

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**“DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y
PLUVIAL PARA LA URBANIZACIÓN PRIVADA BALCONES DEL NORTE
UBICADA EN EL CANTÓN DE EL EMPALME DE LA PROVINCIA DEL
GUAYAS”**

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Augusto David García Paredes

Joao Javier Casal Torres

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2019

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico principalmente a Dios, por hacer todo esto posible y bendecir cada instante de este largo camino. A mis padres; Rocío Torres y Tomás Casal por el apoyo incondicional en todo momento de mi vida. A mi tío Pedro Casal por estar siempre presente. Finalmente, a todos mis amigos que han sido parte de este proceso contribuyendo para mi desarrollo profesional y desarrollo de habilidades.

Joao Javier Casal Torres

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico en primer lugar a Dios que ha guiado mi camino en todo el transcurso de mi carrera. A mis Padres Mirella Paredes y Augusto García, a mis hermanas y amigos y en especial a la familia que Dios me ha dado mi hijo y mi Novia.

Gracias por todo.

Augusto David García Paredes

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud a la Escuela Superior Politécnica del Litoral y a todos los docentes que han aportado con mi formación como futuro profesional. A mis padres por ser los principales colaboradores con este logro, por confiar y creer en mí. Y ante todo a Dios por permitirme llegar a esta instancia que solo es un peldaño más en el transcurso de la vida.

Joao Javier Casal Torres

AGRADECIMIENTOS

Mis más sincero agradecimientos a la ESPOL, que me permitió formar mi carrera en una de las mejores universidades del País. A los profesores que contribuyeron de forma directa con mi formación, el Doctor David Matamoros en especial por compartir sus conocimientos y experiencias y motivarme a elegir una especialidad de la carrera. Al Señor Pablo Facuy por confiar en mí para el desarrollo del presente proyecto. A todos ellos Muchas Gracias.

Augusto David García Paredes

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Casal Torres Joao Javier y García Paredes Augusto David y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Joao Casal Torres

Augusto García Paredes

EVALUADORES

.....
PhD. Miguel Ángel Chávez

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
Msc. Xavier Zambrano

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El manejo de aguas de distintas procedencias concurre en problemáticas urbanas cuando no existe una planificación adecuada para el desarrollo y crecimiento residencial. Debido a esto, en este trabajo nos enfocamos en presentar una solución convencional para sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, que favorecerá a muchas de familias a futuro. Este proyecto corresponde a una urbanización de cuatro hectáreas de terreno en el cantón El Empalme, dirigido a población de estrato social media y baja.

El diseño desarrollado contempla dos sistemas de alcantarillado independientes. Cada sistema está conformado por un conjunto de tuberías, cámaras de registro y otras estructuras complementarias proyectadas para permitir la evacuación y drenaje de las aguas servidas y aguas lluvias. Entre los materiales asociados a los elementos que forman parte del sistema están las tuberías de PVC y el predominio de hormigón armado para todas las estructuras.

La modelación de ambos sistemas de alcantarillado permitió corroborar los cálculos realizados para la selección de diámetros, materiales y pendientes en tuberías y, teniendo en consideración los aspectos hidráulicos que hay que cumplir respecto a la velocidad, relación de caudales y otros parámetros de igual importancia.

Las obras de alcantarillado representan inversiones económicas grandes por lo cual se pretende optimizar recursos en todas las etapas constructivas. La propuesta de diseño equilibra las cantidades de relleno y excavación con la finalidad de evitar un costo excesivo en dichos rubros.

Palabras Clave: Alcantarillado, tuberías, pluvial, sanitario, PVC, hormigón.

ABSTRACT

Water management from different sources concurs in urban problems when there is not an adequate planning for residential development and growth. Due to this, in this work we focus on presenting a conventional solution for sanitary and storm sewer systems, which will benefit a lot of families in the future. This project response to a four-hectares urbanization of land in El Empalme city, aimed at families of middle and lower social class.

The developed design contemplates two independent sewer systems. Each system is made up from a set of pipes, manholes of registry and other complementary structures designed to allow the evacuation and drainage of sewage and rainwater. Most of the materials associated with elements in each system are PVC pipes and the predominance of reinforced concrete for all structures.

Sewer systems modeling allowed to corroborate calculations made for diameters selection in pipes and, in some sections, it was possible to reduce the diameter with the results of the modeling.

Sewage construction represent large economic investments, which is why it is intended to optimize resources in all the construction stages. The design proposal balances the amounts of fill and excavation in order to avoid an excessive cost in the acquisition of fill. In this way, investment is regulated in the most representative items such as those associated with the movement of land.

Keywords: *Sewage, pipes, rainwater, sanitary, PVC, concrete*

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-----|
| DEDICATORIA..... | |
| AGRADECIMIENTOS | |
| DECLARACIÓN EXPRESA..... | |
| EVALUADORES | |
| RESUMEN | I |
| ABSTRACT | II |
| ÍNDICE GENERAL..... | III |
| ABREVIATURAS | V |
| SIMBOLOGÍA..... | VI |
| ÍNDICE DE FIGURAS | VII |
| ÍNDICE DE TABLAS | IX |
| CAPÍTULO 1 | |
| 1. Introducción..... | |
| 1.1 Descripción del problema..... | 2 |
| 1.2 Justificación del problema | 3 |
| 1.3 Objetivos | 3 |
| 1.3.1 Objetivo General..... | 3 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos..... | 3 |
| 1.4 Marco teórico | 4 |
| 1.4.1 Condiciones del Área Urbana | 6 |
| 1.4.2 Tipo de Suelo y Rocas..... | 8 |
| 1.4.3 Normativas aplicables..... | 9 |
| 1.4.4 Modelación de los sistemas..... | 9 |
| CAPÍTULO 2..... | |
| 2. Metodología | |

| | | |
|--|--|----|
| 2.1 | Información Preliminar | 10 |
| 2.2 | Alternativas de Solución a los problemas encontrados..... | 10 |
| 2.3 | Diseño de los sistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvial | 11 |
| 2.3.1 | Alcantarillado Sanitario | 11 |
| 2.3.2 | Alcantarillado Pluvial..... | 16 |
| 2.4 | Modelación de los sistemas | 21 |
| 2.5 | Elaboración de planos..... | 21 |
| 2.6 | Presupuesto y Análisis de Precios Unitarios | 22 |
| 2.7 | Requisitos Ambientales | 22 |
| CAPÍTULO 3..... | | |
| 3. Resultados y análisis..... | | |
| 3.1 | Ingeniería Preliminar | 23 |
| 3.2 | Diseño del Sistema de Alcantarillado de aguas residuales..... | 29 |
| 3.3 | Diseño del Sistema de Alcantarillado Pluvial | 34 |
| 3.4 | Modelación de los sistemas | 43 |
| 3.4.1 | Modelación Alcantarillado Sanitario | 43 |
| 3.4.2 | Comparación de Resultados Alcantarillado Sanitario..... | 48 |
| 3.4.3 | Modelación Alcantarillado Pluvial..... | 49 |
| 3.5 | Regularización Ambiental..... | 59 |
| 3.6 | Gestión de Obra Civil | 59 |
| CAPÍTULO 4..... | | |
| 4. Conclusiones Y Recomendaciones..... | | |
| 4.1 | Conclusiones..... | 63 |
| 4.2 | Recomendaciones..... | 64 |
| BIBLIOGRAFÍA | | |
| APÉNDICES | | |

ABREVIATURAS

| | |
|---------|---|
| ESPOL | Escuela Superior Politécnica del Litoral |
| IEOS | Instituto Ecuatoriano de Obras de Saneamiento |
| SENAGUA | Secretaría Nacional del Agua |
| AASS | Alcantarillado Sanitario |
| AALL | Alcantarillado Pluvial |
| MAE | Ministerio del Medio Ambiente |
| ASTM | American Society for Testing and Materials |
| SUIA | Sistema único de Información Ambiental |

SIMBOLOGÍA

| | |
|------------------|-------------------------------|
| pH | Potencial de Hidrógeno |
| m | Metro |
| LL | Límite líquido |
| LP | Límite Plástico |
| IP | Índice de plasticidad |
| q_u | Capacidad de carga |
| DBO ₅ | Demanda Bioquímica de Oxígeno |
| Ha | Hectárea |
| C | Coefficiente de escorrentía |
| d/D | Relación de Calado |
| q/Q | Relación de Caudales |
| v/V | Relación de Velocidades |
| r/R | Relación de radio Hidráulico |
| Z | índice de Pomeroy |
| Q | Caudal |
| mg | Miligramo |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. 1 Proyecciones estadísticas de la población El Empalme | 6 |
| Figura 1. 2 Vista aérea del centro de parroquia Velasco Ibarra | 7 |
| Figura 1. 3 Vista superior del área de estudio | 7 |
| Figura 1. 4 Mapa geomorfológico del Ecuador | 8 |
| Figura 2.1 Ejemplo de factores de mayorización en red terciaria..... | 12 |
| Figura 2. 2 Curvas IDF y ecuaciones para estación Pichilingue | 18 |
| Figura 3. 2 Curvas de nivel del Área de Interés..... | 23 |
| Figura 3. 3 Modelo Digital del Terreno | 24 |
| Figura 3. 4 Amanzanamiento entregado por los propietarios del proyecto | 25 |
| Figura 3. 5 Amanzanamiento propuesto..... | 25 |
| Figura 3. 6 Perfil de Nivel de Calle Av. Felipe Arias | 27 |
| Figura 3. 7 Perfil de Nivel Calle Peatonal 4 | 27 |
| Figura 3. 8 Perfil de Nivel Avenida Octavio Arias | 28 |
| Figura 3. 9 Perfil de Nivel Avenida Maria Olivo..... | 28 |
| Figura 3. 10 Tramo en planta del sistema de alcantarillado sanitario | 30 |
| Figura 3. 11 Caja de Registro para conexión domiciliar..... | 32 |
| Figura 3. 12 Zanja tipo para Instalación de Redes Terciarias | 32 |
| Figura 3. 13 Cámara de Inspección Alcantarillado Sanitario..... | 33 |
| Figura 3. 13 Zanja tipo para Instalación de Redes Secundarias y Primarias | 33 |
| Figura 3. 14 Zanja tipo para instalación de redes AALL | 37 |
| Figura 3. 15 Detalle de cámaras de registro AALL | 38 |
| Figura 3. 16 Detalle de sumidero..... | 39 |
| Figura 3. 17 Dimensiones canales propuestos..... | 40 |
| Figura 3. 18 Detalle de sección cuneta..... | 41 |
| Figura 3.19 Cabezales de descarga..... | 42 |
| Figura 3.20 Descripción del software Akua..... | 43 |
| Figura 3. 21 Configuración de datos de frontera..... | 43 |
| Figura 3. 22 Planimetría y trazado de la red primaria..... | 44 |
| Figura 3. 23 Estimación de caudales de diseño por tramos..... | 45 |

| | |
|--|----|
| Figura 3. 24 Perfil de descarga hacia el Colector Público 2..... | 46 |
| Figura 3.25 Perfil de descarga hacia el Colector Público 1..... | 47 |
| Figura 3.26 Descripción del Software Swmm..... | 49 |
| Figura 3.27 Trazado de la Red..... | 50 |
| Figura 3.28 Configuración de las cotas de las cámaras..... | 50 |
| Figura 3.29 Aporte directo para el colector norte 1..... | 51 |
| Figura 3.30 Simulación de la Red..... | 52 |
| Figura 3.31 Mapeo de Velocidades de la red..... | 53 |
| Figura 3.32 Mapeo de Relación de Calado..... | 53 |
| Figura3.33 Perfil de tuberías desde BOX1 hasta el cabezal de descarga norte..... | 54 |
| Figura 3.34 Perfil de tuberías desde BOX9 hasta el cabezal de descarga norte..... | 55 |
| Figura 3.35 Perfil de tuberías desde BOX11 hasta el cabezal de descarga sur..... | 56 |
| Figura 3.36 Perfil de tuberías desde BOX16 hasta el cabezal de descarga sur..... | 57 |
| Figura 3. 37 Categorización del proyecto según plataforma SUIA..... | 59 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 2. 1 Caudales de infiltración | 13 |
| Tabla 2. 2 Recomendaciones para estimar caudales ilícitos | 13 |
| Tabla 2.3 Estimación de posibilidad de generación de sulfuro de hidrógeno en tuberías..... | 16 |
| Tabla 2.4 Coeficientes de escorrentía típicos..... | 17 |
| Tabla 2.5 Frecuencias para tuberías de alcantarillado pluvial (Fuente: Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados)..... | 19 |
| Tabla 3.1 Descripción del Sistema de Redes de Alcantarillado Sanitario..... | 30 |
| Tabla 3.2 Resultados del diseño de Alcantarillado Sanitario redes secundaria..... | 31 |
| Tabla 3.3 Resultados del diseño de Alcantarillado Sanitario redes primarias..... | 31 |
| Tabla 3.4 Elementos constructivos del sistema de alcantarillado sanitario..... | 32 |
| Tabla 3.5 Descripción del Sistema de Redes de Alcantarillado Pluvial..... | 34 |
| Tabla 3.6 Dimensiones de las redes del sistema de alcantarillado pluvial..... | 36 |
| Tabla 3.7 Cámaras de registro para sistema de AALL..... | 37 |
| Tabla 3.8 Cuadro de cantidades estructuras complementarias del sistema..... | 38 |
| Tabla 3.9 Ubicación y Geometría de los canales para peatonales..... | 40 |
| Tabla 3.10 Ubicación y geometría de cunetas..... | 41 |
| Tabla 3.11 Comparación de Resultados..... | 48 |
| Tabla 3.12 Caudal de diseño para los tramos de tubería..... | 51 |
| Tabla 3.13 Presupuesto de obra..... | 61 |

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Un sistema de alcantarillado se define como una red de tuberías e infraestructuras varias que transportan aguas residuales o aguas lluvias para su posterior descarga hacia un sistema de tratamiento o cuerpo receptor. Su origen data de años antes de Cristo desde las grandes ciudades griegas, con sus grandes metrópolis como Atenas, Esparta, entre otras ciudades. En las cuales se encuentran vestigios de sistemas de drenaje y fosas para aguas negras, del mismo modo mientras se va avanzando en la línea de tiempo se encuentran las grandes obras de ingeniería del imperio romano que van desde estructuras para captación de agua y lo que fue en aquella época el majestuoso coliseo romano que poseía todo un sistema de drenaje integrado en todos los pisos y sobre todo en la arena del coliseo para la evacuación rápida de las aguas, pero en realidad ¿debido a que las personas se vieron en la necesidad de implantar sistemas de alcantarillado?. La respuesta es sencilla, y es debido a la gran producción de desechos sólidos que conforme los asentamientos humanos crecían, estos eran directamente proporcionales, es así que toda la problemática que causaba la gran cantidad de desechos producidos por el hombre, da origen a la Ingeniería Sanitaria y esta a su vez a la tecnificación de los sistemas de alcantarillado.

Los sistemas de alcantarillado forman parte de una infraestructura civil básica, por lo cual los gobiernos invierten en brindar este servicio a la sociedad. Sin embargo, la rápida expansión debido al gran crecimiento poblacional, dificulta un poco esta tarea. El concepto de urbanización surge con la intención de controlar el desarrollo no planificado de las ciudades. Es así que los asentamientos humanos junto con el desarrollo no planificado de ciudades en evidente crecimiento poblacional han impulsado de manera radical la construcción de urbanizaciones privadas. Adicionalmente factores de mayor importancia social como la seguridad han sido determinantes para el fomento de este tipo de asentamiento; en el cual por medio de una adecuada planificación de infraestructura civil se garantiza una mejor calidad de vida a los residentes.

El presente trabajo tiene como objetivo plasmar el diseño de las redes de alcantarillado sanitario y pluvial para un proyecto urbanístico a construir en la ciudad de El Empalme, provincia del Guayas. Ambos sistemas funcionan independientemente para satisfacer las necesidades de los futuros residentes en la zona. Los diseños se los realiza con base en estudios hidrológicos y estimaciones de caudales de agua residual. Para las descargas pertinentes se planea una conexión con el alcantarillado municipal del cantón en cuestión para las aguas residuales y; en cuanto a las aguas lluvias se prevé descargar al cuerpo de agua más cercano que es un estero colindante a los predios de la ciudadela. Este proyecto forma parte de un estudio definitivo para solicitar financiamiento bancario y de esta forma proceder con la construcción de la ciudadela privada Balcones del Norte.

