De Huancavelica, C. DE. (2018). *PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA.*

Ramón, M., Blanquer, G., & Manuel, J. (2017). *Métodos para la determinación del coeficiente de escorrentía* (c).
[https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10781/Coeficiente%20de%20escorren
t%C3%ADa.pdf](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10781/Coeficiente%20de%20escorrent%20C3%ADa.pdf)

SIFONES. (2014). <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/3487/Capitulo3.pdf>

Subterránea, E. (2015). *HIDROLOGÍA I: CICLO HIDROLÓGICO.*
https://hidrologia.usal.es/temas/Ciclo_hidrol.pdf

Veolia. (2019). *NORMA TÉCNICA DE DISEÑO BASES Y CRITERIOS DE DISEÑO DE LA ESPECIALIDAD MECÁNICA Y TUBERÍAS PARA PROYECTOS DE LA GERENCIA DE CONSTRUCTORES - URBANIZADORES (GCU).*
[https://www.interagua.com.ec/sites/default/files/2023-08/NTD-IA-
030%20Bases%20y%20Criterios%20de%20Dise%C3%B1o%20Mecanica%20y%
20Tuberias%20-%20GCU_V-001%20CNC.pdf](https://www.interagua.com.ec/sites/default/files/2023-08/NTD-IA-030%20Bases%20y%20Criterios%20de%20Dise%C3%B1o%20Mecanica%20y%20Tuberias%20-%20GCU_V-001%20CNC.pdf)

5.4. ANEXOS

5.4.1. ESTUDIO DEL RECINTO SABANA GRANDE



Imagen 16 Primer Canal Secundario Inhabilitado
Fuente: Autores



Imagen 17 Primer Canal Secundario Inhabilitado
Fuente: Autores



Imagen 18 Segundo Canal Secundario Inhabilitado
Fuente: Autores

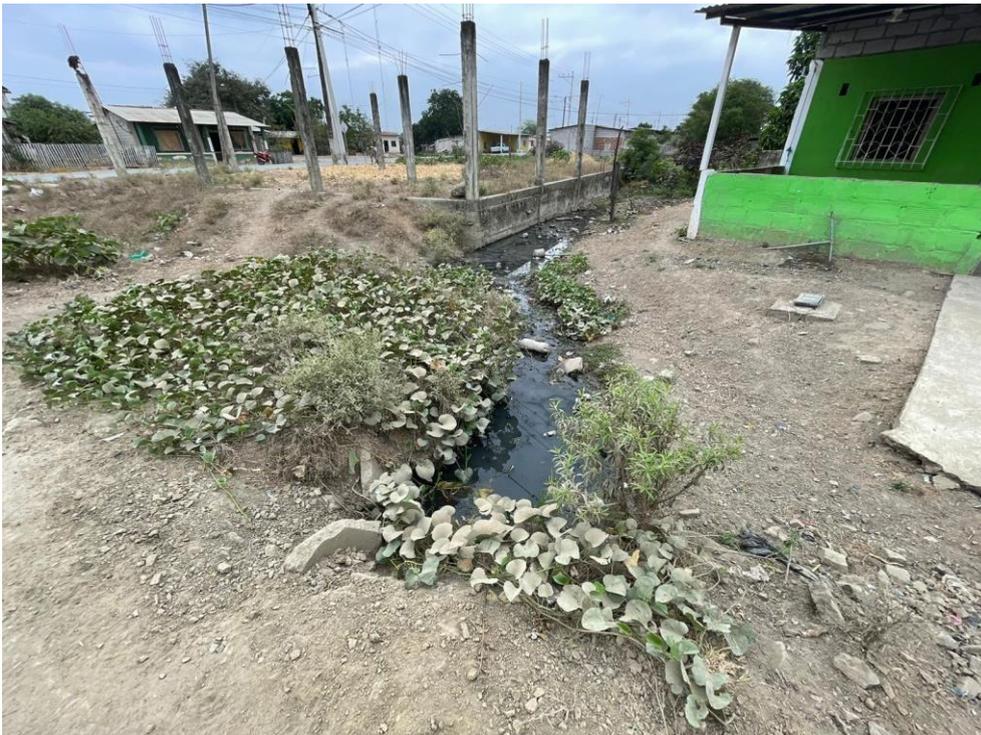


Imagen 19 Segundo Canal Secundario Inhabilitado
Fuente: Autores



Imagen 20 Tercer Canal Secundario Inhabilitado
Fuente: Autores



Imagen 21 Tercer Canal Secundario Inhabilitado
Fuente: Autores



Imagen 22 Canal Principal para Descarga
Fuente: Autores



Imagen 23 Canal Principal para Descarga
Fuente: Autores



Imagen 24 Calle Principal Pavimentada
Fuente: Autores



Imagen 25 Calle Principal Pavimentada
Fuente: Autores

5.4.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL RECINTO SABANA GRANDE



Imagen 26 Nivelación de la Estación Total
Fuente: Autores



Imagen 27 Nivelación de la Estación Total
Fuente: Autores



Imagen 28 Medición de los puntos Topográficos
Fuente: Autores



Imagen 29 Medición de los puntos Topográficos
Fuente: Autores



Imagen 30 Medición del Terreno con Estación Total
Fuente: Autores



Imagen 31 Medición del Terreno con Estación Total
Fuente: Autores



Imagen 32 Punto BM con Estación Total
Fuente: Autores



Imagen 33 Punto BM con Estación Total
Fuente: Autores



Imagen 34 Punto BM con Estación Total
Fuente: Autores



Imagen 35 Punto BM con Estación Total
Fuente: Autores



Imagen 36 Datos Registrados de los Puntos Topográficos
Fuente: Autores



Imagen 37 Datos Registrados de los Puntos Topográficos
Fuente: Autores

INSTITUCIÓN:

CARRERA
INGENIERÍA CIVIL

UPS

TÍTULO:

COTAS Y CURVAS DE NIVEL
DEL RECINTO SABANA
GRANDE

UBICACIÓN:

RECINTO SABANA GRANDE,
CANTÓN GUAYAQUIL

AUTORES:

SANTANA ÁNGULO DYLAN ANDRÉS
VALENCIA ESCOBAR WILMER DARIO

FECHA:

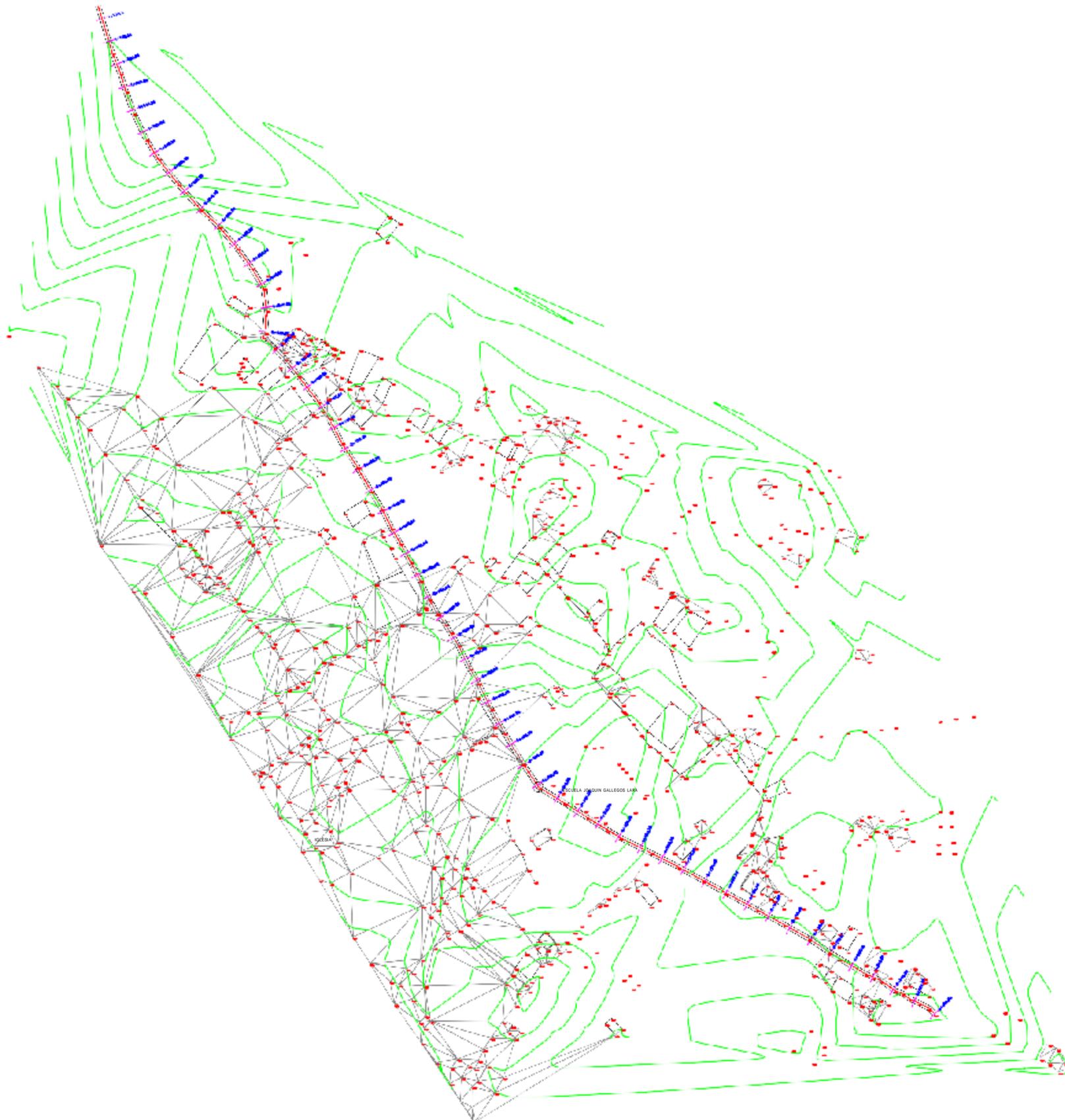
AGOSTO / 2024

ESCALA:

1 : 1250

LÁMINAS:

A0





INSTITUCIÓN:

CARRERA
INGENIERÍA CIVIL

UPS

TÍTULO:

**PUNTOS TOPOGRÁFICOS DEL
RECINTO SABANA GRANDE**

UBICACIÓN:

**RECINTO SABANA GRANDE,
CANTÓN GUAYAQUIL**

AUTORES:

**SANTANA ÁNGULO DYLAN ANDRÉS
VALENCIA ESCOBAR WILMER DARIO**

FECHA:

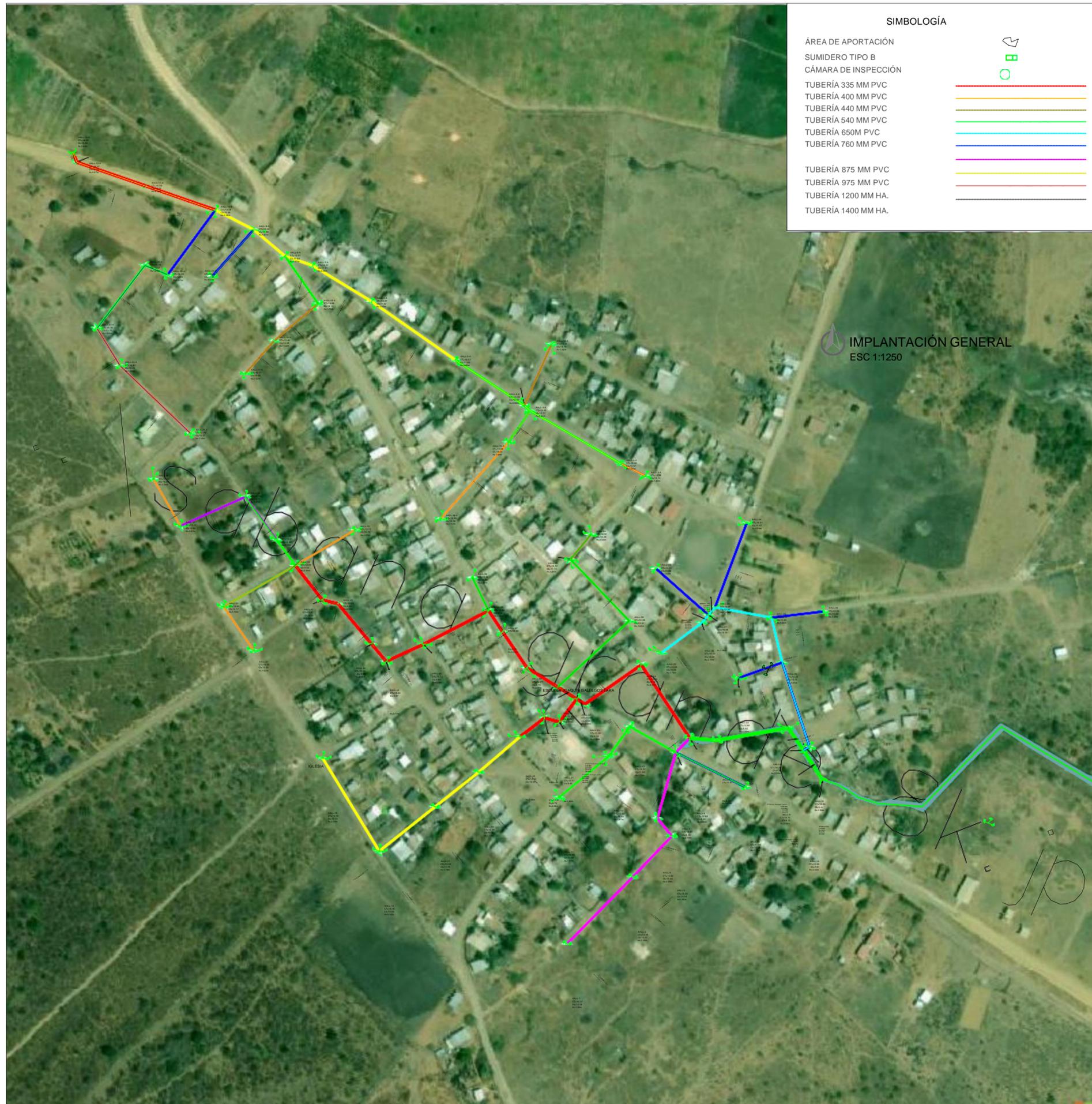
AGOSTO / 2024

ESCALA:

1 : 1250

LÁMINAS:

A0



INSTITUCIÓN:

CARRERA **UPS**
INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO:

RED PRINCIPAL DE
ALCANTARILLADO PLUVIAL
DEL RECINTO SABANA

UBICACIÓN:

RECINTO SABANA GRANDE,
CANTÓN GUAYAQUIL

AUTORES:

SANTANA ÁNGULO DYLAN ANDRÉS
VALENCIA ESCOBAR WILMER DARIO

FECHA:

AGOSTO / 2024

ESCALA:

1 : 1250

LÁMINAS:

A1

INSTITUCIÓN:

CARRERA
INGENIERÍA CIVIL

UPS

TÍTULO:

ÁREAS DE APORTACIÓN
DEL RECINTO SABANA
GRANDE

UBICACIÓN:

RECINTO SABANA GRANDE,
CANTÓN GUAYAQUIL

AUTORES:

SANTANA ÁNGULO DYLAN ANDRÉS
VALENCIA ESCOBAR WILMER DARIO

FECHA:

AGOSTO / 2024

ESCALA:

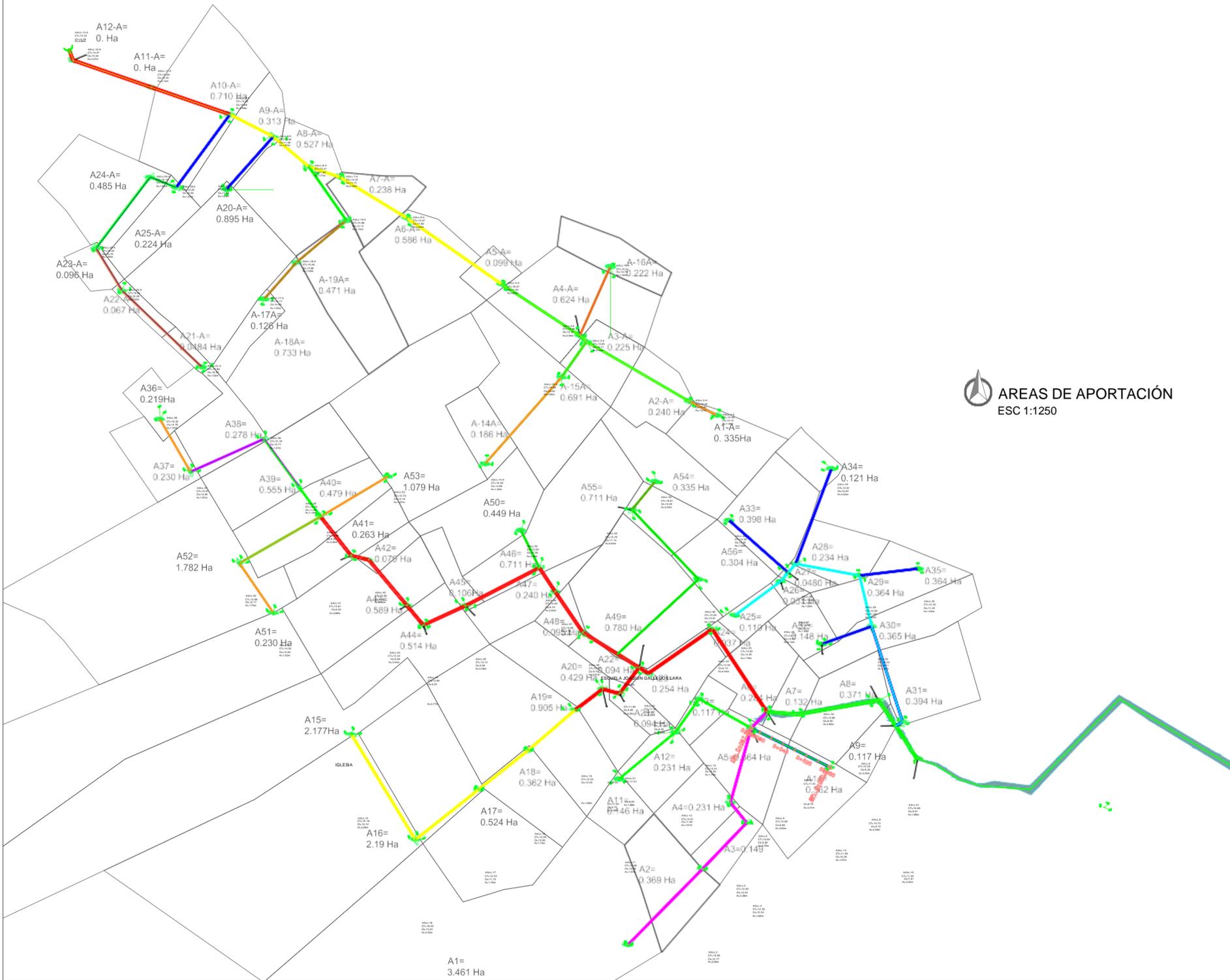
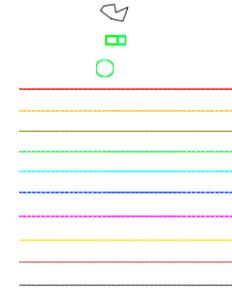
1 : 1250

LÁMINAS:

A1

SIMBOLOGÍA

- ÁREA DE APORTACIÓN
- SUMIDERO TIPO B
- CÁMARA DE INSPECCIÓN
- TUBERÍA 335 MM PVC
- TUBERÍA 400 MM PVC
- TUBERÍA 440 MM PVC
- TUBERÍA 540 MM PVC
- TUBERÍA 650M PVC
- TUBERÍA 760 MM PVC
- TUBERÍA 875 MM PVC
- TUBERÍA 975 MM PVC
- TUBERÍA 1200 MM HA.
- TUBERÍA 1400 MM HA.



INSTITUCIÓN:

CARRERA
INGENIERÍA CIVIL

UPS

TÍTULO:

IMPLANTACIÓN DE
TUBERIAS DEL RECINTO
SABANA GRANDE

UBICACIÓN:

RECINTO SABANA GRANDE,
CANTÓN GUAYAQUIL

AUTORES:

SANTANA ÁNGULO DYLAN ANDRÉS
VALENCIA ESCOBAR WILMER DARIO

FECHA:

AGOSTO / 2024

ESCALA:

1 : 1000

LÁMINAS:

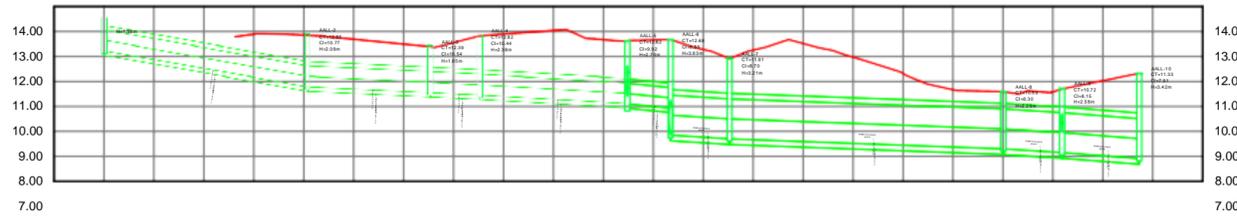
A1

SIMBOLOGÍA

- ÁREA DE APORTACIÓN
- SUMIDERO TIPO B
- CÁMARA DE INSPECCIÓN
- TUBERÍA 335 MM PVC
- TUBERÍA 400 MM PVC
- TUBERÍA 440 MM PVC
- TUBERÍA 540 MM PVC
- TUBERÍA 650M PVC
- TUBERÍA 760 MM PVC
- TUBERÍA 875 MM PVC
- TUBERÍA 975 MM PVC
- TUBERÍA 1200 MM HA.
- TUBERÍA 1400 MM HA.



PERFIL LONGITUDINAL AALL-1 - AALL-10



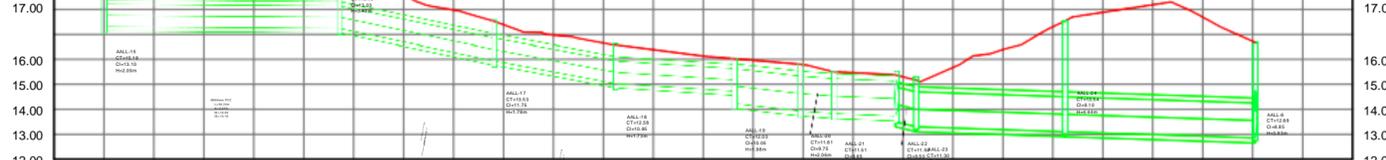
PERFIL LONGITUDINAL AALL-11 - AALL-5



PERFIL LONGITUDINAL AALL-14 - AALL-5



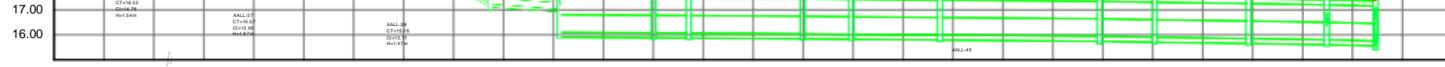
PERFIL LONGITUDINAL AALL-15 - AALL-6



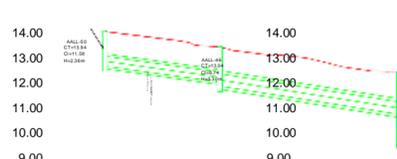
PERFIL LONGITUDINAL AALL-25 - AALL-9



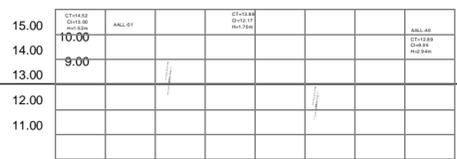
PERFIL LONGITUDINAL AALL-36 - AALL-22



PERFIL LONGITUDINAL AALL-50 - AALL-46



PERFIL LONGITUDINAL AALL-51 - AALL-40



PERFILES LONGITUDINALES
ESC H 1:1000



15.00
14.00
13.00
12.00
11.00

10.00
9.00

V
1
:
1
0
0

INSTITUCIÓN:

CARRERA INGENIERÍA CIVIL

UPS

TÍTULO:

IMPLANTACIÓN DE TUBERIAS DEL RECINTO SABANA GRANDE

UBICACIÓN:

RECINTO SABANA GRANDE, CANTÓN GUAYAQUIL

AUTORES:

SANTANA ÁNGULO DYLAN ANDRÉS VALENCIA ESCOBAR WILMER DARIO

FECHA:

AGOSTO / 2024

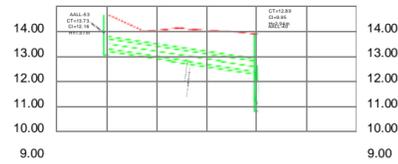
ESCALA:

1 : 1000

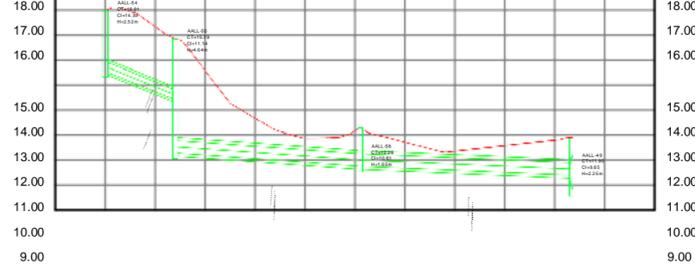
LÁMINAS:

A1

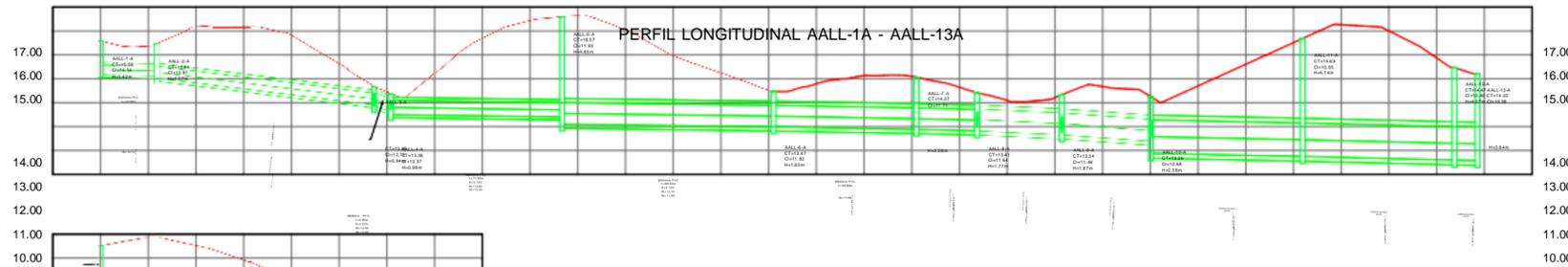
PERFIL LONGITUDINAL AALL-53 - AALL-40



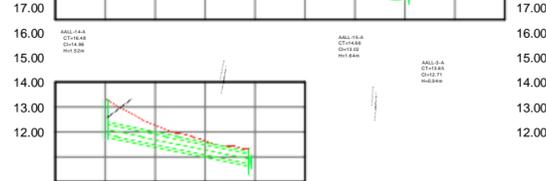
PERFIL LONGITUDINAL AALL-54 - AALL-49



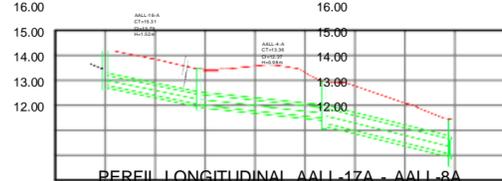
PERFIL LONGITUDINAL AALL-1A - AALL-13A



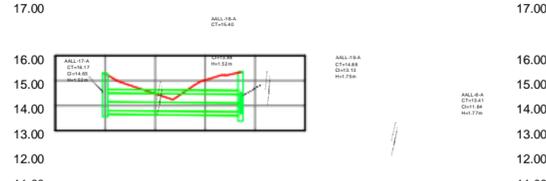
PERFIL LONGITUDINAL AALL-14A - AALL-3A



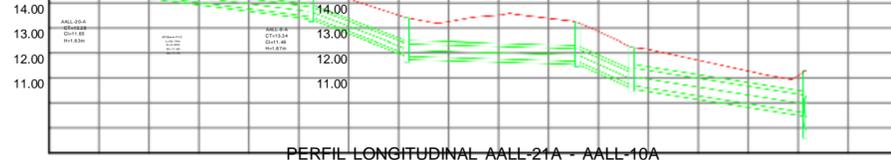
PERFIL LONGITUDINAL AALL-16A - AALL-4A



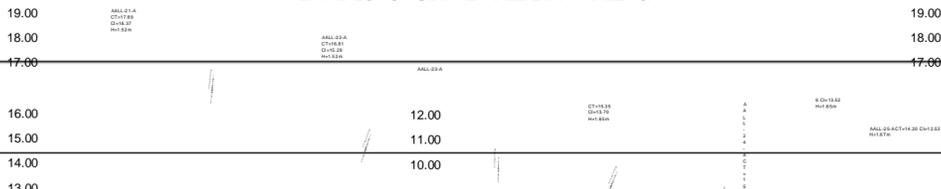
PERFIL LONGITUDINAL AALL-17A - AALL-8A



PERFIL LONGITUDINAL AALL-20A - AALL-9A



PERFIL LONGITUDINAL AALL-21A - AALL-10A



SIMBOLOGÍA

- ÁREA DE APORTACIÓN
- SUMIDERO TIPO B
- CÁMARA DE INSPECCIÓN
- TUBERÍA 335 MM PVC
- TUBERÍA 400 MM PVC
- TUBERÍA 440 MM PVC
- TUBERÍA 540 MM PVC
- TUBERÍA 650M PVC
- TUBERÍA 760 MM PVC
- TUBERÍA 875 MM PVC
- TUBERÍA 975 MM PVC
- TUBERÍA 1200 MM HA.
- TUBERÍA 1400 MM HA.