1.1 Descripción del problema

Las necesidades de servicios básicos de calidad a nivel nacional son un tema de prioridad para cualquier gobierno, ya que garantiza una calidad de vida mejor para sus habitantes. Dentro de los objetivos de desarrollo sostenible, se contempla el acceso a agua y saneamiento para todos los habitantes (ODS #6), las naciones que forman parte de iniciativa se comprometieron alcanzarlos hasta el 2030. Sin embargo ¿Cuál es la situación actual del Ecuador? En la actualidad el 60.1% (INEC,2010), de la población se encuentra en la categoría de necesidades básicas insatisfechas acorde al último censo realizado en el 2010 , por tales motivos aún falta bastante por hacer para llegar alcanzar este objetivo.

El presente proyecto aborda la problemática de diseñar dos sistemas de infraestructura sanitaria, los cuales son el alcantarillado sanitario y el alcantarillado pluvial en la cabecera cantonal del Empalme. Se trata de un proyecto urbanístico de interés social, en el cual se planea construir alrededor de 291 viviendas, este número se puede modificar aún, es importante recalcar aquello ya que dependiendo del amanzanamiento y la topografía del terreno se pudiese cambiar. Los propietarios del proyecto, están buscando financiamiento en bancos del estado, y dentro de los requisitos que les exigen es contar con estudios de alcantarillado sanitario. De esta forma con el estudio que se está realizando se planea alcanzar el financiamiento del proyecto, y de esta forma que

se puedan construir las viviendas que garanticen una mejor vida para el pueblo del Empalme, ya que contarán con infraestructura básica de calidad.

1.2 Justificación del problema

Este proyecto contribuye al Ecuador y en particular al cantón del Empalme alcanzar el ODS 6 de desarrollo sostenible. El Empalme acorde al censo realizado por el Instituto nacional de estadísticas y censos en el 2010, cuenta con una población de 74092 habitantes, de los cuales 47395 pertenecen a la cabecera cantonal, Velasco Ibarra en la cual se efectúa el desarrollo del proyecto. El 87.7% de esta población se encuentra en la categoría de necesidades básicas insatisfechas, en base esto el presente proyecto busca reducir este porcentaje y a la vez servir como base para futuros proyectos de intereses social con infraestructura de calidad.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Diseñar los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial de la ciudadela privada Balcones del Nortes, a través de un estudio de ingeniería que permita determinar las mejores características de los sistemas, con la finalidad de optimizar los modelos para que el proyecto sea factible desde el punto de vista técnico y económico.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Revisar la información preliminar del proyecto y dar soluciones a problemas encontrados.
- Diseñar bajo la normativa local para cumplir con los estándares que exige el País.
- Realizar un estudio de suelos y de drenaje, para determinar aspectos constructivos y de diseño de los sistemas.

- Garantizar el cumplimiento de parámetros hidráulicos tales como velocidad de auto limpieza, generación de corrosión, relaciones de caudal y velocidad.
- Modelar los sistemas usando el programa EPASWMMV5 y AKUA, con la finalidad de simular el funcionamiento de las redes de alcantarillado sanitario y pluvial.
- Optimizar recursos tales como diámetros de tuberías, material de relleno, pendientes e ingeniería preliminar con la finalidad que el proyecto sea económico.

1.4 Marco teórico

Para el desarrollo del presente proyecto integrador se debe de conocer las líneas base que rigen a un diseño de alcantarillado sanitario y pluvial. En primer lugar todo proyecto sigue las siguientes características:

- Condiciones del área urbana, tales como población, actividades económicas, divisiones políticas y administrativas, estructura del área urbana, uso de suelo, geología y geomorfología de la zona, red vial y servicios básicos e infraestructura.
- Normas de diseño locales y extranjeras aplicables a las condiciones del proyecto.
- Fundamentación teórica del proyecto la cual consiste en conceptos claves para el entendimiento por personas que desconozcan de la nomenclatura empleada en este tipo de estudios.
- Luego se realiza el dimensionamiento del sistema, mediante fórmulas que provee la literatura para diseñar el funcionamiento hidráulico.
- Algunos proyecto, incluyen en sus diseños la modelación mediante software que permiten simular el funcionamiento hidráulico de las tuberías.
- Finalmente realizan el presupuesto final del proyecto en cuestión.

En base a estas características se va investigar proyectos similares a nivel local y también de estudios de otros países para establecer semejanzas y diferencias que contribuyan al desarrollo del presente proyecto integrador.

Haciendo un análisis de la literatura local, de otros proyectos similares para ver como abordan la problemática y plantean soluciones para el diseño en cuestión. Por ejemplo

(Arboleda, 2012) en su trabajo de titulación propuso un diseño de un sistema de alcantarillado para la parroquia Pijal, cantón Otavalo, Provincia de Imbabura. A lo largo del capítulo 1 Arboleda hace énfasis en la importancia de los sistemas para mejorar la calidad de la vida de comunidad. “El sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales mejoran las condiciones sanitarias de una comunidad y proporcionan beneficios al medio ambiente” (Arboleda, 2012, pág. 2). La cita textual tomada de la justificación del proyecto es similar a la nuestra, la única diferencia es que nuestra área de análisis es más resumida debido a que es una ciudadela y ciertos factores varían, por ejemplo el proyecto de la Ingeniera Arboleda contempla una planta de tratamiento para el agua residual, el presente proyecto conecta la descarga a un colector de la ciudad que posteriormente lleva el agua hacia una planta de tratamiento. Otra diferencia es que no realiza una modelación del sistema a través de un software de simulación hidráulico como SWMMv5.

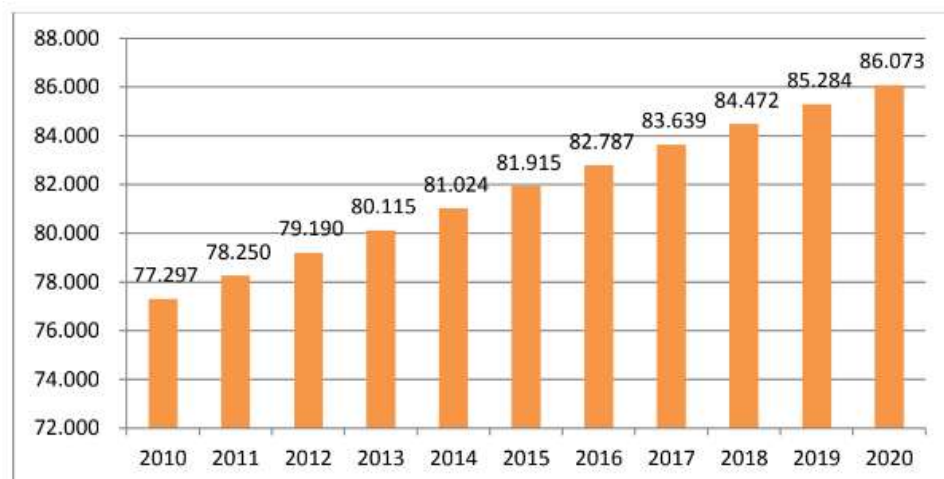
La ingeniería de hoy en día debe ir más allá de los cálculos, se debe crear los escenarios en los cuales funcionaría una determinada obra civil para ver cuál sería la alternativa más viable. Por tales motivos los avances tecnológicos a través del desarrollo de programas permiten modelar distintos tipos de obras de ingeniería civil, en este caso sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial. Los ingenieros Maribel Vargas y Rodrigo Villegas en su trabajo de grado para la obtención del título de especialización de Recursos hídricos de la Universidad Católica de Colombia, modelaron mediante EPASWMM los sistemas de alcantarillado de una urbanización denominada Plaza Madrid. “SWMM contiene un conjunto flexible de herramientas de modelación de características hidráulicas utilizado para analizar el flujo debido a la escorrentía superficial y los aportes externos de caudal a través de una red de tuberías, canales, dispositivos de almacenamiento y tratamiento, y demás estructuras” (Vargas & Villegas, 2013).

Análogamente en un contexto local el Ingeniero Omar Párraga en su trabajo de titulación modeló el sistema de alcantarillado sanitario para la lotización Torres del Salado utilizando el software Akua, en el cual se ven las ventajas que tiene el uso de la tecnología hoy en día (Párraga, 2018).

1.4.1 Condiciones del Área Urbana

Se localiza al norte de la provincia del Guayas y es fronterizo con las provincias de Los Ríos y Manabí al este y oeste respectivamente. Se extiende por una superficie territorial de 711 km² con una cota promedio de elevación de 71 msnm. La cabecera cantonal está conformada por la parroquia Velasco Ibarra la cual es la más grande en cuanto a población se refiere y en la parte rural se compone de dos parroquias más; El Rosario y Guayas.

Con un clima tropical y temperaturas medias el cantón se encuentra ubicado a 167 km de Guayaquil, la capital de la provincia. Con base en las proyecciones del INEC en función del censo nacional 2010 el cantón cuenta con 84472 habitantes entre sus tres parroquias. (Empalme, 2018)



Fuente: Censo de Población y Vivienda (INEC, 2010)
Elaborado por: Equipo Técnico y Apoyo PDyOT 2015-2024.

Figura 1. 1 Proyecciones estadísticas de la población El Empalme

El sitio de estudio se encuentra cercano al centro del Empalme, denominado sector Arias Olivo. La cabecera cantonal Velasco Ibarra se caracteriza por tener una gran actividad comercial y dedicación a labores de agricultura. El sitio en cuestión tiene una área aproximadamente de 4.5 Hectáreas donde se piensa urbanizar.

En referencia a la topografía del espacio presenta diferencia de cota entre 60 a 80 msnm. De la misma forma en la parte de baja del terreno existe un pequeño riachuelo, en el cual sería el sitio de descarga para las aguas lluvias.



Figura 1. 2 Vista aérea del centro de parroquia Velasco Ibarra



Figura 1. 3 Vista superior del área de estudio

1.4.2 Tipo de Suelo y Rocas

De acuerdo con el mapa geomorfológico del Ecuador se puede apreciar que en la zona de El Empalme se puede encontrar llanuras y elevaciones sobre sedimentos detríticos cuaternarios, así también como pequeñas llanuras y ondulaciones sobre aluviones que pueden ser de material limoso o arcilloso. La presencia de lluvias debido al clima ha provocado que a través de muchos años las rocas se meteoricen y den paso a vegetación silvestre, esto con mayor frecuencia en zonas rurales.

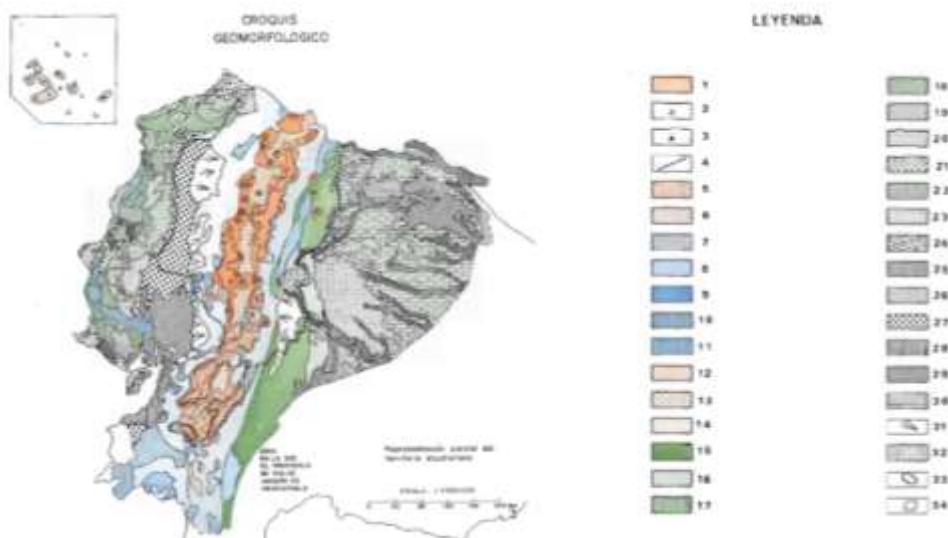


Figura 1. 4 Mapa geomorfológico del Ecuador

Toda la extensión de terreno perteneciente a El Empalme se caracteriza por tener la presencia de formaciones con terrazas diferenciadas, elevaciones de terreno con significativas pendientes y taludes naturales aprovechados para cultivar diferentes sembríos. Estas terrazas de formación natural, asociadas a las irregularidades de altura, son constituidas por aluviales con contenido de hierro en la composición mineral del suelo. A los suelos constituidos por este tipo de material se los denomina lateríticos y se los identifica por su color rojizo, a causa de la presencia de hierro.

Durante los últimos años con la excesiva tala de árboles se ha exacerbado las frecuencias de erosión del suelo, consecuentemente los sedimentos se depositan en el cauce de los principales afluentes que atraviesan el cantón. La desaparición de pequeños bosques se debe a las actividades de sembríos y desarrollo industrial, el impulso de las actividades comerciales dentro y fuera de la zona ha sido la causa principal del desbroce y limpieza de las áreas forestales.

1.4.3 Normativas aplicables

La normativa aplicable para el desarrollo del proyecto es la que establece Senagua para estudios y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. Cabe recalcar que esta norma fue elaborada por el instituto ecuatoriano de obras de saneamiento (IEOS), el cual en la actualidad ya no existe.

De la misma forma se utiliza como complemento una normativa externa, RAS2000 de Colombia, la cual es una norma aplicable para el contexto en cuestión. Además permanece vigente en el territorio vecino y hace referencia a condiciones geotécnicas similares a nuestro medio.

1.4.4 Modelación de los sistemas

Existen diversos programas que permiten modelar el funcionamiento de los alcantarillados sanitarios y pluviales tales como SewerCad, StormCad, EPASWMM, AKUA entre otros. Los dos primeros son software comerciales, por tales motivos se debe de adquirir su licencia previamente a utilizarlos. EPASWMM, es de licencia gratuita desarrollado por la agencia de protección del medioambiente de los Estados Unidos .Akua también es de licencia gratuita y permite modelar redes de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial. Estos últimos son los que se van a utilizar para modelar ambos sistemas del presente proyecto.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 Información Preliminar

Para el desarrollo del proyecto se contó con el levantamiento topográfico de todo el predio en estudio, con esta información fue posible desarrollar un modelo digital de terreno sobre el cual se elaboran los trazados del alcantarillado con referencia a la superficie de terreno. Adicionalmente el cliente facilitó una propuesta de diseño urbanístico para el amanzanamiento de la ciudadela con vías peatonales y avenidas principales.

Previo al desarrollo de la etapa de diseño se realizó una visita de campo para conocer el área de estudio. En esta ocasión se aprovechó para extraer muestras de suelo inalteradas mediante tubos Shelby a diferentes profundidades para posterior análisis en laboratorio. De igual manera la extracción de muestras sirvió para estimar el nivel freático en las zonas más bajas del predio con influencia de cuerpo de agua cercano.

2.2 Alternativas de Solución a los problemas encontrados

El inconveniente principal para definir los trazados de las redes eran las pendientes pronunciadas con las que se encontraba en el terreno existente, siendo necesario contemplar una optimización de recursos en el movimiento de tierra.

Entre las posibles soluciones para el diseño de los alcantarillados se contempló la definición de un conjunto de terrazas a distintas cotas en todo el terreno para trabajar con plataformas más planas. No obstante, esta alternativa implicaba realizar un manzaneamiento completamente distinto al proyectado y grandes cantidades de excavación y relleno, lo cual no convenció al cliente.

Por otro lado, surgió la idea de mantener el amanzanamiento propuesto, pero con ligeras reducciones en las cantidades de terrenos para proyectar un talud de contención para la ciudadela en el sector colindante al estero. En esta alternativa se tenía un diseño más simplificado y eficiente en cuanto al drenaje de los sistemas.

2.3 Diseño de los sistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvial

Ambos alcantarillados funcionan de manera independiente y de acuerdo con su configuración de diseño se los considera convencionales. A nivel de trazado los dos sistemas tienen similar comportamiento debido a que funcionan a gravedad; las AASS se recolectan por las aceras y las vías mientras que las AALL son recolectadas por debajo de las rasantes de vía y la escorrentía se captan por medio de sumideros. La modelación de los dos sistemas varía en cuanto a los tiempos de retención en los colectores y estructuras presentes en el trayecto hacia la disposición final. La norma técnica aplicable es la que de Senagua para poblaciones mayores a 1000 habitantes, además se consultó la normativa colombiana RAS2000 y algunas fuentes de literatura como Ingeniería de Aguas Residuales de Metcalf y Eddy y Elementos de diseño para acueductos y alcantarillas elaborado por la Escuela Colombiana de Ingeniería.

2.3.1 Alcantarillado Sanitario

Con base en las cotas de terreno el alcantarillado sanitario de la ciudadela se lo divide en dos tramos principales constituidos por redes terciarias, secundarias y primarias. El primer tramo es el más grande y abarca un 70% del área total, recoge todas las aguas servidas desde el noroeste de la urbanización hacia el colector público más cercano. El otro tramo consta de un área más pequeña que recoge desde la parte más alta hacia el sur de la ciudadela. Las redes terciarias están constituidas por las conexiones entre cada caja de registro domiciliaria, mientras que las secundarias están conformadas por los colectores ubicados en las calles peatonales y avenida principal que captan los caudales acumulados de las terciarias (Párraga, 2018). Por último, están los colectores primarios que cruzan por la ciudadela paralelo al trayecto del estero, trabajando a gravedad en sus dos tramos que comienzan desde la cota más alta del terreno.

Para iniciar con el diseño de las redes de alcantarillado sanitario es necesario determinar varios parámetros y variables para los cálculos, pero también es importante considerar varios aspectos de diseño. El desarrollo del diseño como tal se lo realizará con ayuda de una hoja de cálculo electrónica y mediante el uso de tablas de cálculo para obtener cantidades de manera segura y rápida. En dichas tablas se presentan los tramos de

tuberías considerados para el dimensionamiento en función de los planos a escala real que se tiene de la propuesta urbanística.

Población de diseño

En este caso como se trata de una urbanización la población proyectada se mantiene constante, por tal motivo el cálculo esta expresado por la siguiente formula:

$$\text{Población de diseño} = \text{habitantes promedio vivienda} \times \text{Numero de Viviendas} \quad (2.1)$$

Calculo del Caudal Unitario de Aguas Residuales

En función de la dotación diaria de agua potable por habitante se considera un porcentaje del 75% de producción de aguas residuales, es decir, de la dotación estimada de 200 L/hab*día de agua potable o apta para el consumo humano, 150 litros se convierten en aguas residuales (Guyer, 2010). Este caudal multiplicado por el número de habitantes por vivienda es el caudal medio a considerar por residencia.

Factor de Mayoración Caudal Medio

Para obtener el factor de mayoración se han considerado las propuestas de cuatro diferentes autores, proveniente de la literatura de consulta (Babbit&Baumann, Munskgaard&Young, Metcalf&Eddy y Harmon). Cada autor propone ecuaciones distintas y el factor de mayorización lo conforma el valor más conservador, contemplando que no dispare de manera exagerada el valor del caudal. Debido a que solo existe caudal domiciliario, se aprecia que la ecuación de Munskgaard & Young resulta favorable para la maximización por lo que es el que menos varia respecto a los tramos de una misma red.

| q medio (m3/s) | Población | | Factor de Mayorización | | | |
|----------------|-----------|-----------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------|
| | Parcial | Acumulada | Babbit & Baumann (1958) | Munskgaard & young (1980) | Metcalf & Eddy (1991) | Harmon (2006) |
| 8.68056E-06 | 5 | 5 | 14.42699908 | 2.662259209 | 5.239697209 | 4.439202908 |
| 1.73611E-05 | 5 | 10 | 12.55943216 | 2.596649059 | 4.980130143 | 4.414634146 |
| 2.60417E-05 | 5 | 15 | 11.58115176 | 2.559021724 | 4.834295604 | 4.396018591 |
| 3.47222E-05 | 5 | 20 | 10.93362074 | 2.532655842 | 4.733421656 | 4.380481916 |
| 4.34028E-05 | 5 | 25 | 10.45639553 | 2.512392092 | 4.656629547 | 4.366911151 |
| 5.20833E-05 | 5 | 30 | 10.08197818 | 2.495955815 | 4.594811155 | 4.354735684 |
| 6.07639E-05 | 5 | 35 | 9.77589201 | 2.482143089 | 4.543185865 | 4.343616651 |

Figura 2. 1 Ejemplo de factores de mayorización en red terciaria

Caudal de infiltración

El criterio para el cálculo del caudal de infiltración se basa en la longitud acumulada por tramo de tubería. Se considera un factor de infiltración bajo, correspondiente a 2 L/s*km acumulado según la tabla mostrada. Cabe mencionar que la magnitud de este caudal de infiltración es pequeña sin embargo no debe despreciarse. Este caudal tiene como propósito representar el flujo asociado al efecto del nivel freático alto, infiltración entre juntas de tuberías o uniones entre colectores y cámaras de inspección.

Tabla 2. 1 Caudales de infiltración

| Infiltración [L/s*km acumulada] | | |
|---------------------------------|-------|------|
| Alta | Media | Baja |
| 4.0 | 3.0 | 2.0 |

Caudales Ilícitos

Es necesario contemplar el aporte de aguas lluvias provenientes de escorrentías que se logran infiltrar en el sistema sanitario. Se define como el valor máximo en magnitud entre los caudales por inundación por tapas, caudal debido a la población y caudal por área servida. Para las tres categorías existen consideraciones diferentes. En la mayoría de los casos el caudal de inundación por tapas resulta ser el mayor y en otros casos el caudal por área servida; siendo esto más frecuente en los colectores secundarios y primarios debido a que están en función del área de aporte.

Tabla 2. 2 Recomendaciones para estimar caudales ilícitos

| Consideraciones para caudales ilícitos | |
|---|-------------------|
| Inundación por tapas | Hasta 5 L/s |
| Caudal debido a población | De 5 a 80 L/hab*d |
| Caudal debido a áreas de aporte | Hasta 0.2 L/s*Ha |

Caudal de diseño

Es el producto de asociar el caudal medio maximizado, caudal ilícito y caudal de infiltración de cada tramo. Se debe considerar que el caudal medio maximizado se va acumulando a través de cada tramo considerado. Mediante el caudal de diseño se llega a la etapa de análisis hidráulico, con el cual se define el diámetro adecuado del tubo asociándolo a la pendiente de la red.

$$Q_{diseño} = Q_{medio\ max} + Q_{ilícito} + Q_{infiltración} \quad (2.2)$$

Relaciones hidráulicas

Caudal a tubo lleno

Mediante la velocidad y el diámetro designado para el tramo a diseñar, se calcula el caudal a tubo lleno con la ecuación de Manning. Para el cálculo de este caudal se asume que el radio hidráulico de la tubería comprende toda la circunferencia interna y, en función de esto se obtiene el caudal partiendo de la ecuación de continuidad.

$$Q = V * A = V * \frac{\pi D^2}{4} \quad (2.3)$$

Velocidad de Manning

Partiendo del coeficiente de Manning referente al material del tubo se calcula la velocidad con la ecuación mostrada; relacionando el radio hidráulico, diámetro y pendiente del tubo. La velocidad es un indicador clave para el análisis hidráulico del sistema, debe permanecer en rangos puntuales para evitar cambios de régimen en el flujo.

$$V = \frac{1}{n} R_h^{2/3} * S^{1/2} \quad (2.4)$$

Relación de Calado

Se atribuye como indicador a la relación entre los caudales a tubo lleno y el caudal de diseño, representa la proporción que ocupa el agua en la sección transversal del tubo y es fundamental para decidir si es necesario aumentar el diámetro del tubo. La relación q/Q debe ser menor a 1.07 lo cual está ligado a una capacidad de aproximadamente 75% de la sección del tubo, garantizando un espacio libre para flujo de aire.

$$\left(\frac{d}{D}\right) \cong -1.6242923127 \left(\frac{q}{Q}\right)^6 + 6.6877204763 \left(\frac{q}{Q}\right)^5 - 10.654379555 \left(\frac{q}{Q}\right)^4 + 8.77598328 \left(\frac{q}{Q}\right)^3 - 4.11491511 \left(\frac{q}{Q}\right)^2 + 1.66939958 \left(\frac{q}{Q}\right) + 7.93166846 \times 10^{-2}$$

$$\frac{q}{Q} \leq 1 \quad (2.5)$$

Relación de Velocidades

Con el propósito de garantizar un buen funcionamiento de los tubos, evitando una posible situación de abrasión asociada a velocidades altas en las que el material del tubo se vea comprometido, se define un límite en la relación entre velocidades a tubo lleno y parcialmente lleno. Dicha relación debe ser menor o igual a 1.14 y de esta forma se mantiene un factor de seguridad con respecto a la abrasión de paredes internas de tuberías de PVC.

Velocidad de Autolimpieza

El flujo a través de cualquier tubería debe cumplir una velocidad mínima para garantizar que los sólidos disueltos no se sedimenten en el tubo. De esta manera se evita que la tubería pierda sección hidráulica y tenga consecuencias en el funcionamiento del sistema. De igual manera existen límites para esta velocidad, debe ser mayor a 0.6 m/s y menor a 4.5 m/s. El cálculo se lo efectúa con el producto entre la relación entre radios hidráulicos y la velocidad a tubo lleno.

$$V_{\text{auto-limpieza}} = V_{\text{tubo lleno}} * \left(\frac{r}{R}\right)^{1/6} (2.6)$$

Índice de Pomeroy y Corrosión

Es un indicador para estimar la generación de sulfuro de hidrógeno (H₂S) el cual es muy común por el proceso de biodigestión producido en aguas residuales. Este componente representa una amenaza para las paredes internas de las tuberías, una generación alta de sulfuro puede comprometer la resistencia interna del tubo generando corrosión, reduciendo el espesor de la tubería e induciendo a un fallo por resistencia o fuga del flujo residual.

El índice permite catalogar si la producción de H₂S es significativa, en caso de ser excesiva la generación se debe proceder a variar los parámetros como pendiente o diámetro del tramo en estudio para reducir el índice y garantizar que no exista corrosión.

Tabla 2.3 Estimación de posibilidad de generación de sulfuro de hidrógeno en tuberías

| Índice de Pomeroy [Z] | Generación de H ₂ S |
|-----------------------|--------------------------------|
| < 5000 | Poco probable |
| 5000 hasta 10000 | Posible |
| >10000 | Muy probable |

El índice se lo calcula considerando los parámetros geométricos de la tubería y del desempeño hidráulico, es un valor adimensional el cual está en función de la demanda biológica de oxígeno (DBO). Mediante una correlación con la temperatura media de la zona se puede estimar un DBO efectivo y posteriormente estimar el valor Z.

Para el diseño se define un valor típico de DBO correspondiente a 150 mg/L referente a concentraciones de descargas residenciales. Adicionalmente se establece la temperatura promedio de la zona en 28 °C.

$$Z = 3 * (DBO_c) * 1.07^{T-20} * \frac{P}{S^{1/2} * Q^{1/3} * H} \quad (2.7)$$

2.3.2 Alcantarillado Pluvial

De igual manera, como el sistema de alcantarillado sanitario, el alcantarillado pluvial fue diseñado para funcionar completamente bajo el efecto de la gravedad recolectando el flujo de agua desde las partes más altas en cotas hasta los puntos más bajos en la extensión de terreno. El sistema está constituido por colectores que drenan la escorrentía captada por los sumideros. Adicionalmente, en las calles peatonales el drenaje se lo efectúa mediante canaletas centrales que evacúan toda la escorrentía. Tanto los colectores secundarios como las canaletas convergen en el ramal primario de colectores, el cual entrega las aguas a través de cabezales de descarga.

Caudal de Diseño

Método Racional

Con el propósito de obtener el caudal de diseño se emplea el método racional en el cual se encuentran inmersas las variables de área, coeficiente de escorrentía y la intensidad de lluvia.

$$Q = C * i * A \quad (2.8)$$

Donde:

Q= caudal de diseño en m³/s

C= coeficiente de escorrentía

A= área de drenaje Ha

Coeficiente de Escorrentía

Corresponde a un factor adimensional que caracteriza la capacidad de escurrimiento de agua proveniente de la precipitación en la zona de estudio. Básicamente es la relación entre las láminas de agua precipitada y la escurrida por la superficie de terreno. Depende intrínsecamente de las características del suelo y de las condiciones de la superficie del suelo, sea este natural o alterado por mano del hombre. La siguiente tabla muestra valores convencionales para la escorrentía dependiendo del tipo de superficie, se establece un C promedio entre desarrollos residenciales con casas rodeadas de jardines y unifamiliares con predominio de jardines; de esta manera se obtiene un valor ponderado que representa de mejor manera las condiciones del sitio.

Tabla 2.4 Coeficientes de escorrentía típicos

| Tipo de superficie | Coeficiente [C] |
|---|-----------------|
| Zonas comerciales | 0.90 |
| Desarrollos residenciales con casas contiguas y predominio de zonas duras | 0.75 |
| Desarrollos residenciales multifamiliares con bloques contiguos y zonas duras entre ellos | 0.75 |
| Desarrollo residencial unifamiliar con casas contiguas y predominio de jardines | 0.55 |
| Desarrollo residencial con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separadas | 0.45 |
| Áreas residenciales con predominio de áreas verdes y cementerios tipo jardines | 0.30 |
| Laderas desprovistas de vegetación | 0.60 |
| Laderas protegidas con vegetación | 0.30 |

Intensidad de Lluvia

No cabe duda de que el parámetro más importante para estimar adecuadamente la cantidad de escorrentía por lluvia es la precipitación y que tan intensa puede ser dependiendo del área en estudio. Para determinar la intensidad de lluvia se cuenta con el estudio hidrológico que ofrece el INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) en donde se muestran las ecuaciones IDF para cada estación en el territorio ecuatoriano. De manera afortunada se cuenta con una estación pluviométrica en el sector de Quevedo, muy cercano al cantón El Empalme.

La estación Pichilingue de acuerdo al inventario del INAMHI es la indicada para calcular la intensidad de lluvia. En la siguiente imagen se aprecia las ecuaciones para distintas frecuencias.

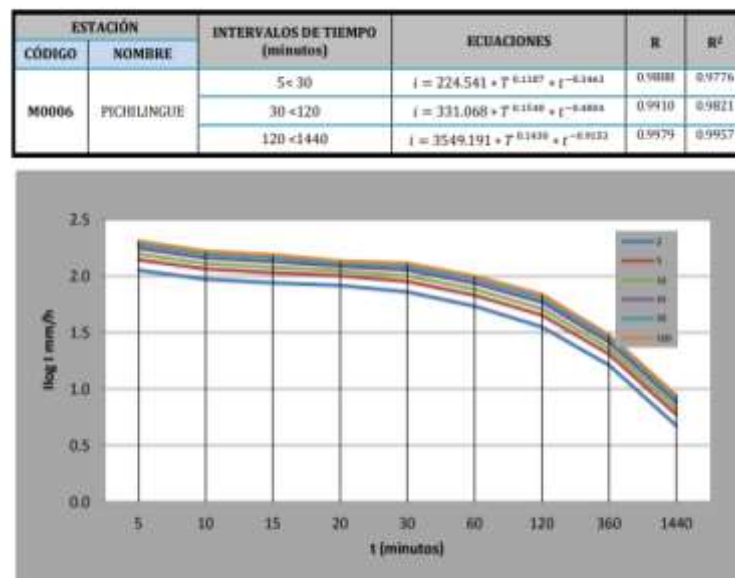


Figura 2. 2 Curvas IDF y ecuaciones para estación Pichilingue

La frecuencia se la determina en función de varias consideraciones tales como; la importancia de la obra a construir, posibles perjuicios ante inundaciones, áreas e importancia de la zona en cuestión, entre otras dependiendo de las particularidades del diseño. Por lo general para zonas residenciales se escogen frecuencias de 3, 5 hasta 10 años dependiendo de las áreas de drenaje.