PERFILES LONGITUDINALES

16.00
15.00
14.00
13.00
12.00
11.00
10.00

E
S
C
H
1:
10
00

V
1
:
1
0
0

INSTITUCIÓN:

CARRERA **UPS**
INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO:

PLANO TIPO DE ZANJA PARA
INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

UBICACIÓN:

RECINTO SABANA GRANDE,
CANTÓN GUAYAQUIL

AUTORES:

SANTANA ÁNGULO DYLAN ANDRÉS
VALENCIA ESCOBAR WILMER DARIO

FECHA:

AGOSTO / 2024

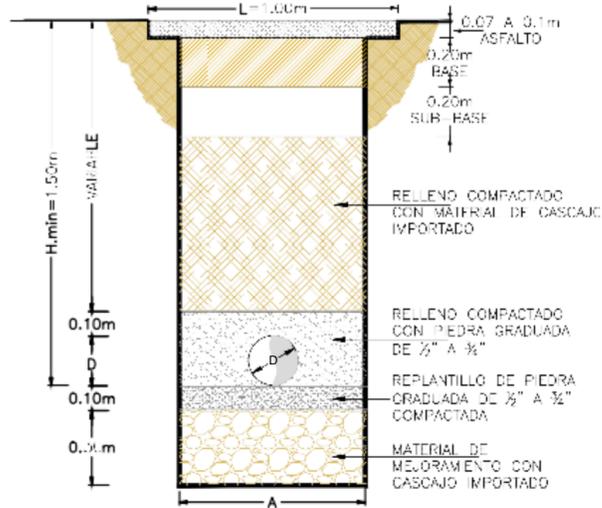
ESCALA:

1 : 1

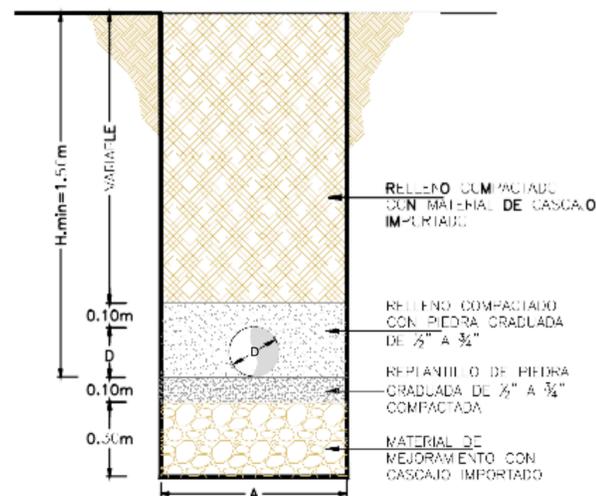
LÁMINAS:

A0

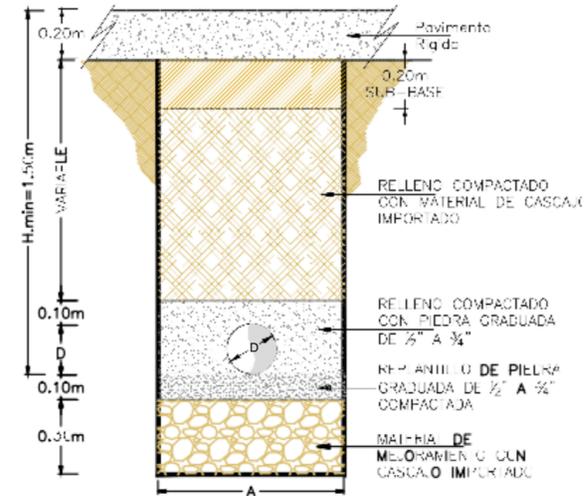
ZANJA MÍNIMA PARA INSTALACIÓN
DE COLECTOR
EN CALLE ASFALTADA



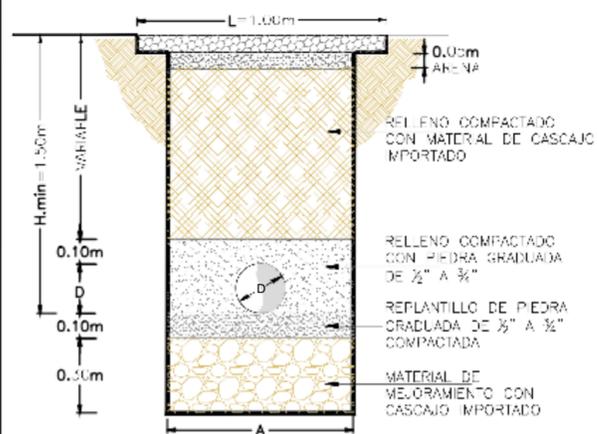
ZANJA MINIMA PARA INSTALACION
DE COLECTOR EN CALLE
SIN PAVIMENTAR



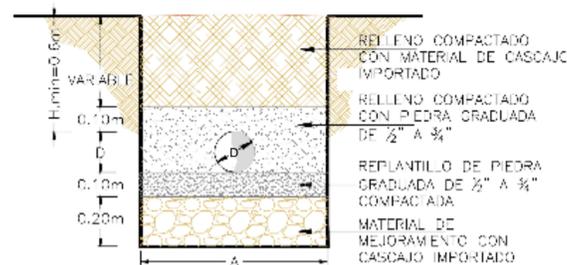
ZANJA MINIMA PARA INSTALACION DE
COLECTOR EN CALLE
DE PAVIMENTO RIGIDO
ANCHO = 1 PAÑO



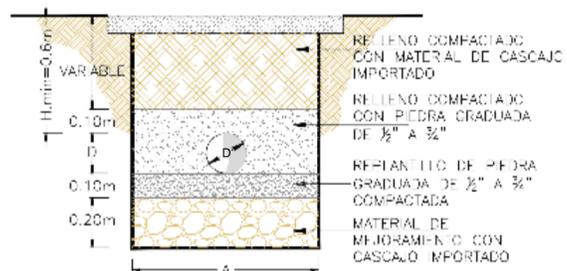
ZANJA MINIMA PARA INSTALACION
DE COLECTOR
EN CALLE ADOQUINADA



ZANJA MÍNIMA PARA INSTALACIÓN DE
RAMAL DOMICILIARIO
EN ACERA SIN PAVIMENTAR



ZANJA MÍNIMA PARA INSTALACIÓN DE
RAMAL DOMICILIARIO EN ACERA
PAVIMENTADA



ANCHO MINIMO DE ZANJAS CON
TABLAESTACADO

$A = \phi + 1000 \text{ mm}$

ANCHO MINIMO DE ZANJA SIN
TABLAESTACADO

$\phi < 400 \text{ mm} \quad A = \phi + 600 \text{ mm}$

$\phi > 400 \text{ mm} \quad A = \phi + 1000 \text{ mm}$

250

11 Ø8mm
2 Est.8mm c/200m

100

INSTITUCIÓN:

UPS

**CARRERA
INGENIERÍA CIVIL**

TÍTULO:

**PLANO DEL TIPO DE
LOSA DE PROTECCIÓN**

UBICACIÓN:

**RECINTO SABANA GRANDE,
CANTÓN GUAYAQUIL**

AUTORES:

**SANTANA ÁNGULO DYLAN ANDRÉS
VALENCIA ESCOBAR WILMER DARIO**

FECHA:

AGOSTO / 2024

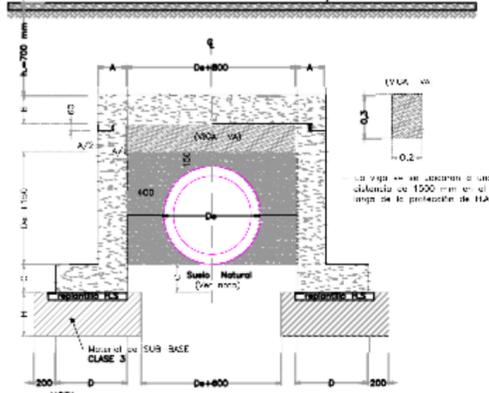
ESCALA:

1 : 1

LÁMINAS:

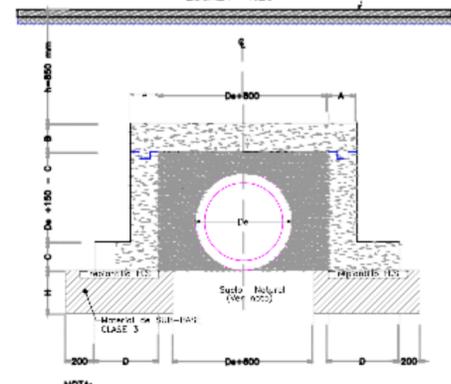
A0

**LOSA DE PROTECCION DESMONTABLE OPCION 1
GEOMETRIA
ESCALA 1:20**



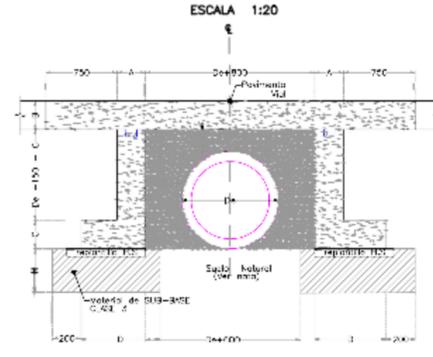
NOTA:
- EL MATERIAL DE MEJORAMIENTO PARA LA CIMENTACION ES SUB-BASE CLASE 3 Y EL SUELO EN EL SITIO DE LA OBRA TIENE UNA CAPACIDAD MAYOR O IGUAL A 15 TON/M²

**LOSA DE PROTECCION NO DESMONTABLE OPCION 2
GEOMETRIA
ESCALA 1:20**



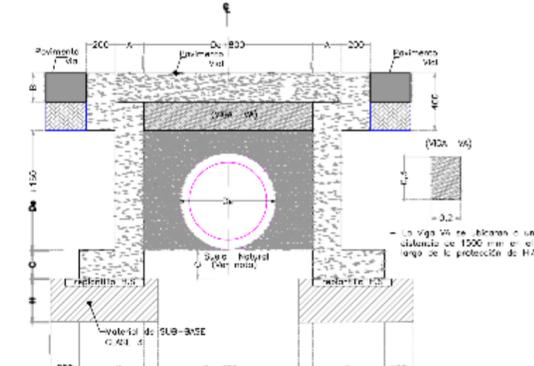
NOTA:
- EL MATERIAL DE MEJORAMIENTO PARA LA CIMENTACION PUEDE SER ELIMINADO SI EL SUELO EN EL SITIO DE LA OBRA TIENE UNA CAPACIDAD MAYOR O IGUAL A 15 TON/M²