Tabla 2. 5 Frecuencias para tuberías de alcantarillado pluvial (Fuente: Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados)

| Áreas de drenaje | Frecuencias de diseño [años] | | |
|---|------------------------------|-----------|-------------|
| | Mínimo | Aceptable | Recomendado |
| Tuberías iniciales con áreas de drenaje inferior a 2Ha | | | |
| - Zona Residencial | 2 | 2 | 3 |
| - Zona Industrial o Comercial | 2 | 3 | 5 |
| Tuberías con áreas de drenaje entre 2 y 10 Ha, independientemente del uso | 2 | 3 | 5 |
| Tuberías con áreas de drenaje mayor de 10 Ha | 5 | 5 | 10 |

Para este diseño se define una frecuencia de 5 años, lo cual es lo recomendado para áreas entre 2 y 10 Ha, rango en el que se encuentra el proyecto.

Con base en los parámetros definidos previamente, se puede establecer que la intensidad de lluvia utilizada para el diseño del sistema es:

$$i = 224.541 * T^{0.1187} * t^{-0.3463} \quad (2.9)$$

Donde:

i= intensidad en (mm/h)

T= Tiempo de retorno del proyecto

t= tiempo de concentración de la cuenca de drenaje (min)

Relación de Caudales

De manera análoga al diseño de alcantarillado sanitario, se debe verificar que la relación entre caudal a tubo lleno y tubo parcialmente lleno sea menor a 1.07 con la finalidad de garantizar una holgura en la sección hidráulica del tubo. Esta holgura, para el sistema de aguas lluvias, se la asocia como un factor de seguridad adicional para la selección del diámetro adecuado en cada tramo de tubería.

Relación de Velocidades

De igual manera que en aguas servidas la relación de velocidades entre tubo lleno y parcialmente lleno no debe ser mayor a 1.14 con el propósito de evitar una situación

operativa en la que se genere abrasión en las paredes internas de la tubería. De esta forma se garantiza que el sistema tenga velocidades permisibles y apropiadas para el material respectivo de tubería.

Canaletas por peatonales

Entre las calles peatonales proyectadas en el urbanismo de la ciudadela se pretende realizar la captación de aguas lluvias mediante canaletas centrales en las aceras peatonales. Estas pequeñas canaletas son diseñadas como canales trapezoidales convencionales, con la diferencia de que los caudales de diseño son aferentes a pequeñas áreas entre manzanas. Se diseñará asignando dimensiones y en conjunto con la ecuación de Manning (2.4), se comprobará que la capacidad hidráulica sea mayor al caudal del área de aportación de drenaje.

Cunetas

Análogamente que las canaletas, las cunetas se diseñan bajo el concepto de flujo uniforme, en la cual se utiliza la ecuación de Manning (2.4). Se asignará dimensiones y se comprobará que la sección hidráulica pueda transportar un mayor caudal al generado por las áreas de drenaje.

Sumideros

El dimensionamiento de estas estructuras se lo realizó con base en el caudal aportante a cada sumidero. Mediante la siguiente ecuación, se calcula la longitud de rejilla para el sumidero, asumiendo un ancho convencional o prudente para una vía vehicular. De esta manera se obtiene la longitud de rejilla.

$$L = 0.326 * \left(\frac{Z}{n} * i^{\frac{1}{2}} \right)^{\frac{3}{4}} * \left[\frac{Q_o^{\frac{1}{2}} * (W_o - W)}{Z} \right]^{1/2} (2.10)$$

Donde:

Z= Inverso del bombeo transversal de vía

W= Ancho de sumidero (m)

W_o= Ancho de rebose (m)

n= Coeficiente de Manning

i= Pendiente longitudinal de vía

2.4 Modelación de los sistemas

Con el propósito de elaborar un diseño eficiente de las redes de alcantarillado tanto sanitario como pluvial se hizo uso de programas especializados en diseño hidráulico y sanitario. Es el caso de programas como Civil 3D, EPASWMM Y AKUA; para aguas residuales y lluvias respectivamente. Los programas en mención se los empleó para realizar las modelaciones respectivas a escala real y verificando que no existe ninguna variación desfavorable en los parámetros de diseño.

Mediante la modelación se realiza una optimización de diámetros y dimensiones de las estructuras a construir en los sistemas de alcantarillado, de esta manera se planea tener resultados finales sobre el diseño, formando partes de alternativas factibles de las cuales al final se procederá a escoger la más eficiente y económica para plasmarlo a nivel de presupuesto. De igual manera se pudo mejorar los trazados con la finalidad de optimizar recursos en cuanto a excavación y relleno.

2.5 Elaboración de planos

Luego de los diseños definitivos para ambos sistemas de alcantarillado se define el componente de los planos. Principalmente se plasman las vistas planta-perfil de las redes que constituyen los sistemas, mostrando cortes con detalles constructivos respectivamente acotados y, considerando las separaciones mínimas a cumplir para evitar inconvenientes en etapas de operación. Dentro de cada plano se presentan las especificaciones técnicas pertinentes con respecto a la cimentación de soporte para las tuberías a instalar y recomendaciones constructivas. En los perfiles de cada red se indican las cotas correspondientes a tapa y fondo de pozo, de igual manera la pendiente de cada tramo de tubería. El conjunto final de planos está constituido por el levantamiento topográfico, propuesta urbanística y el diseño de ambos sistemas de alcantarillado con detalles constructivos.

2.6 Presupuesto y Análisis de Precios Unitarios

El costo de ejecución de obra es un presupuesto referencial, basado en los rubros fundamentales y más importantes en la construcción de los sistemas de alcantarillado. Los costos más elevados están ligados al movimiento de tierra, actividades de excavación y relleno para adecuar el terreno existente y definir las pendientes de diseño. Adicionalmente los suministros para las estructuras de obra civil son los componentes con gran participación porcentual en el costo total de la obra. Los análisis de precios unitarios se los presenta considerando costos del mercado local, no obstante, es sujeto a variar dependiendo de los proveedores y de la inflación económica. El costo total de la obra no incluye la pavimentación de las vías vehiculares.

2.7 Requisitos Ambientales

La máxima entidad reguladora del medio ambiente en el país, Ministerio del Ambiente (MAE), establece tres tipos de permisos para la regularización de toda obra de infraestructura; certificados, registros y licencias. Cada permiso depende estrictamente de la magnitud del impacto ambiental y relevancia del proyecto. El permiso de regulación se lo define de acuerdo con las categorías de clasificación en el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA).

Los certificados aplican para proyectos de escaso impacto ambiental, en los cuales queda a discreción del promotor del proyecto obtener la regularización. Los registros encajan para obras de bajo a mediano impacto ambiental mientras que las licencias son para proyectos de alto impacto con análisis más profundo como estudios de impacto ambiental. En todos los escenarios se deben plantear planes de manejo ambiental (PMA) con la finalidad de mitigar los impactos ocasionados por la ejecución del proyecto.

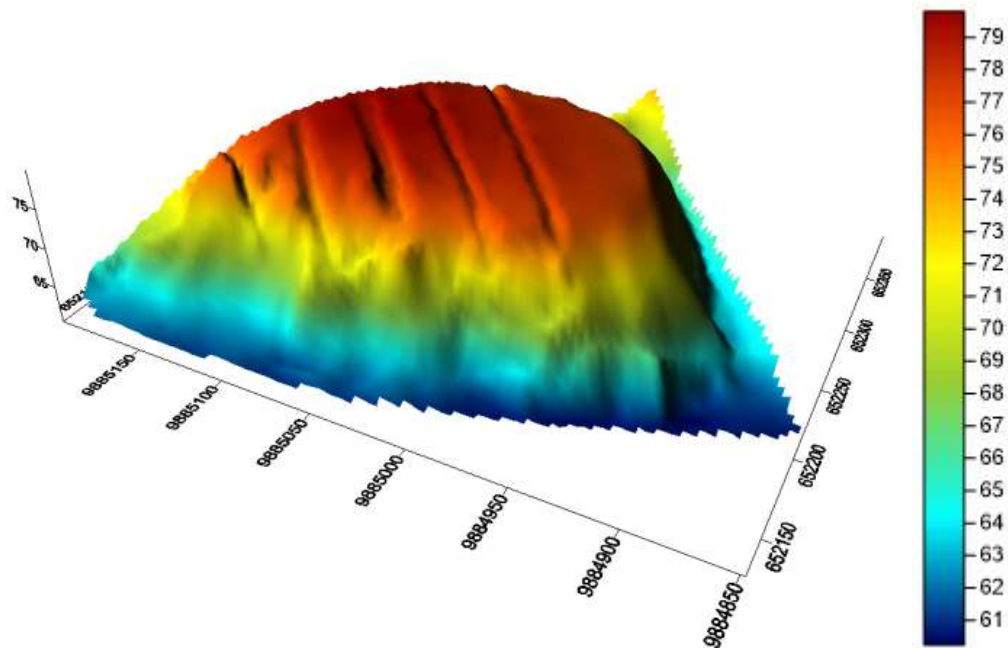


Figura 3. 2 Modelo Digital del Terreno

Una vez conceptualizado la complejidad del terreno, se analiza el amanzanamiento propuesto por los propietarios del proyecto. Cabe indicar que en la parte baja, aproximadamente a una cota de 59 msnm, se encuentra un estero natural denominado La Parrilla, sus dimensiones son pequeñas sin embargo sirve para el drenaje de las aguas lluvias. En el primer modelo de manzanas entregado se contemplaba una vía encima del estuario, se pensaba instalar tuberías para drenar el caudal del estero y ser transportado hacia una zona fuera del área de estudio. Sin embargo desde el punto de vista técnico y ambiental era un error la idea propuesta, debido a que las aguas lluvias drenan naturalmente hacia ese punto, además de los impactos ambientales que se podrían generar en relación a los factores agua, flora, fauna y social.

Por tales motivos se planteó un nuevo amanzanamiento con una vía perimetral análogo al diseño inicial, con la única diferencia que se redujeron aproximadamente 40 viviendas con el propósito de ganar espacio y otorgar una pendiente más suave al entorno de la vía. En la parte baja la vía termina con un talud, este con la finalidad de reducir el movimiento de tierra para el proyecto de las redes de alcantarillado. De esta forma se

mantiene el estero La Parrilla e inclusive se puede proyectar un parque lineal para los habitantes de la futura ciudadela. En las imágenes 3.3 y 3.4 se comparan los amanzanamientos.

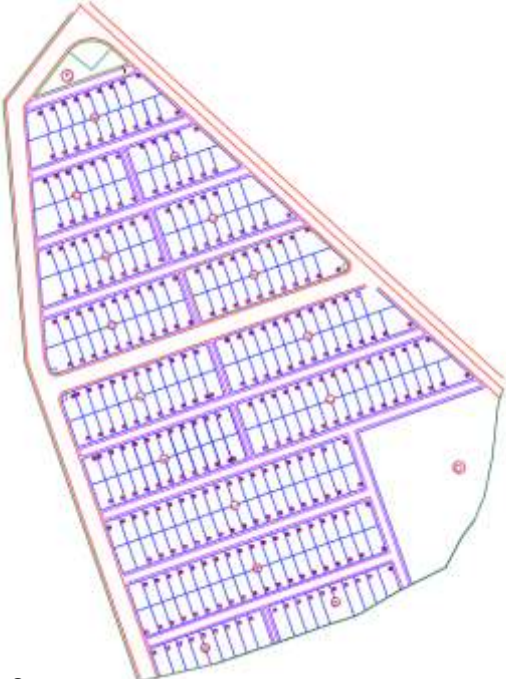


Figura 3. 3 Amanzanamiento entregado por los propietarios del proyecto

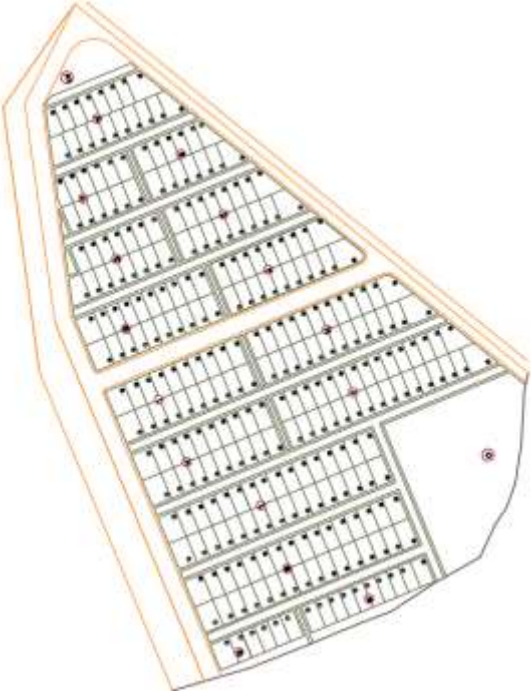


Figura 3. 4 Amanzanamiento propuesto

Para comenzar con los diseños de las redes, era necesario tener los niveles de calle, acera, bordillo. Sin embargo no se contaba con aquella información, simplemente era un amanzanamiento proyectado sobre terreno natural. Como se observó en la imagen 3.2 la superficie posee cambios de niveles bruscos, lo cual da la apariencia a una pequeña montaña. Se analizó en primera instancia realizar terrazas diferenciadas, pero el modelo de amanzanamiento se iba a reducir en gran proporción. Es así como se optó por trabajar con los niveles de las peatonales y de las vías principales. Se propuso cotas a todas las vías teniendo en cuenta un balance entre corte y relleno, y que el talud al final de las vías no sea tan alto, con la intención de que se lo pueda estabilizar de forma rápida y eficiente. Todo esto mediante la creación de un conjunto de superficies de terreno proyectado en el programa CivilCAD, usando propiedades como alineamientos y secciones tipo de vías. A continuación se muestran los perfiles más importantes del proyecto:

Av. FELIPE ARIAS (PROYECTADA)
 PERFIL K0+000 - K0+165
 ESCALA: H = 1:250 - V = 1:50 (DISTORSIÓN VERTICAL 5)

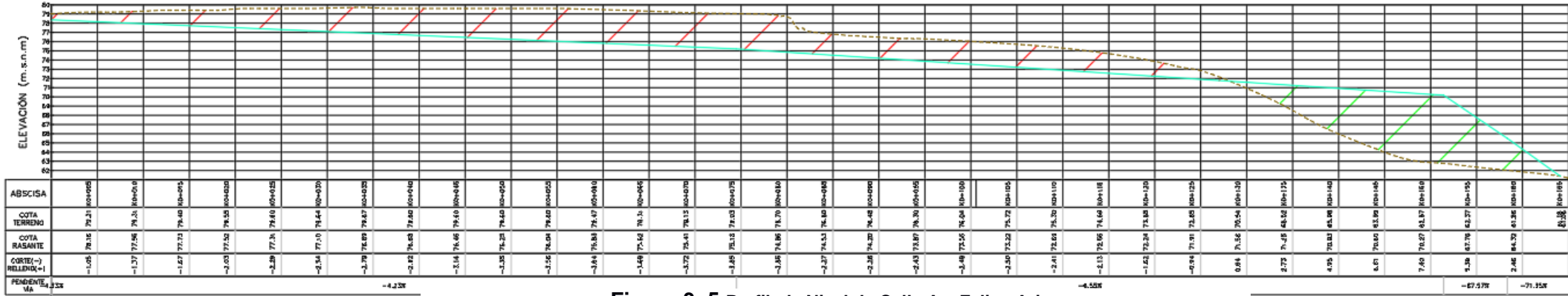
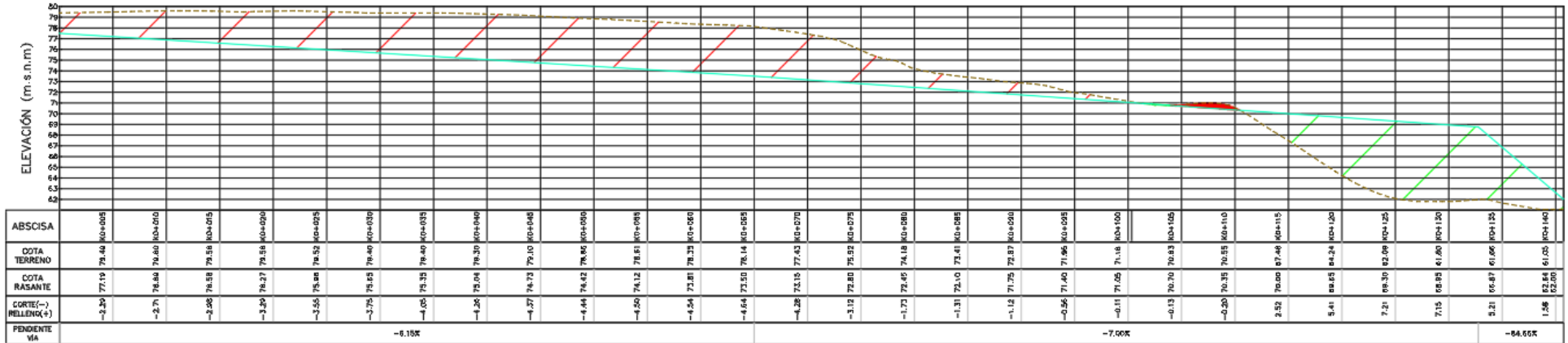


Figura 3. 5 Perfil de Nivel de Calle Av. Felipe Arias

CALLE PEATONAL #4
 PERFIL K0+000 - K0+141
 ESCALA: H = 1:250 - V = 1:50 (DISTORSIÓN VERTICAL 5)



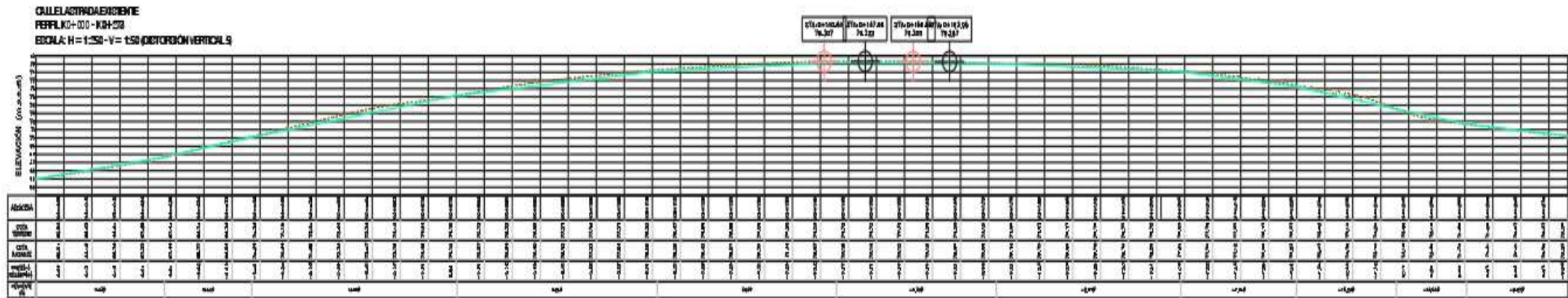


Figura 3. 7 Perfil de Nivel Avenida Octavio Arias

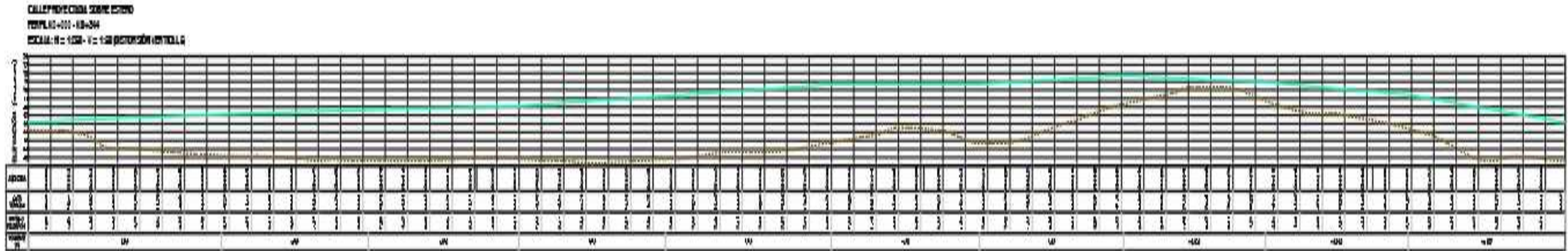


Figura 3. 8 Perfil de Nivel Avenida Maria Olivo

Una vez definido todos los niveles de las peatonales y calles, se comenzó con el diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial siguiendo las premisas que se nombran en el capítulo 2.

Como complemento al trabajo preliminar, se realizó un estudio de suelo, tomando tres muestras del área de interés para analizar la capacidad de carga del terreno, los límites de Atterberg y granulometría, esto con la finalidad de identificar qué tipo de suelo es el que se está tratando y para valorizar si sirve como relleno compactado para el movimiento de tierra que se proyecta realizar.

Con base en los límites obtenidos de la experimentación con la Copa de Casagrande se pudo determinar que los estratos más superficiales de suelo en el área de estudio corresponden a un material limoso inorgánico de mediana a alta plasticidad. Por otro lado, considerando el módulo de finura obtenido de la granulometría se determinó que el material presenta un moderado porcentaje de finos, por lo tanto se lo puede catalogar como agregado grueso apto para el relleno de zanjas.

Los resultados obtenidos en el análisis geotécnico se los puede apreciar en detalle en el Apéndice A, pero se concluye que el material tiene las condiciones para usarse como relleno.

3.2 Diseño del Sistema de Alcantarillado de aguas residuales

En primer lugar para el diseño se organizó las redes en tres grupos, redes terciarias, secundarias y primarias. Las redes terciarias consisten en la recepción de aguas residuales de las viviendas a través de sus cajas de registro, las redes secundarias se encuentran a nivel de calle, reciben el agua de la red terciaria a través de un tirante. Finalmente la red primaria, la cual recibe flujo de la red secundaria y da su disposición final a un gran colector de la ciudad del Empalme que forma parte del sistema de alcantarillado nuevo que va a tener la cabecera cantonal.

En la siguiente tabla se resume el número de redes que se diseñaron y en Apéndice B, el plano en planta del sistema muestra la simbología del sistema.

Tabla 3. 1 Descripción del Sistema de Redes de Alcantarillado Sanitario

| Tipo de Red | Numero de Redes |
|----------------|-----------------|
| Red Terciaria | 31 |
| Red Secundaria | 8 |
| Red Primaria | 2 |

La red terciaria se refiere al conjunto de columnas de casas que conforman cada manzana, las redes secundarias son el conjunto de tuberías que reciben el agua residual de las redes terciarias y por ultimo las redes primarias son las tuberías, las cuales captan el agua de las redes secundarias. Es importante destacar que existen dos descargas hacia los colectores municipales, la primera al inicio de la avenida Octavio Arias y la segunda al final de la avenida María Olivo. En todas las redes se buscó un diseño hidráulico eficiente para reducir el presupuesto para la construcción en términos de corte y relleno. Se consideró condiciones de auto limpieza y de formación de gas sulfhídrico. En el apéndice B se encuentran todas las tablas de cálculo de los sistemas. Se concluye que el sistema cumple con los requisitos que exige Senagua en su norma de estudios y diseño para poblaciones de más de 1000 habitantes.

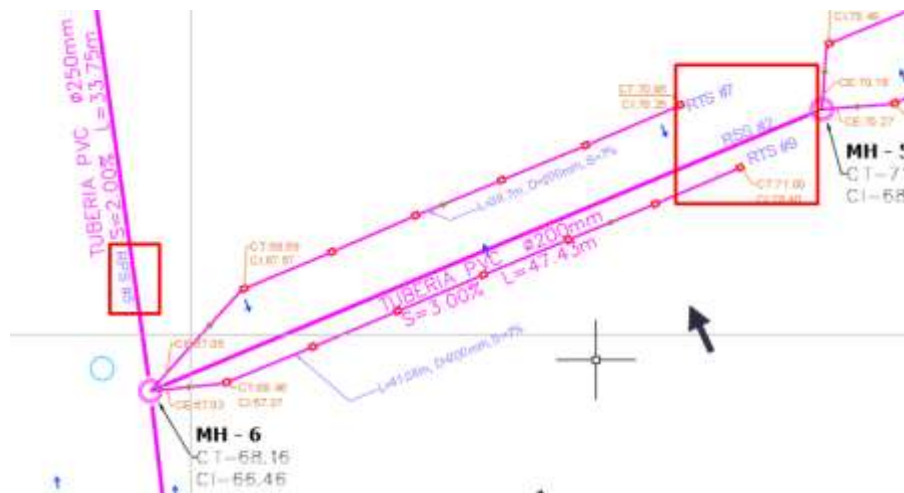


Figura 3. 9 Tramo en planta del sistema de alcantarillado sanitario

A continuación se muestran los resultados que se obtuvo de los diseños de las redes sanitarias, se va a mostrar solo las redes secundarias y primarias debido a que las redes terciarias todas resultaron con diámetro de 200 mm y una pendiente promedio entre 4 a 6%, para más detalle ver el Apéndice B de la memorias de cálculo donde se describen los análisis hidráulico de todas las redes.

Tabla 3. 2 Resultados del diseño de Alcantarillado Sanitario redes secundarias

| Redes Secundarias | Pozo Inicial | Pozo Final | Q diseño (l/s) | Longitud(m) | Diametro (mm) | Pendiente (‰) |
|--------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| RSS1 | MH7 | MH8 | 0.26 | 38.46 | 200 | 0.04 |
| RSS2 | MH5 | MH6 | 0.38 | 47.43 | 200 | 0.02 |
| RSS3 | MH3 | MH4 | 0.46 | 58.5 | 200 | 0.04 |
| RSS4 | MH1 | MH2 | 0.58 | 69.63 | 200 | 0.04 |
| RSS5 | MH11 | MH12 | 1.12 | 71.16 | 200 | 0.04 |
| RSS6 | MH14 | MH15 | 0.48 | 47.11 | 200 | 0.045 |
| RSS7 | Pacm2 | MH16 | 4.90 | 68.19 | 250 | 0.02 |
| RSS8 | MH16 | MH17 | 5.32 | 47.19 | 250 | 0.02 |

Tabla 3. 3 Resultados del diseño de Alcantarillado Sanitario redes primarias

| Redes Primarias | Pozo Inicial | Pozo Final | Q diseño (l/s) | Longitud(m) | Diametro (mm) | Pendiente (‰) |
|------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| RPS #1 | MH14 | MH12 | 0.90 | 32.29 | 250 | 0.02 |
| RPS #2 | MH12 | MH2 | 2.22 | 32.26 | 250 | 0.02 |
| RPS #3 | MH2 | MH4 | 3.03 | 36.25 | 250 | 0.03 |
| RPS #4 | MH4 | MH6 | 3.69 | 32.87 | 250 | 0.02 |
| RPS #5 | MH6 | MH8 | 4.20 | 33.75 | 250 | 0.02 |
| RPS #6 | MH8 | MH9 | 4.57 | 32.9 | 250 | 0.02 |
| RPS #7 | MH9 | MH10 | 5.38 | 40.65 | 250 | 0.02 |
| RPS #8 | MH16 | MH19 | 0.68 | 31.97 | 250 | 0.04 |
| RPS #9 | MH19 | MH20 | 9.92 | 29.32 | 250 | 0.04 |

Dentro del diseño se contempla los elementos constructivos tales como las cajas de registro y cámaras de revisión. Además, es importante resaltar la zanja tipo de excavación y detallar el proceso constructivo.

Tabla 3. 4 Elementos constructivos del sistema de alcantarillado sanitario

| | |
|----------------------------|-----|
| Cajas de registro | 291 |
| Cámaras de Revisión | 18 |

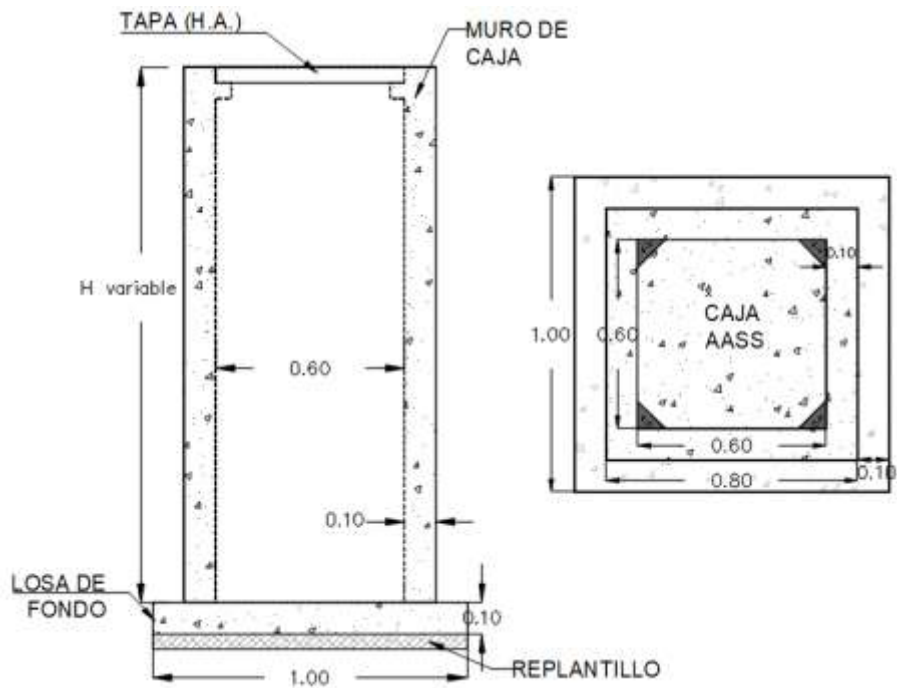


Figura 3. 10.- Caja de Registro para conexión domiciliar

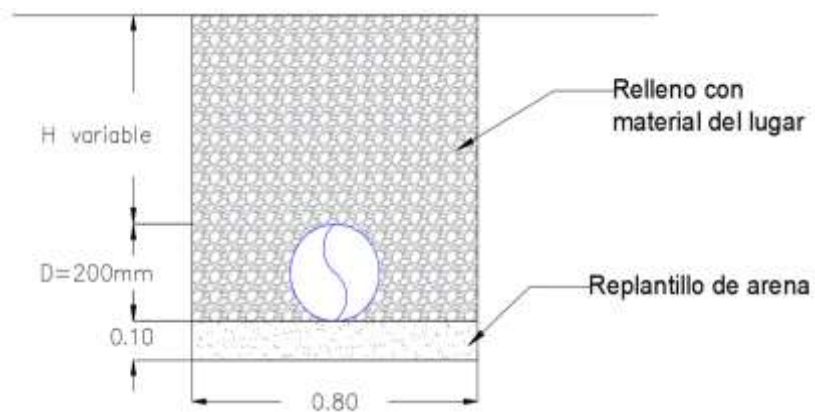


Figura 3. 11 Zanja tipo para Instalación de Redes Terciarias

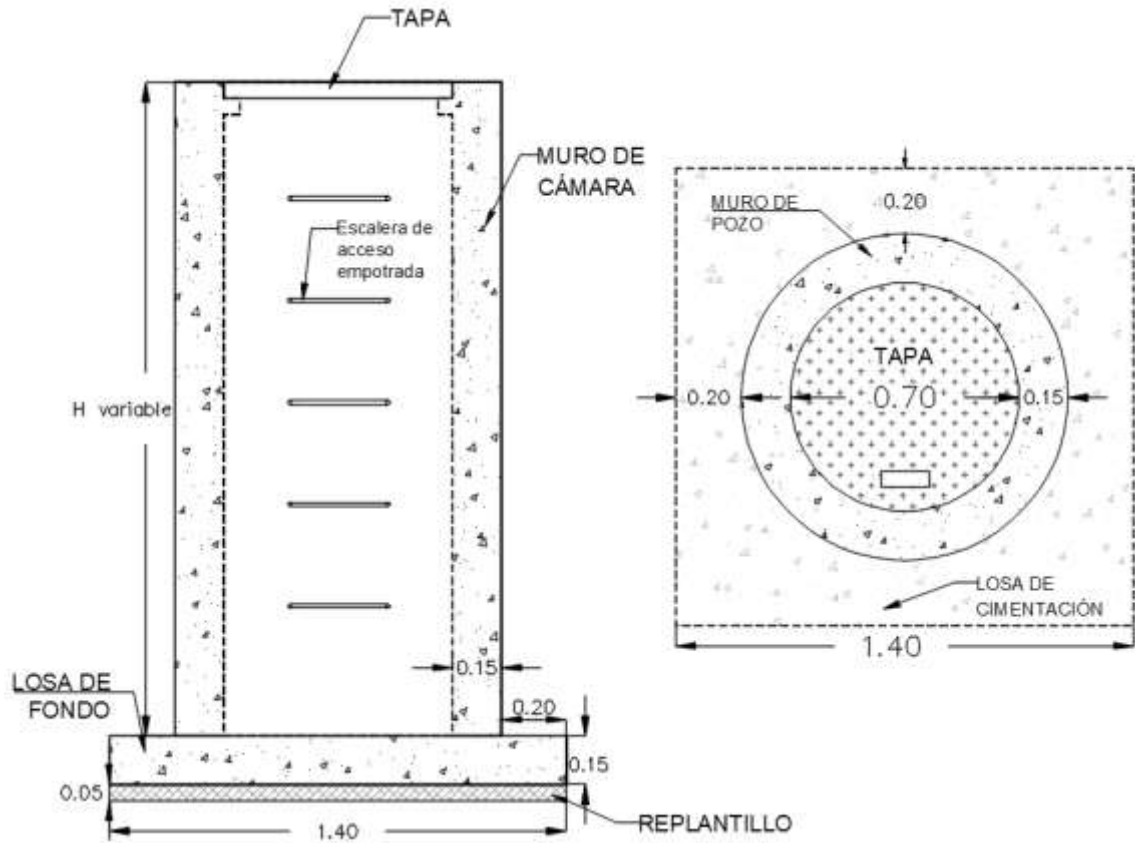


Figura 3. 12 Cámara de Inspección Alcantarillado Sanitario

Nota: Hasta $H=1\text{m}$ las cajas serán de hormigón simple, para $H>1\text{m}$ deberán ser de hormigón armado. Todas las tapas serán de hormigón armado.