**LOSA DE PROTECCION NO DESMONTABLE OPCION 3
GEOMETRIA
A NIVEL DE CALZADA VEHICULAR
ESCALA 1:20**



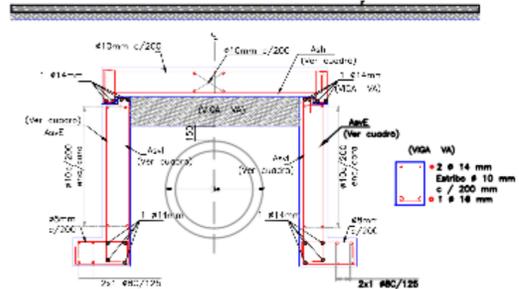
NOTA:
- EL MATERIAL DE MEJORAMIENTO PARA LA CIMENTACION PUEDE SER ELIMINADO SI EL SUELO EN EL SITIO DE LA OBRA TIENE UNA CAPACIDAD MAYOR O IGUAL A 15 TON/M²

**LOSA DE PROTECCION DESMONTABLE OPCION 4
GEOMETRIA
A NIVEL DE CALZADA VEHICULAR
ESCALA 1:20**



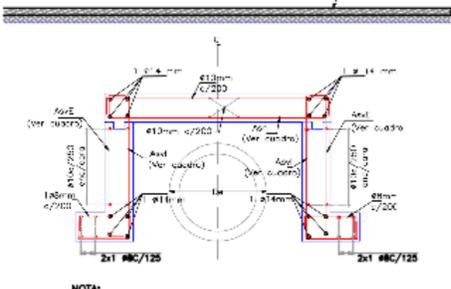
NOTA:
- EL MATERIAL DE MEJORAMIENTO PARA LA CIMENTACION PUEDE SER ELIMINADO SI EL SUELO EN EL SITIO DE LA OBRA TIENE UNA CAPACIDAD MAYOR O IGUAL A 15 TON/M²

**LOSA DE PROTECCION DESMONTABLE OPCION 1
ARMADURA DE RE-LEJERZO
ESCALA 1:20**



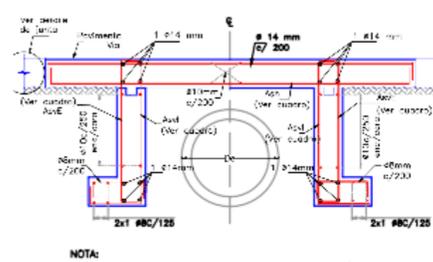
NOTA:
- EL MATERIAL DE MEJORAMIENTO PARA LA CIMENTACION PUEDE SER ELIMINADO SI EL SUELO EN EL SITIO DE LA OBRA TIENE UNA CAPACIDAD MAYOR O IGUAL A 15 TON/M²

**LOSA DE PROTECCION NO DESMONTABLE OPCION 2
ARMADURA DE RE-LEJERZO
ESCALA 1:20**



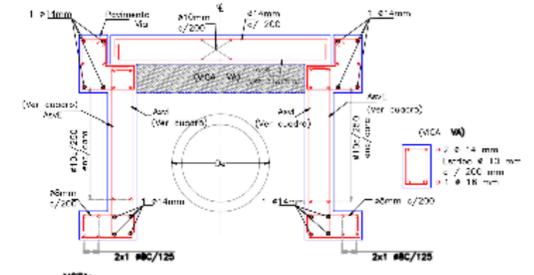
NOTA:
- EL MATERIAL DE MEJORAMIENTO PARA LA CIMENTACION PUEDE SER ELIMINADO SI EL SUELO EN EL SITIO DE LA OBRA TIENE UNA CAPACIDAD MAYOR O IGUAL A 15 TON/M²

**LOSA DE PROTECCION NO DESMONTABLE OPCION 3
GEOMETRIA
A NIVEL DE CALZADA VEHICULAR
ESCALA 1:20**



NOTA:
- EL MATERIAL DE MEJORAMIENTO PARA LA CIMENTACION PUEDE SER ELIMINADO SI EL SUELO EN EL SITIO DE LA OBRA TIENE UNA CAPACIDAD MAYOR O IGUAL A 15 TON/M²

**LOSA DE PROTECCION DESMONTABLE OPCION 4
GEOMETRIA
A NIVEL DE CALZADA VEHICULAR
ESCALA 1:20**



NOTA:
- EL MATERIAL DE MEJORAMIENTO PARA LA CIMENTACION PUEDE SER ELIMINADO SI EL SUELO EN EL SITIO DE LA OBRA TIENE UNA CAPACIDAD MAYOR O IGUAL A 15 TON/M²

**CUADRO DE MEDIDAS Y ACERO DE REFUERZO
OPCION 1**

De	A	B	C	D	H	h	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
400mm	200	200	200	550	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
500mm	200	200	200	550	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
550mm	200	200	200	550	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
675mm	200	200	200	600	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
750mm	200	200	200	600	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
900mm	200	200	200	650	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
1000mm	200	200	200	650	500	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
1100mm	225	225	225	650	500	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
1200mm	225	225	225	750	500	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
1350mm	250	250	250	750	600	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
1500mm	250	250	250	800	600	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200

OPCION 4

CUADRO DE MEDIDAS Y ACERO DE REFUERZO

De	A	B	C	D	H	h	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
400mm	200	200	200	550	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
500mm	200	200	200	550	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
550mm	200	200	200	550	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
675mm	200	200	200	600	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
750mm	200	200	200	600	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
900mm	200	200	200	650	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
1000mm	200	200	200	650	500	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
1100mm	225	225	225	650	500	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
1200mm	225	225	225	750	500	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
1350mm	250	250	250	750	600	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
1500mm	250	250	250	800	600	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200

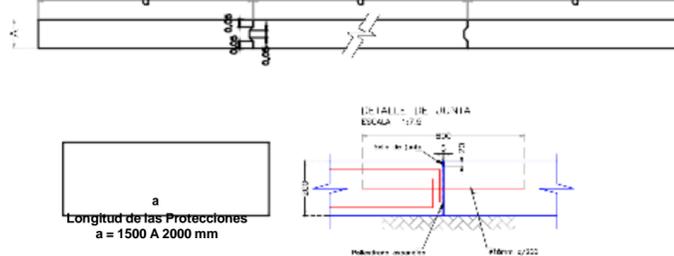
**CUADRO DE MEDIDAS Y ACERO DE REFUERZO
OPCION 2**

De	A	B	C	D	H	h	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
400mm	200	200	200	500	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
500mm	200	200	200	500	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
550mm	200	200	200	500	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
675mm	200	200	200	550	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
750mm	200	200	200	550	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
900mm	200	200	200	600	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
1000mm	200	200	200	600	500	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
1100mm	225	225	225	600	500	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
1200mm	225	225	225	700	500	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
1350mm	250	250	250	700	600	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
1500mm	250	250	250	750	600	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200

**CUADRO DE MEDIDAS Y ACERO DE REFUERZO
OPCION 3**

De	A	B	C	D	H	h	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
400mm	200	200	200	500	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
500mm	200	200	200	500	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
550mm	200	200	200	500	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
675mm	200	200	200	550	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
750mm	200	200	200	550	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
900mm	200	200	200	600	400	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
1000mm	200	200	200	600	500	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
1100mm	225	225	225	600	500	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
1200mm	225	225	225	700	500	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
1350mm	250	250	250	700	600	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200
1500mm	250	250	250	750	600	1000	Ø12c/200	Ø12c/200	Ø12c/200

**ELEVACION LONGITUDINAL DE LOSA DESMONTABLE
ESCALA 1:20**



SE USARA:

NORMA ESTRUCTURAL: f'c = 280 kg/cm² para el cuerpo de cámara y ESCALA: 1: 75
la losa que no este en contacto con la rosante
(Resistencia a la compresion a los 28 días)

HORMIGON ESTRUCTURAL: f'c = 350 kg/cm² para la losa desmontable en uso de calzada vehicular (Resistencia a la compresion a los 28 días)

HORMIGON SIMPLE: f'c = 180 kg/cm² (uso resorte R.C 28 días)

ACERO DE REFUERZO : fy = 4200 kg/cm² (Resistencia a la fluencia A42)

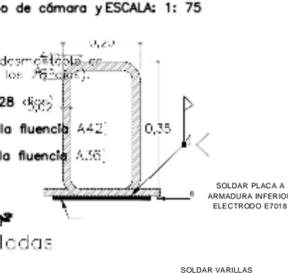
PERFIL ESTRUCTURAL : fy = 2400 kg/cm² (Resistencia a la fluencia A35)

ELECTRODOS E - 7018 (AWS A5.1 - 91)

CAPACIDAD DEL SUELO (qu) = >15 toneladas/m²

CARGA VEHICULAR MAXIMA = 14 toneladas

DETALLE DE GANCHO DE LA/E



PLACA METALICA (250x200x8) mm.

INSTITUCIÓN:

CARRERA INGENIERÍA CIVIL

UPS

TÍTULO:

CÁMARA DE INSPECCIÓN AALL TIPO II 220-760 mm

UBICACIÓN:

RECINTO SABANA GRANDE, CANTÓN GUAYAQUIL

AUTORES:

SANTANA ÁNGULO DYLAN ANDRÉS VALENCIA ESCOBAR WILMER DARIO

FECHA:

AGOSTO / 2024

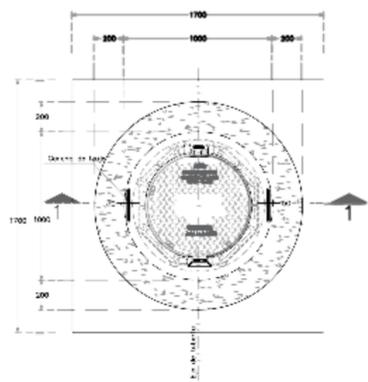
ESCALA:

1 : 1

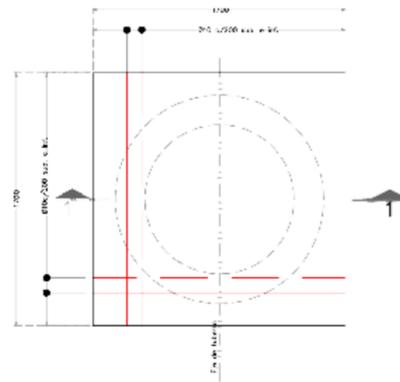
LÁMINAS:

A0

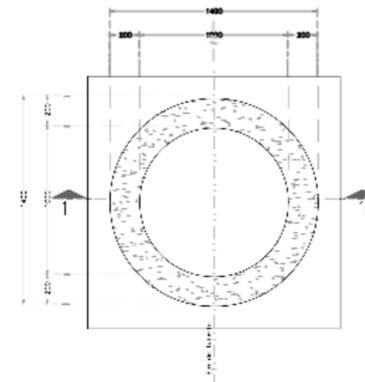
IMPLANTACION DE CAMARA
ESCALA 1:20



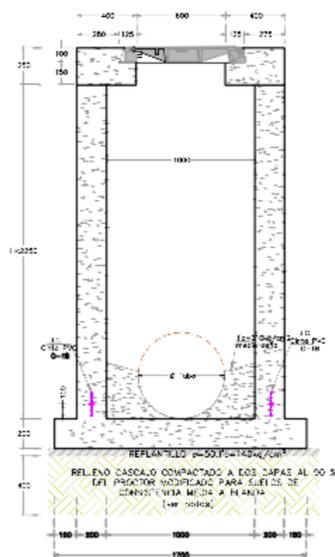
ARMADURA LOSA DE CIMENTACION: PLANTA
ESCALA 1:20



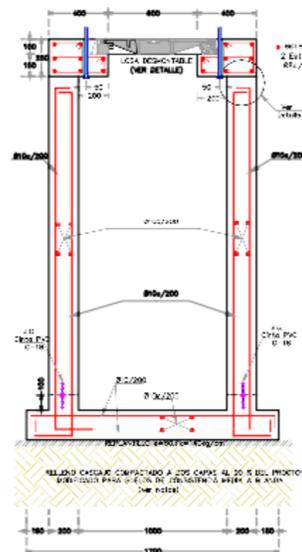
PLANTA DE PAREDES DE CAMARA
ESCALA 1:20



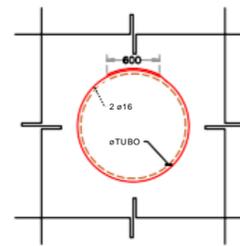
CORTE 1-1: GEOMETRIA
ESCALA 1:20



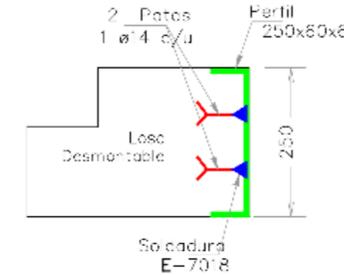
CORTE 1-1: ARMADURA
ESCALA 1:20



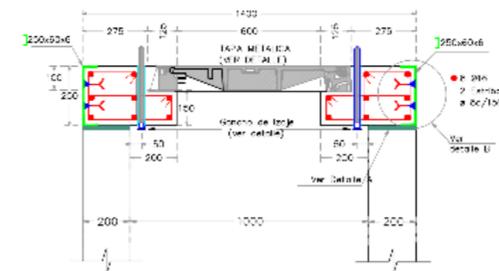
REFLEJO POR ABERTURA TUBO
SIN ESCALA



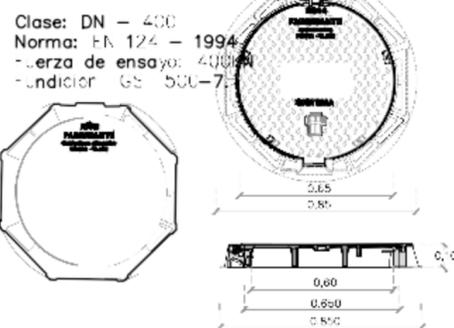
DETALLE B
ESCALA 1:5



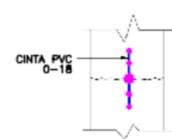
DETALLE DE LOSA DESMONTABLE
ESCALA 1:12.5



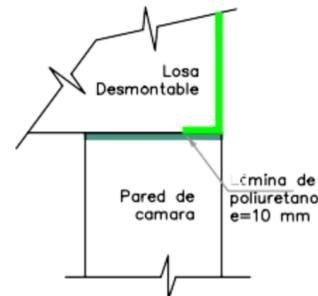
DETALLE DE TAPA H.D.
PLANTA
ESCALA 1:12.5



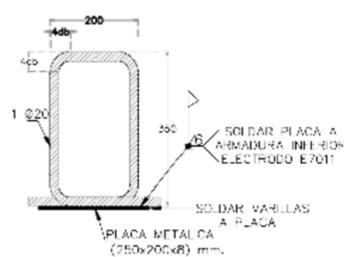
DETALLE DE JUNTA
SIN ESCALA



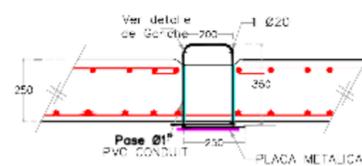
DETALLE A
ESCALA 1:5

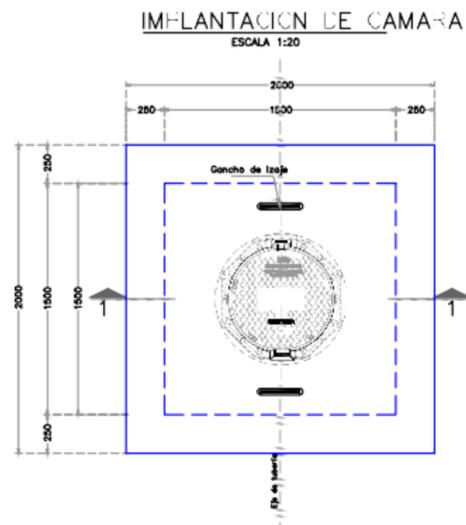


DETALLE DE GANCHO
SIN ESCALA

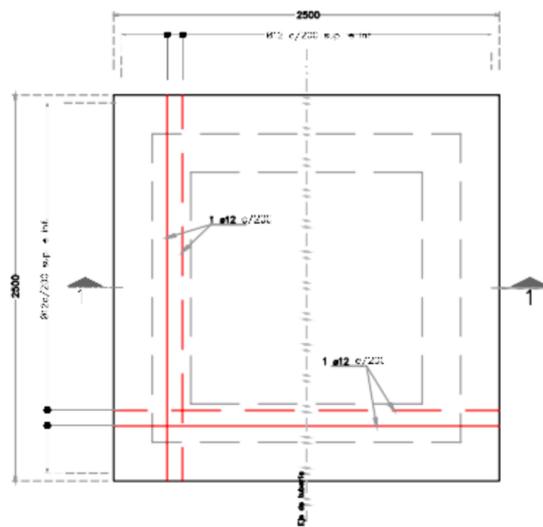


DETALLE 1
GANCHOS PARA IZAJE DE LOSA
SIN ESCALA

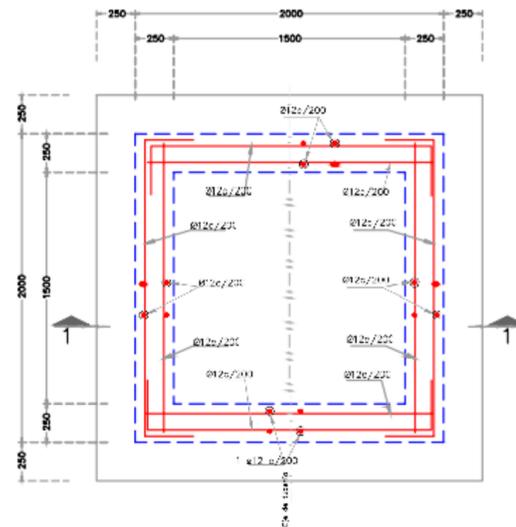




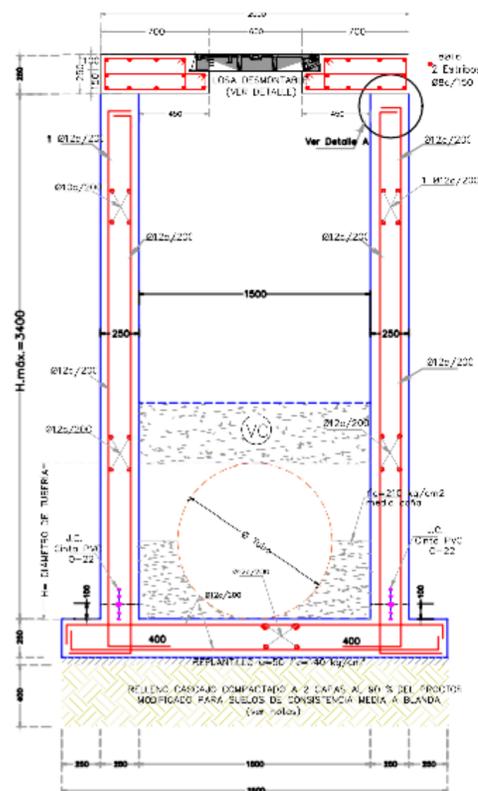
ARMADURA LOSA DE CIMENTACION: PLANTA
ESCALA 1:20



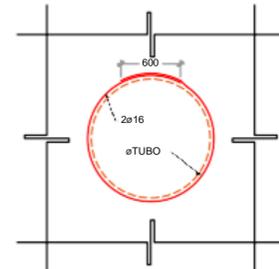
ARMADURA DE PAREDES: PLANTA
ESCALA 1:20



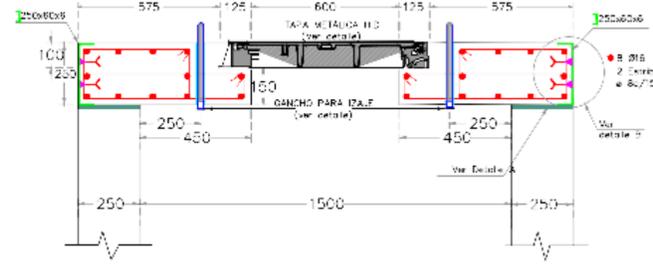
CORTE 1-1: ARMADURA
ESCALA 1:20



REFUERZO POR ABERTURA TUBO
SIN ESCALA



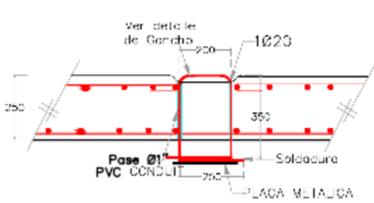
DETALLE DE LOSA DESMONTABLE
ESCALA 1:12.5



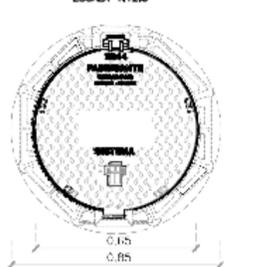
DETALLE DE JUNTA
SIN ESCALA



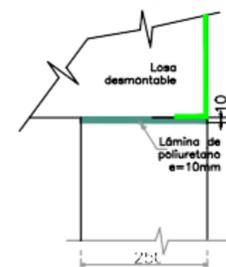
DETALLE 1
CANCHOS PARA IZAJE DE LOSA
SIN ESCALA



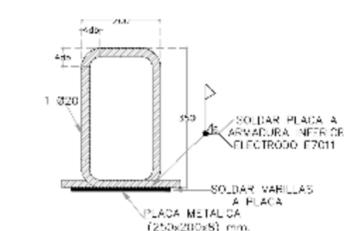
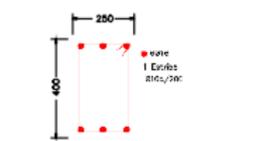
DETALLE DE TAPA H.D.
PLANTA
ESCALA 1:12.5



DETALLE A
ESCALA 1:5

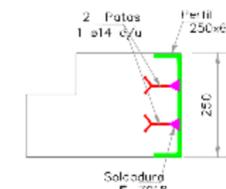


VIGA VC: ARMADURA
ESCALA 1:12.5



Clase: DN - 400
Norma: EN 124 - 1994
Fuerza de ensayo: LOKN
Fundición CS 500-7.