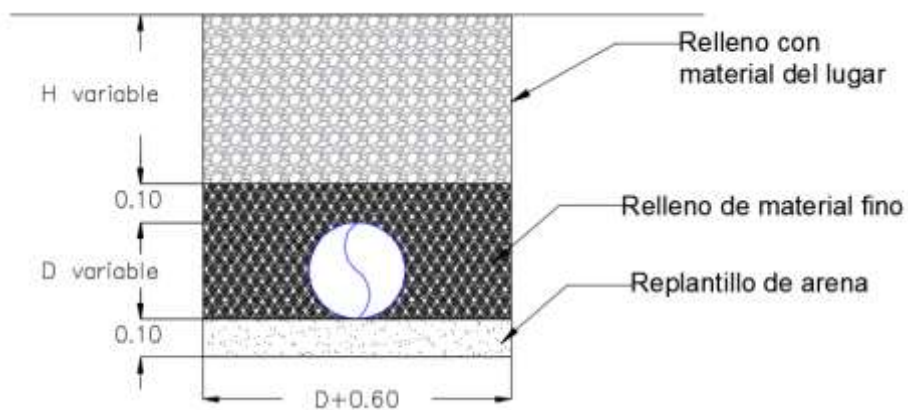


Figura 3. 13 Zanja tipo para Instalación de Redes Secundarias y Primarias

3.3 Diseño del Sistema de Alcantarillado Pluvial

El sistema se resume a una combinación de estructuras dimensionadas para captar las escorrentías superficiales, entre estas estructuras resaltan; canales trapezoidales, sumideros, cunetas, cámaras de registro y cabezales de descarga. Se definieron dos conjuntos de colectores identificados por numeración y orientación de descarga. Ambas descargas se las realiza al cuerpo natural de agua más cercano, estero La Parrilla, y se encuentran rotuladas como descarga norte y sur.

La estimación del caudal está en función del método racional previamente citado en la metodología, considerando un valor ponderado de coeficiente de escorrentía de acuerdo con las condiciones proyectadas de la obra, sus áreas de aporte y la intensidad de lluvia. El coeficiente de escorrentía utilizado fue de 0.5, referente a un promedio de valores correspondientes a desarrollos residenciales con presencia de jardines (0.55) y desarrollos residenciales apreciablemente separados (0.45). Las áreas de aporte estaban definidas para cada tramo dependiendo de la dirección de drenaje natural. La intensidad de lluvia de acuerdo con la ecuación (2.9) varía para cada tramo debido a que depende del tiempo de concentración del drenaje.

En la siguiente tabla se logra apreciar la cantidad de tramos por tipo de red en el sistema de aguas lluvias. Cada tramo consta de una cámara inicial y final con su respectiva tubería de interconexión entre ambas estructuras, con la diferencia de que para los tramos de conexiones la estructura final es el cabezal de descarga. Los tirantes simplemente constituyen los tramos de tubería para conexión entre sumidero y cámara de registro.

Tabla 3. 5 Descripción del Sistema de Redes de Alcantarillado Pluvial

| Tipo de Red | Número de Tramos |
|--------------------------|-------------------------|
| Colectores Norte | 9 |
| Colectores Sur | 8 |
| Conexión a Cabezal Norte | 1 |
| Conexión a Cabezal Sur | 1 |
| Tirantes | 32 |

Cada tramo varía de pendiente, longitud y diámetro de tubo, todo esto dependiendo de los caudales que maneja correspondiente al área de drenaje asociada al tramo. Los

diámetros están en función de los cálculos realizados y de la modelación, el respaldo de los cálculos se los encuentra en el Apéndice B con todos los parámetros de diseño. En la siguiente tabla se presentan las características más relevantes asociadas a cada tramo de red y la cuantificación de los tubos en metro lineal por su diámetro.

Tabla 3.6 Dimensiones de las redes del sistema de alcantarillado pluvial

| DESCRIPCIÓN | RED | TRAMO | Cámara Inicial | Cámara Final | Caudal [m ³ /s] | Diametro [mm] | Pendiente [%] | Longitud [m] |
|---------------------------------|-------|------------|----------------|--------------|----------------------------|---------------|---------------|--------------|
| <i>Colectores Norte</i> | CN #1 | 1-3 | 1 | 3 | 0.076 | 250 | 1.50 | 34.11 |
| | CN #2 | 2-3 | 2 | 3 | 0.044 | 250 | 6.50 | 71.3 |
| | CN #3 | 3-4 | 3 | 4 | 0.131 | 315 | 2.00 | 35.74 |
| | CN #4 | 4-5 | 4 | 5 | 0.161 | 315 | 2.00 | 32.77 |
| | CN #5 | 5-6 | 5 | 6 | 0.182 | 315 | 2.50 | 33.76 |
| | CN #6 | 6-7 | 6 | 7 | 0.195 | 315 | 2.50 | 34.78 |
| | CN #7 | 7-8 | 7 | 8 | 0.197 | 315 | 2.50 | 42.72 |
| | CN #8 | 9-10 | 9 | 10 | 0.021 | 250 | 7.00 | 36.47 |
| | CN #9 | 10-8 | 10 | 8 | 0.029 | 250 | 9.00 | 34.05 |
| <i>Colectores Sur</i> | CS #1 | 11-12 | 11 | 12 | 0.006 | 250 | 3.00 | 39.35 |
| | CS #2 | 12-13 | 12 | 13 | 0.010 | 250 | 13.00 | 36.88 |
| | CS #3 | 13-14 | 13 | 14 | 0.020 | 250 | 0.50 | 54.41 |
| | CS #4 | 14-15 | 14 | 15 | 0.026 | 250 | 0.50 | 42.85 |
| | CS #5 | 15-18 | 15 | 18 | 0.044 | 250 | 1.00 | 115.51 |
| | CS #6 | 16-17 | 16 | 17 | 0.079 | 250 | 2.00 | 31.6 |
| | CS #7 | 17-18 | 17 | 18 | 0.120 | 315 | 3.00 | 32.29 |
| | CS #8 | 18-19 | 18 | 19 | 0.162 | 315 | 6.00 | 24.36 |
| <i>Conexión a Cabezal Norte</i> | DN | 8-CAB (N) | 8 | CAB (N) | 0.220 | 315 | 1.00 | 4.69 |
| <i>Conexión a Cabezal Sur</i> | DS | 19-CAB (S) | 19 | CAB (S) | 0.162 | 315 | 1.00 | 4.17 |
| <i>Tirantes</i> | T1 | SI-BOX 1 | SI | BOX 1 | 0.038 | 200 | 1.50 | 3.14 |
| | T2 | SD-BOX 1 | SD | BOX 1 | 0.038 | 200 | 1.50 | 3.11 |
| | T3 | SI-BOX 2 | SI | BOX 2 | 0.022 | 200 | 1.50 | 4.08 |
| | T4 | SD-BOX 2 | SD | BOX 2 | 0.022 | 200 | 1.50 | 2.96 |
| | T5 | SI-BOX 3 | SI | BOX 3 | 0.044 | 200 | 1.50 | 3.37 |
| | T6 | SDI-BOX 3 | SDI | BOX 3 | 0.044 | 200 | 1.50 | 5.66 |
| | T7 | SDS-BOX 3 | SDS | BOX 3 | 0.044 | 200 | 1.50 | 5.41 |
| | T8 | SI-BOX 4 | SI | BOX 4 | 0.080 | 250 | 1.50 | 2.86 |
| | T9 | SD-BOX 4 | SD | BOX 4 | 0.080 | 250 | 1.50 | 3.46 |
| | T10 | SI-BOX 5 | SI | BOX 5 | 0.091 | 250 | 2.00 | 3.35 |
| | T11 | SD-BOX 5 | SD | BOX 5 | 0.091 | 250 | 2.00 | 3.07 |
| | T12 | SI-BOX 6 | SI | BOX 6 | 0.098 | 250 | 2.00 | 3.60 |
| | T13 | SD-BOX 6 | SD | BOX 6 | 0.098 | 250 | 2.00 | 2.97 |
| | T14 | SI-BOX 7 | SI | BOX 7 | 0.098 | 250 | 2.50 | 2.82 |
| | T15 | SD-BOX 7 | SD | BOX 7 | 0.098 | 250 | 2.50 | 3.62 |
| | T16 | S-BOX 8 | S | BOX 8 | 0.018 | 200 | 1.00 | 2.36 |

| | | | | | | | |
|------------------------------|------------|-----|--------|-------|-----|------|---------------|
| T17 | S-BOX 9 | S | BOX 9 | 0.021 | 200 | 1.00 | 1.25 |
| T18 | S-BOX 10 | S | BOX 10 | 0.029 | 200 | 1.00 | 1.17 |
| T19 | S-BOX 11 | S | BOX 11 | 0.006 | 200 | 1.00 | 6.80 |
| T20 | S-BOX 12 | S | BOX 12 | 0.010 | 200 | 1.00 | 1.10 |
| T21 | SD-BOX 13 | SD | BOX 13 | 0.010 | 200 | 1.00 | 3.57 |
| T22 | SI-BOX 13 | SI | BOX 13 | 0.010 | 200 | 1.00 | 2.20 |
| T23 | SI-BOX 15 | SI | BOX 15 | 0.022 | 200 | 1.00 | 0.95 |
| T24 | SS-BOX 15 | SS | BOX 15 | 0.022 | 200 | 1.00 | 1.92 |
| T25 | SII-BOX 16 | SII | BOX 16 | 0.026 | 200 | 1.00 | 4.11 |
| T26 | SSI-BOX 16 | SSI | BOX 16 | 0.026 | 200 | 1.00 | 4.14 |
| T27 | SD-BOX 16 | SD | BOX 16 | 0.026 | 200 | 1.00 | 3.25 |
| T28 | SI-BOX 17 | SI | BOX 17 | 0.060 | 200 | 2.50 | 2.90 |
| T29 | SD-BOX 17 | SD | BOX 17 | 0.060 | 200 | 2.50 | 3.48 |
| T30 | SII-BOX 18 | SII | BOX 18 | 0.054 | 200 | 2.50 | 3.69 |
| T31 | SSI-BOX 18 | SSI | BOX 18 | 0.054 | 200 | 2.50 | 3.92 |
| T32 | SD-BOX 18 | SD | BOX 18 | 0.054 | 200 | 2.50 | 3.41 |
| TOTAL TUBERÍA D=200mm | | | | | | | 77.95 |
| TOTAL TUBERÍA D=250mm | | | | | | | 522.28 |
| TOTAL TUBERÍA D=315mm | | | | | | | 245.28 |

Todos los metros lineales de tubería cuantificados en la tabla anterior constituyen las interconexiones entre diferentes estructuras para permitir el drenaje de aguas lluvias hasta las descargas respectivas. Al momento de la ejecución de la obra se debe considerar la disponibilidad en el mercado en cuanto a la longitud disponible de tuberías y con base en esto definir la cantidad de tubos a instalar.

En cuanto a la etapa constructiva, se propone una zanja tipo para la instalación de todas las tuberías del sistema pluvial, en la siguiente figura se puede apreciar el ancho de sección que depende del diámetro de tubería a instalar y, las diferentes capas de relleno a emplear. Los 60 centímetros adicionales al diámetro en el ancho de sección se encuentran asociados a dar facilidad de maniobra para el personal encargado de realizar el trabajo.

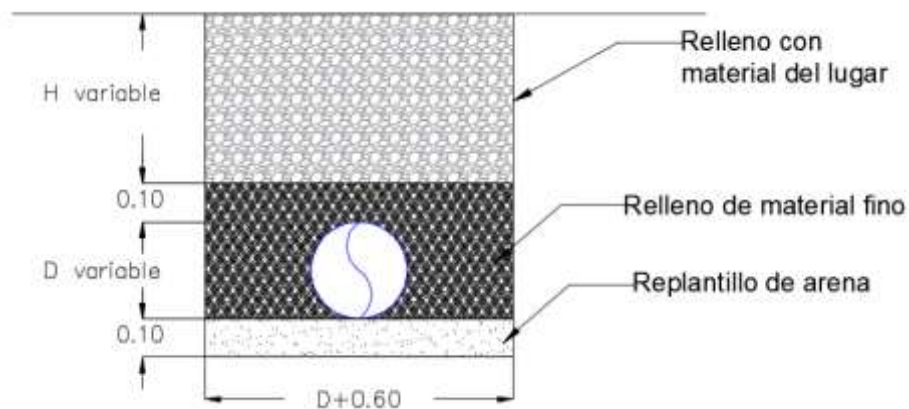


Figura 3. 14 Zanja tipo para instalación de redes AALL

Por otro lado, se encuentran las cámaras de registro (rotuladas como BOX en planos) del sistema pluvial, cuyas alturas varían dependiendo del trazado proyectado de las redes. En la tabla de abajo se muestran las cámaras y sus profundidades, posteriormente se muestra el esquema constructivo de dichos elementos.

Tabla 3.7 Cámaras de registro para sistema de AALL

| Cámara AALL (BOX) | Profundidad [m] |
|-------------------|-----------------|
| BOX 01 | 2.30 |
| BOX 02 | 2.20 |
| BOX 03 | 2.90 |
| BOX 04 | 2.40 |
| BOX 05 | 2.00 |
| BOX 06 | 2.40 |
| BOX 07 | 2.70 |
| BOX 08 | 2.00 |
| BOX 09 | 3.90 |
| BOX 10 | 2.90 |
| BOX 11 | 1.80 |
| BOX 12 | 1.90 |
| BOX 13 | 1.80 |
| BOX 14 | 2.10 |
| BOX 15 | 3.25 |
| BOX 16 | 1.50 |
| BOX 17 | 2.00 |
| BOX 18 | 2.00 |
| BOX 19 | 1.50 |
| ALC | 1.40 |

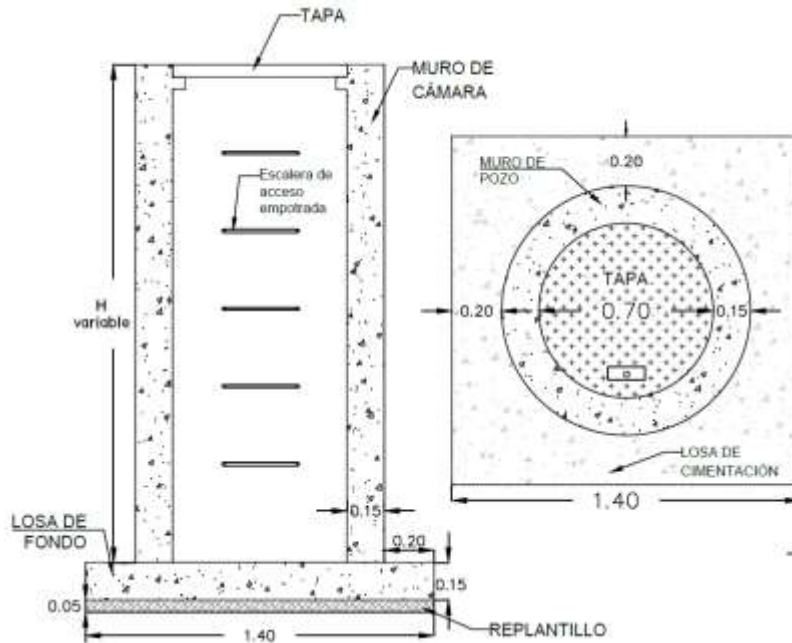


Figura 3. 15 Detalle de cámaras de registro AALL

Como se aprecia en la tabla anterior existe un componente rotulado como ALC, corresponde a una alcantarilla de rejillas que contiene la misma geometría que las cámaras. Se la puede identificar en la implantación del sistema en los planos de diseño. A continuación, se muestran tablas y gráficos relacionados a las estructuras complementarias del sistema, comentando sobre las especificaciones de cada estructura y explicando el motivo de su implementación.

Resultó indispensable la proyección de sumideros para la captación de escorrentía a través de cunetas ubicadas en las calles vehiculares. De igual manera los sumideros son los encargados de recibir el caudal drenado por los canales en calles peatonales. Mediante la combinación de cámaras y tuberías con diámetros debidamente calculados se destinan las aguas lluvias hacia el canal por medio del cabezal de descarga. A continuación, se muestran las cantidades de estructuras complementarias empleadas en el sistema.

Tabla 3.8 Cuadro de cantidades estructuras complementarias del sistema

| Tipo de estructura | Cantidad |
|-----------------------|------------------------|
| Sumideros | 32 unidades |
| Canales de drenaje | 627.69 metros lineales |
| Cabezales de descarga | 2 unidades |
| Cunetas | 2225.5 metros lineales |
| Cámaras | 19 unidades |

Los sumideros están distribuidos en las esquinas de cada vía vehicular y al final de cada peatonal con el propósito de receptor el agua y depositar en las cámaras de revisión que se encuentran en el center line de cada calle.

Todos los sumideros mantienen las mismas dimensiones con el objetivo de simplificar y generalizar la instalación de rejillas y fundición de la estructura al momento de ejecutar la obra. En el siguiente diagrama se puede apreciar en detalle las dimensiones y la geometría propuesta para cada sumidero.

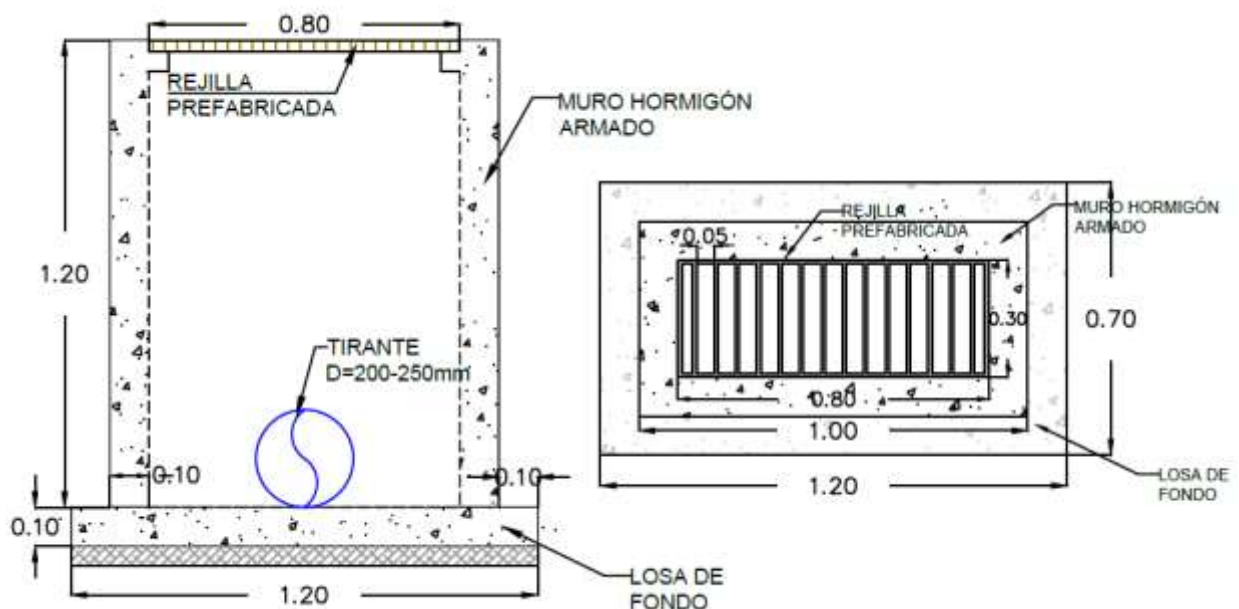


Figura 3. 16 Detalle de sumidero

De igual manera se contempla a los canales de drenaje, ubicados en cada una de las calles peatonales para evacuar la escorrentía proveniente de las aceras y de los tejados ubicados a cada lado del eje del canal. Básicamente se generalizó las dimensiones de

los canales garantizando que la sección transversal sea óptima y que la relación de calado sea suficiente para el caudal a transportar.

Adicionalmente se definió un borde libre por factor de seguridad, esto como medida frente a una precipitación atípica o de periodo de retorno muy alto. Evidentemente la pendiente para cada canal será diferente debido a que es dependiente de cada calle peatonal.

Tabla 3.9 Ubicación y Geometría de los canales para peatonales

| GEOMETRÍA DE CANALES | | | | | | | |
|----------------------|----------------|-------|-------|-----|-------------|-----------------|--------|
| Ubicación | Longitud Canal | b (m) | y (m) | b/y | Borde Libre | Pendiente Talud | S 0/00 |
| Peatonal 1 | 43 | 0.3 | 0.25 | 1.2 | 0.1 | 0.5:1 | 0.037 |
| Peatonal 2 | 70.69 | 0.3 | 0.25 | 1.2 | 0.1 | 0.5:1 | 0.060 |
| Peatonal 3 | 98 | 0.3 | 0.25 | 1.2 | 0.1 | 0.5:1 | 0.070 |
| Peatonal 4 | 122 | 0.3 | 0.25 | 1.2 | 0.1 | 0.5:1 | 0.065 |
| Peatonal 5-1 | 95 | 0.3 | 0.25 | 1.2 | 0.1 | 0.5:1 | 0.012 |
| Peatonal 5-2 | 75 | 0.3 | 0.25 | 1.2 | 0.1 | 0.5:1 | 0.060 |
| Peatonal 7-1 | 60 | 0.3 | 0.25 | 1.2 | 0.1 | 0.5:1 | 0.025 |
| Peatonal 7-2 | 64 | 0.3 | 0.25 | 1.2 | 0.1 | 0.5:1 | 0.065 |

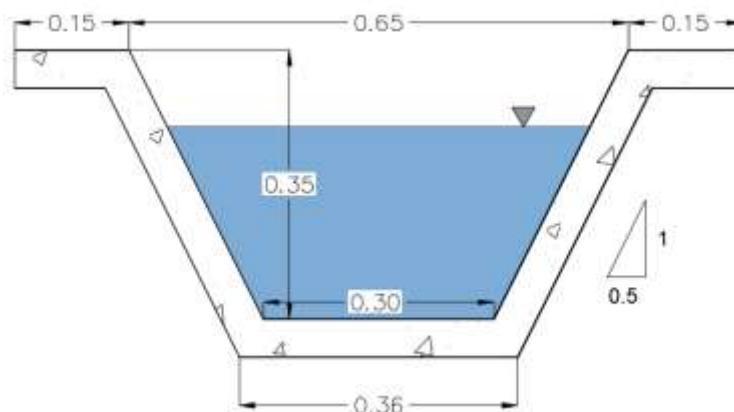


Figura 3. 17 Dimensiones canales propuestos

Otra estructura complementaria de mucha utilidad para la captación de escorrentía son las cunetas en las calles vehiculares. Con el mismo criterio de facilitar la labor constructiva se definió una sola sección de cunetas para todas las vías, verificando que dicha sección otorgue una holgura suficiente para evitar acumulación de agua en las

vías. Una vez más, las pendientes longitudinales de vías se asocian a las cunetas para lograr una uniformidad en el diseño vial.

En la siguiente tabla se muestran las dimensiones de las cunetas con las respectivas longitudes e identificadas por tramos. Posteriormente se encuentra una ilustración esquemática de la sección de cuneta.

Tabla 3.10 Ubicación y geometría de cunetas

| Calle | Longitud Cuneta (m) | b (m) | y=d(m) | L(m) | Scuneta(%) |
|---|---------------------|-------|--------|------|------------|
| Av. Aurelio Felipe Arias Olivo-Tramo 1 | 65 | 0.3 | 0.15 | 0.34 | 0.5 |
| Av. Aurelio Felipe Arias Olivo-Tramo 2 | 67 | 0.3 | 0.15 | 0.34 | 0.5 |
| Avenida Octavio AriasTramo 1 descarga 1 | 72 | 0.3 | 0.15 | 0.34 | 0.5 |
| Avenida Octavio AriasTramo 2 descarga 2 | 38 | 0.3 | 0.15 | 0.34 | 0.5 |
| Avenida Maria Olivo Tramo 1 | 30 | 0.3 | 0.15 | 0.34 | 0.5 |
| Avenida Maria Olivo Tramo 2 | 34 | 0.3 | 0.15 | 0.34 | 0.5 |
| Avenida Maria Olivo Tramo 3 | 36 | 0.3 | 0.15 | 0.34 | 0.5 |
| Avenida Maria Olivo Tramo 4 | 34 | 0.3 | 0.15 | 0.34 | 0.5 |
| Avenida Maria Olivo Tramo 5 | 34 | 0.3 | 0.15 | 0.34 | 0.5 |
| Avenida Maria Olivo Tramo 6 | 34 | 0.3 | 0.15 | 0.34 | 0.5 |
| Avenida Maria Olivo Tramo 7 | 40 | 0.3 | 0.15 | 0.34 | 0.5 |
| Peatonal 6-1 | 34 | 0.4 | 0.2 | 0.45 | 0.5 |
| Peatonal 6-2 | 154 | 0.4 | 0.2 | 0.45 | 0.5 |
| Peatonal 8 | 108 | 0.4 | 0.2 | 0.45 | 0.5 |

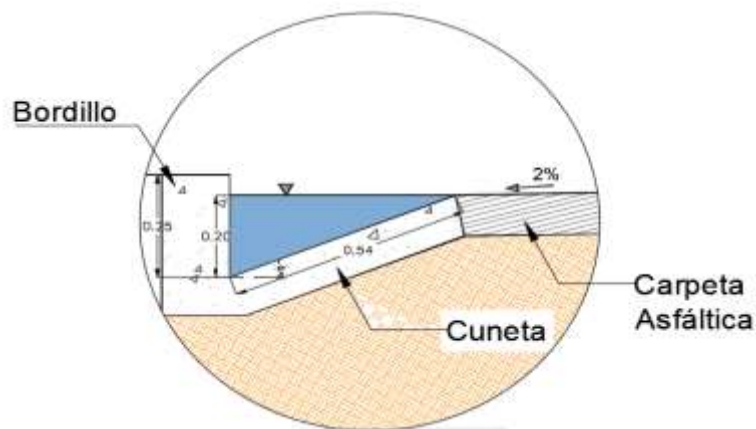


Figura 3. 18 Detalle de sección cuneta

Como parte final de los componentes del sistema pluvial se encuentran las estructuras de descarga. Se optó por colocar cabezales con muros de alas para dirigir el caudal captado por las escorrentías hacia el estero. En la dirección de caída del flujo hacia el estero se puede adecuar con pequeños gaviones o simplemente un enrocado de la trayectoria del agua hacia el estero, esta recomendación no se incluye en la estimación de costos.

La estructura de los cabezales está formada por una pequeña losa de hormigón como soporte y los muros de alas a cada lado del orificio central por donde drena el agua (Rivadeneira, 2012). La tubería de conexión hacia la descarga se empata directamente con el cabezal de descarga. En la siguiente figura se aprecia la geometría propuesta.

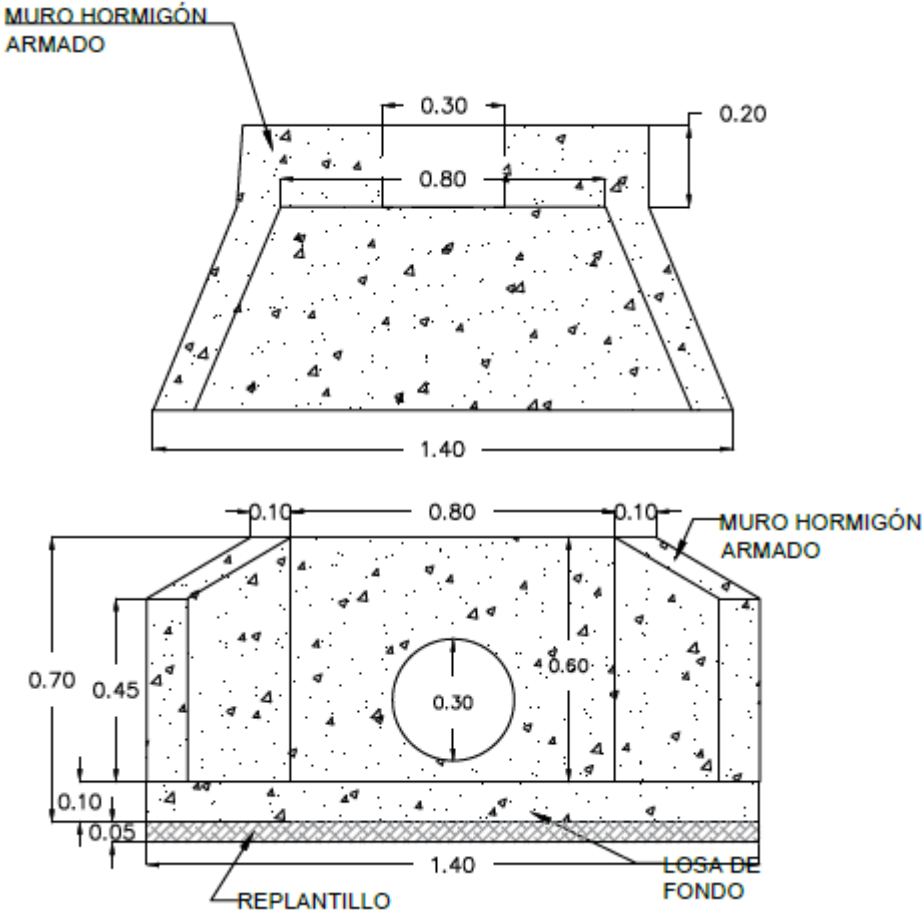


Figura 3.19 Cabezales de descarga

3.4 Modelación de los sistemas

3.4.1 Modelación Alcantarillado Sanitario

En primera instancia se va a modelar las redes primarias del alcantarillado sanitario usando el software Akua de licencia gratuita. En la siguiente imagen se describe algunas bondades del programa:

Akua es un software para diseño de redes de alcantarillado sanitario y drenaje pluvial. Sirve tanto para realizar nuevos diseños, como para modelar sistemas existentes. En tiempos mínimos se pueden obtener diseños óptimos y planos definitivos listos para la ejecución de la obra.

Akua no complica al proyectista con excesivas variables y opciones, sino que asume las tecnologías, unidades de medida y formulaciones comúnmente empleadas y automatiza gran parte de los procesos de entrada de datos.