DETALLE B
ESCALA 17.5



INSTITUCIÓN:

CARRERA **UPS**
INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO:

CÁMARA DE INSPECCIÓN AALL TIPO III + 33-44 pulg

UBICACIÓN:

RECINTO SABANA GRANDE, CANTÓN GUAYAQUIL

AUTORES:

SANTANA ÁNGULO DYLAN ANDRÉS
VALENCIA ESCOBAR WILMER DARIO

FECHA:

AGOSTO / 2024

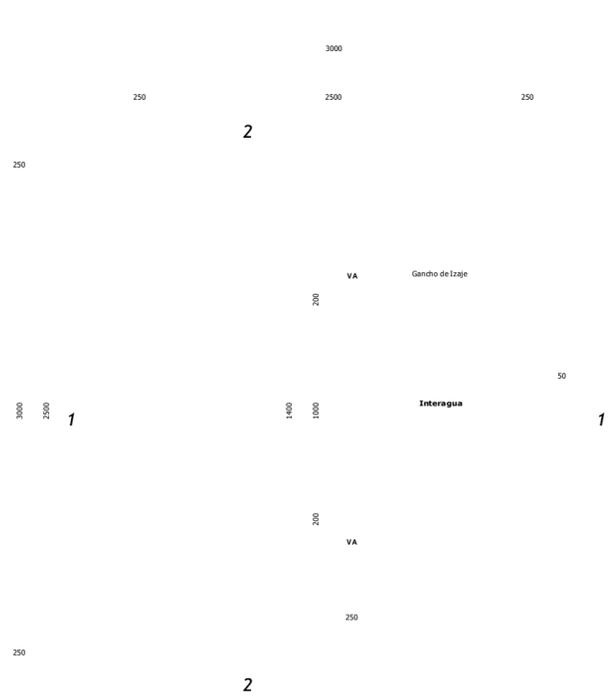
ESCALA:

1 : 1

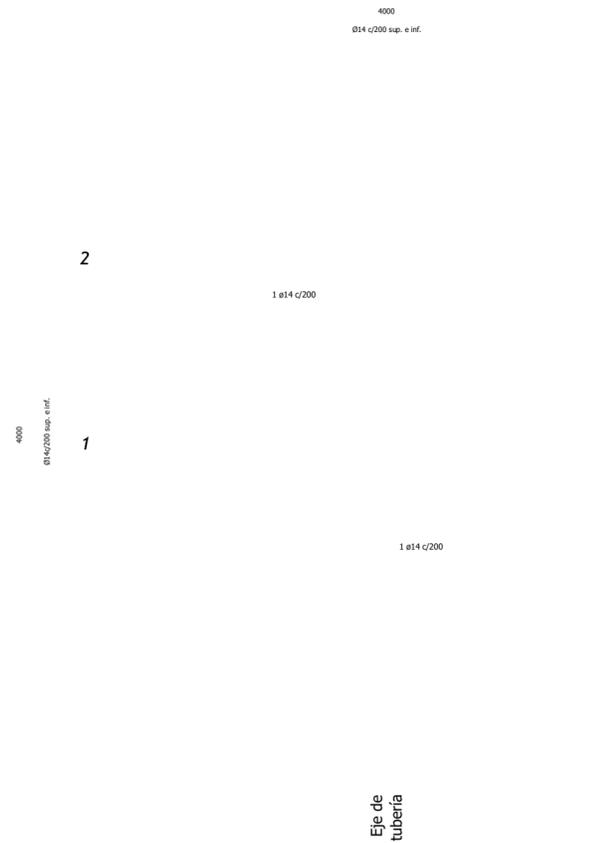
LÁMINAS:

A0

IMPLANTACION DE CAMARA



ARMADURA LOSA DE CIMENTACION: PLANTA



ARMADURA DE PAREDES: PLANTA



CORTE 1-1: ARMADURA



CORTE 2-2: ARMADURA



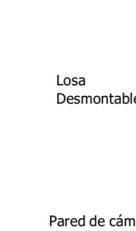
DETALLE DE LOSA DESMONTABLE



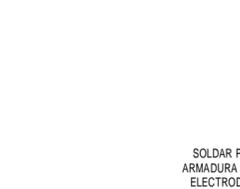
DETALLE C



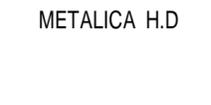
DETALLE A



DETALLE DE GANCHO



DETALLE DE TAPA



DETALLE 1

GANCHOS PARA IZADO DE LOSA



REFUERZO POR ABERTURA TUBO



Clase: DN - 400
Norma: EN 124 - 1994

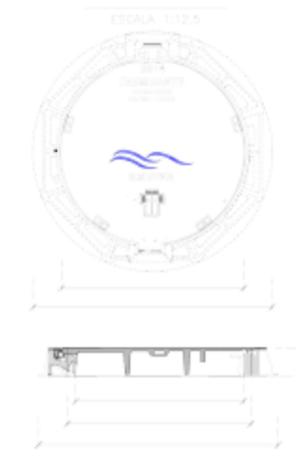
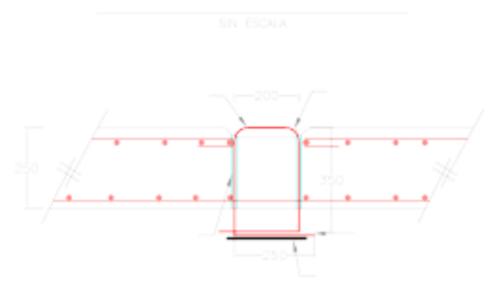
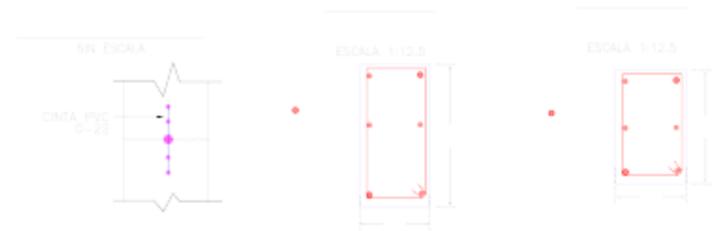
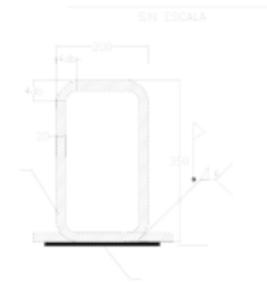
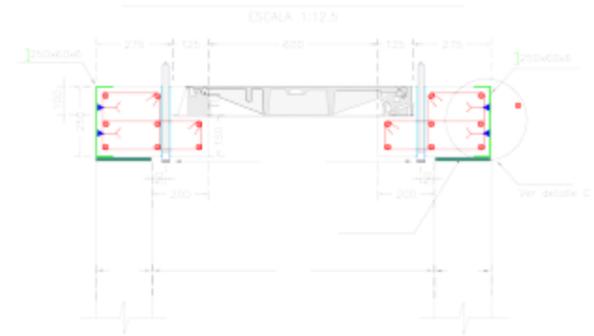
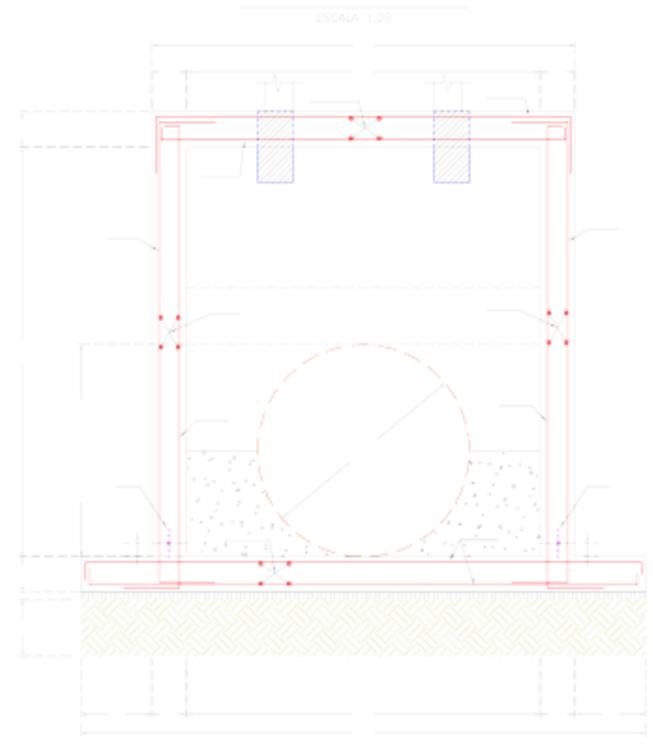
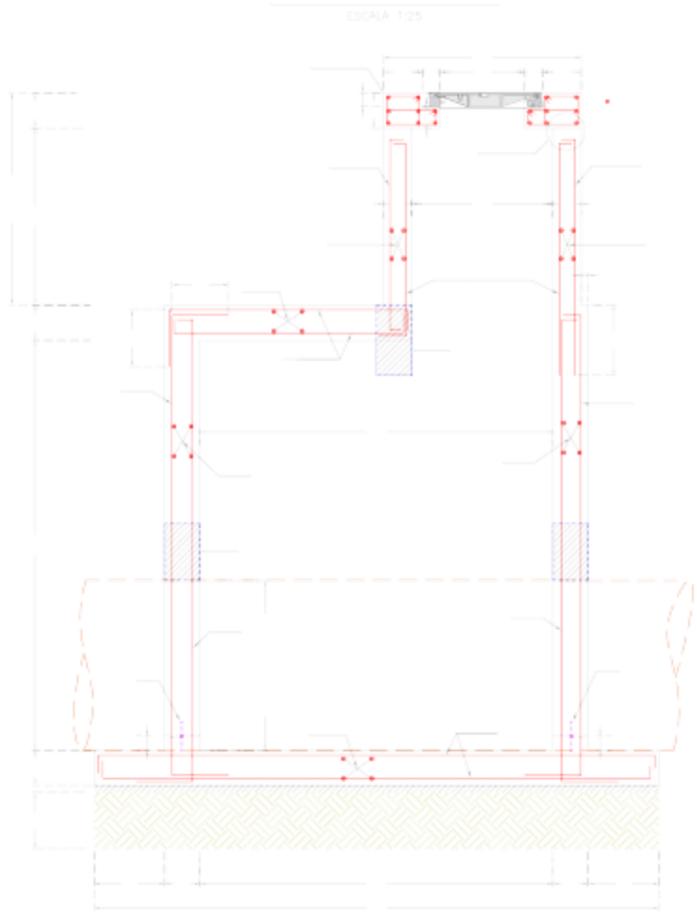
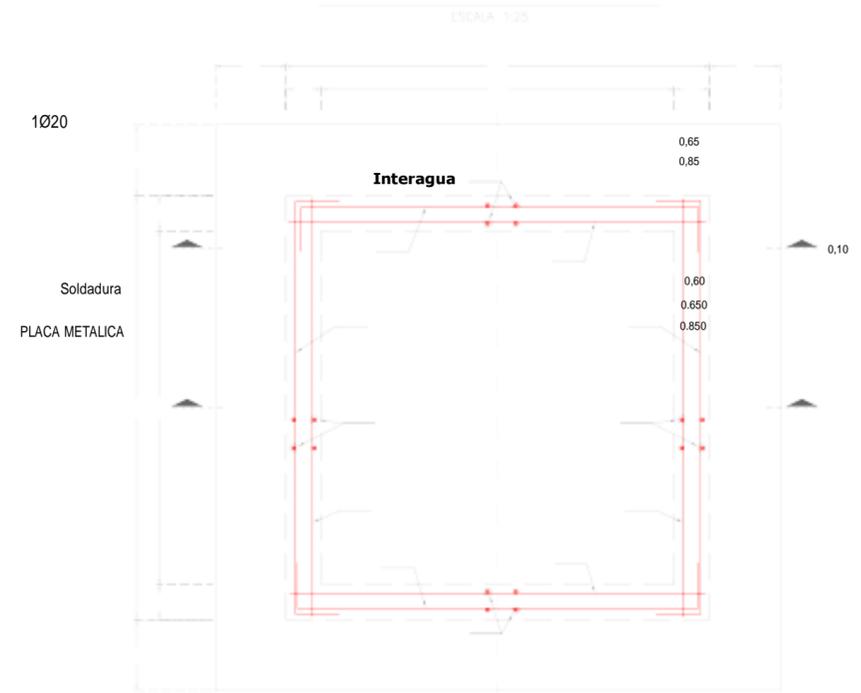
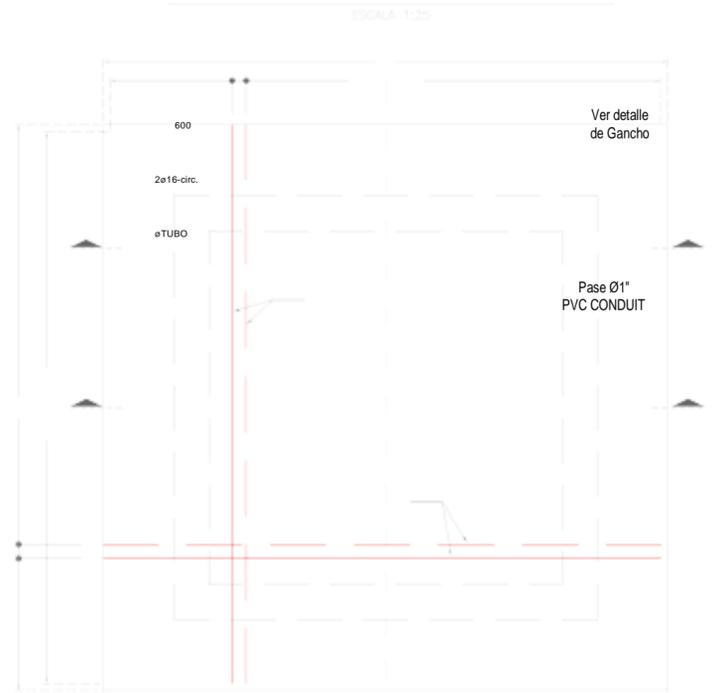
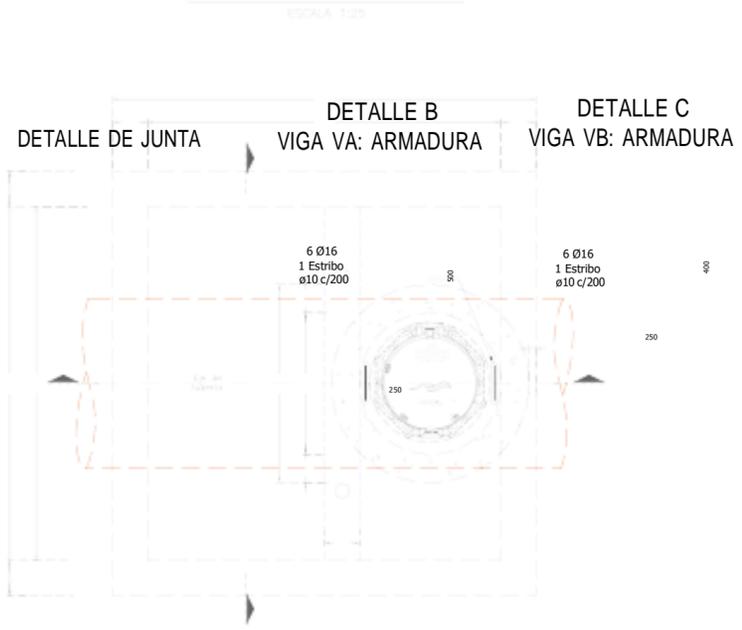
Fuerza de ensayo: 400KN
Fundición GS 500-7.

Interagua

NOTAS

- Generales:**
- El diseño contempla una altura de cámara hasta 5000 mm, para alturas mayores se deberá realizar un diseño particular.
 - Las medidas están dadas en milímetros o menos que se indique de otra manera.
 - Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo.
 - Se dejara una ranura en dirección del gancho de izaje.
- El contratista deberá prever todos los detalles (geometría, anclajes, etc.) relacionados a la fijación de la tapa de H.D. al hormigón.**
- Hormigón:**
El hormigón deberá tener una resistencia a la compresión a los 28 días de $f'c=280\text{kgi/cm}^2$ para muros y losa de cimentación. Y $f'c=350\text{kgi/cm}^2$ para la losa superior de la cámara; se deberá utilizar un acelerante de fraguado libre de cloruros; además se utilizarán aditivos impermeabilizantes por cristalización en el hormigón fresco. Adicional a esto todos los elementos de hormigón armado tendrán en su mezcla un inhibidor de corrosión de carboxilatos de amina, dosificación 1 lt/m³.
- Acero:**
- El acero de refuerzo para la cámara será de $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ acero soldable Norma INEN: 2167.
- El recubrimiento del acero de refuerzo será:
Losa de cimentación y muros 50 mm
Losa desmontable 25 mm
- El diámetro de doblado en la cara interior de las varillas longitudinales será 6 veces su diámetro y para estribos será de 4 veces.
- Especificaciones varias:**
- Para tapas, tuberías, etc., referirse a normas técnicas del producto correspondiente.
- Varios:**
- La losa superior desmontable deberá ser removida con herramientas mecánicas.
- Se debe colocar SIKAFLEX 1A en la junta que se produce entre la tubería y el hormigón de la cámara, se debe usar como imprimante en el hormigón en contacto con la tubería SIKABUR 32 PRIMER N.
- Este plano reemplaza al ALC-895 Rev.6
 - El cuerpo de la tapa de las cámaras D=400 y la base deben estar fabricadas en hierro dúctil grado 80-35-06 según Norma ASTM A 336.
 - La carga de ensayo de la tapa es de 400 KN según la norma EN 124.
 - Ver norma técnica de Producto NTP-IA-003.
 - Ver rotulación de tapa ESQ. 555.
 - En el sentido longitudinal a la tubería principal, dentro de la cámara se hará la moldura media caña (cañuela) hasta una altura mínima equivalente a la mitad del diámetro del tubo.
 - analizar la información del estudio de suelo a profundidad de 10 m. a 15 m. realizado para el diseño de los colectores, donde se incluye los siguientes ensayos: contenido de agua, límites de atterberg, granulometría por tamiz # 4 y 200, compresión simple en suelos inalterados o SPT en suelos granulares, consolidación, además se determinará presencia de nivel freático y capacidad portante del suelo, también las recomendaciones para definir el tipo de cimentación superficial o profunda, el tipo de protección a implementar en la estabilidad de la excavación, materiales del sitio e importados a usar en los rellenos.
 - De existir suelo duro o roca bajo la losa de cimentación de la cámara, no se colocará el relleno de cimentación superficial.
 - Para el caso de suelo blando de alta plasticidad bajo la losa de cimentación de la cámara, que sea propenso a inestabilidad por asentamiento, se diseñará elementos de cimentación profunda (pilotes).
 - Toda junta de Construcción llevará cinta de PVC tipo O-22

REVISION



1 1-07-16 CINTA PVC Ø22 D.V.R. C.L.
REV. Nº FECHA DESCRIPCION DIS. REV. APRB.

SUB-GERENCIA DE OBRAS
INTERNATIONAL WATER SERVICES
Interagua

ALCANTARILLADO
CÁMARA DE INSPECCIÓN DE AALL Y AASS
TIPO IV : 48" a 66"

PLANTA, CORTES
Y DETALLES ESTRUCTURALES

ALC-4216 Rev.2