Algunas características:

- Lectura de base cartográfica en formato vectorial (dxf, shp) o raster (jpeg, bmp).
- Distribución visual de los nodos y tramos.
- Dibujo de mapas planimétricos y curvas de nivel.
- Cálculo automático de longitudes, áreas y gastos.
- Diseño óptimo de las pendientes y diámetros.
- Vistas en Zoom, Paneos y 3D.
- Cálculo de los volúmenes de obra.
- Resultados tabulados en Excel.
- Dibujo de planta general y perfiles AutoCAD.
- Posibilidad de trabajar con varios subsistemas al mismo tiempo.
- Facilidades para la simulación de redes existentes.

Figura 3.20 Descripción del software Akua

Para comenzar con la modelación se tienen que configurar valores de frontera que el software considerará para el diseño, tales como velocidad mínima, condiciones de esfuerzo cortante, relación de calado máxima, recubrimiento por encima de lomos de tubo, caudales de infiltración e ilícitos entre otros parámetros que se detallan en la figura 3.21.

The image shows a software dialog box titled "Datos generales" with a close button (X) in the top right corner. It is divided into three main sections:

- Condiciones de Frontera:** Contains several checked checkboxes and input fields: "Tensión Tractiva mínima (Pa) : 1.50", "Velocidad mínima (m/s) : 0.60", "Coef. para tramos iniciales : 0.50", "h/D Máximo : 1.14", "Recubrimiento Mínimo (m) : 1.20", and "Longitud de tramo máxima (m) : 100.00".
- Gastos:** Contains input fields and dropdown menus: "Infiltracion : 2.00 L/s-Km", "Conex. erradas : 0.03 L/s-Ha", and "Coeficiente de seguridad : 1.00".
- Pendientes:** Contains a checked checkbox "Verificar por diámetro" and two input fields: "Mínima en tramos iniciales : 0.0040" and "Mínima absoluta : 0.0020".

At the bottom left is a help icon (question mark), and at the bottom right is an "OK" button with a green checkmark.

Figura 3. 21 Configuración de datos de frontera

Luego de haber configurado los datos generales se procede a cargar la planimetría del proyecto de un archivo de AutoCAD, en el cual se va a realizar el trazado de las redes primarias.

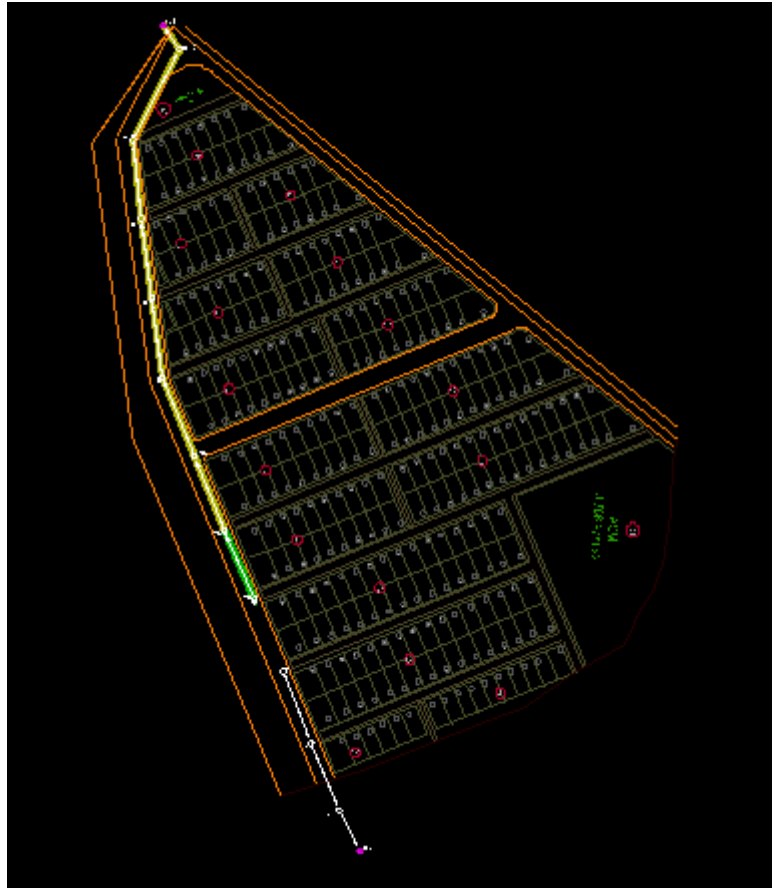


Figura 3. 22 Planimetría y trazado de la red primaria

Después de haber trazado la red, cada nodo tiene asociada un área de influencia que posee una densidad poblacional y un caudal unitario de agua residuales previamente calculado. Se puede ingresar el valor del área de influencia o dejar que el programa calcule en función del área total del terreno. Para este caso se va a dejar que el programa asigne las áreas de aportación. El programa calcula los caudales de diseño de cada tramo como se muestra en la figura 3.23.

Estimación de la Demanda

| Tramo | Q.Dis. |
|-----------|--------|
| mh18-cp2 | 9.74 |
| mh17-mh18 | 9.31 |
| mh15-mh17 | 0.74 |
| mh13-mh12 | 0.77 |
| mh12-mh2 | 1.54 |
| mh2-mh4 | 2.36 |
| mh4-mh6 | 3.13 |
| mh6-mh8 | 3.89 |
| mh8-mh9 | 4.66 |
| mh9-mh10 | 5.64 |
| mh10-cp1 | 5.92 |

RP2

RP1

Coeficiente de retorno : 0.75

Gasto mínimo (L/s) : 1.50

M (Harmon)

Min : 2.20

Max : 3.80

Sector

Sect-1 320.65 p/ha
150.00 L/p/d

Area (ha) : 0.440 FIX

Población (hab) :

Local : 141

Acumulada : 141

M (Harmon) : 3.80

Demanda Local (L/s)

Med. : 0.18

Max. : 0.70

Extra : 0.70

Infiltr. : 0.51

C. Errad. : 0.01

Conc. : 0.00

Q (L/s) : 0.77

Acumulado (L/s)

Q. Med. : 0.18

Q. Dis. : 0.77

Actualizar Tramo mh13-mh12

?

OK

Figura 3. 23 Estimación de caudales de diseño por tramos

En la sección 3.4.2 se comparará los resultados entre caudales de diseño obtenidos con hoja de cálculo y mediante el programa, el objeto de esta sección es mostrar el alcance del software para el diseño del sistema, por tales motivos se muestra los perfiles que el programa plantea para la respectiva red.

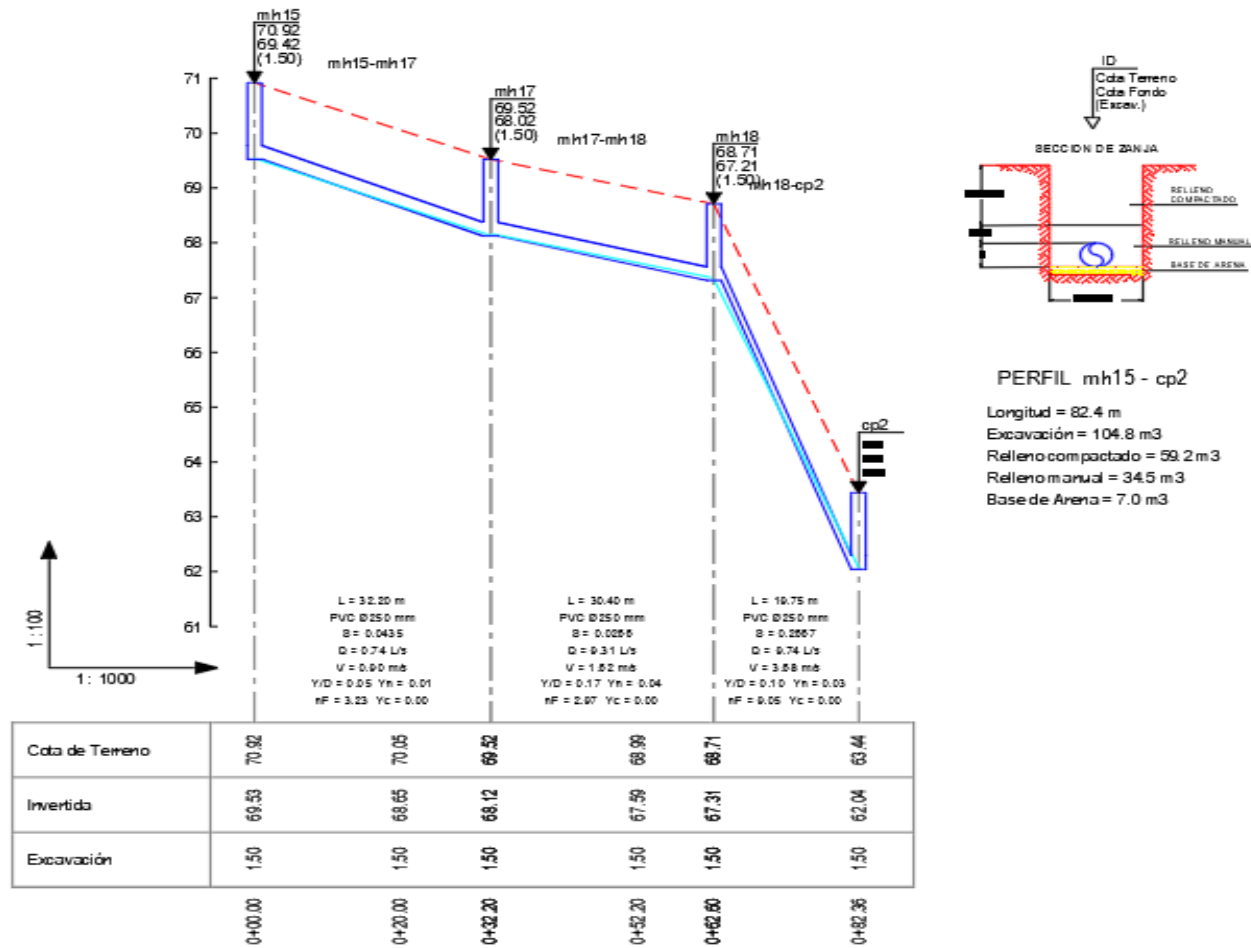


Figura 3. 24 Perfil de descarga hacia el Colector Público 2

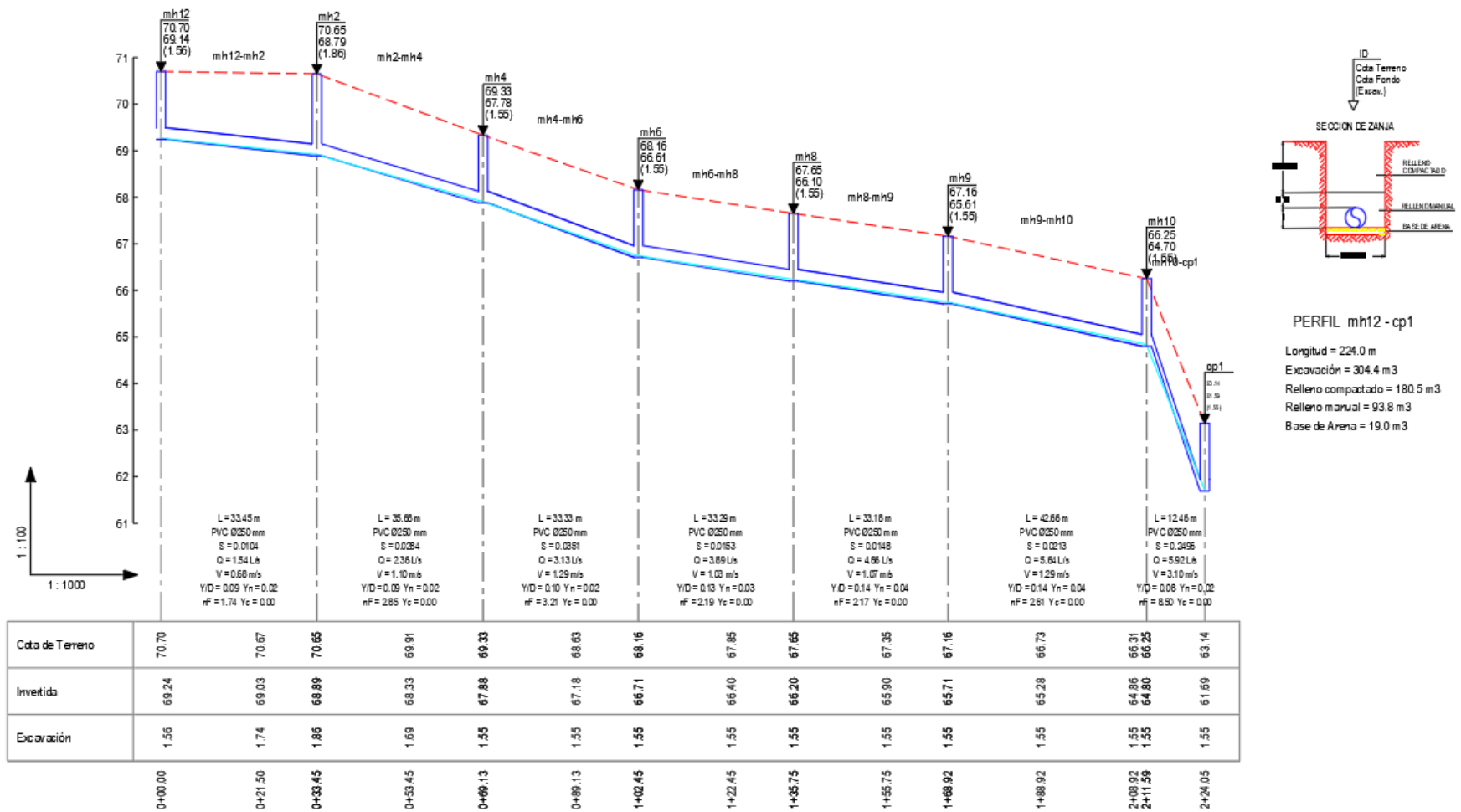


Figura 3.25 Perfil de descarga hacia el Colector Público 1

Como se puede apreciar en la figura 3.24 y 3.25, el software indica los parámetros hidráulicos de cada tramo de tubería, además indica la zanja tipo y la cantidad de material desglosado. En resumen, se puede considerar el software Akua como una herramienta rápida para la modelación de redes de alcantarillado sanitario, su interfaz sencilla y práctica la vuelven amigable para cualquier diseñador y las ventajas que tiene para el cálculo de cantidades la asemejan a un software de metodología BIM.

3.4.2 Comparación de Resultados Alcantarillado Sanitario

Los resultados que se muestran en los cálculos hechos con la hoja electrónica y los que calculan el programa son similares en diversos aspectos tales como caudal de diseño, relación de calado, profundidad de cámaras.

Es importante resaltar, que el programa realiza un diseño óptimo de la red, es decir utiliza los diámetros mínimos para garantizar las condiciones de frontera que se muestran en la Figura 3.21, por tales motivos ciertos tramos de la red primaria utilización tubería con diámetro de 200mm. Sin embargo se está considerando usar tuberías de diámetro 250 mm, por distintos factores técnicos uno de ellos previniendo el mantenimiento de la red, en segundo lugar considerando que una vivienda habiten más de 5 habitantes y por ultimo facilidad constructiva a usar una misma dimensión para el sistema.

Tabla 3.11.- Comparación de Resultados

| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | Tramo | Pozo Inicial | Pozo Final | Qdiseño Excel | Qdiseño Akua | % Error | S 0/00 Excel | S 0/00 Akua | d/D Excel | d/D Akua | |
|---------------------------|-------|--------------|------------|---------------|--------------|---------|--------------|-------------|-----------|----------|-------|
| | | | | (l/s) | (l/s) | | | | | | |
| Subsistema A | RP1 | MH13--MH12 | MH13 | MH12 | 0.9018 | 0.77 | 14.6% | 0.020 | 0.032 | 0.0941 | 0.070 |
| | RP2 | MH12-MH2 | MH12 | MH2 | 2.2279 | 1.54 | 30.9% | 0.020 | 0.010 | 0.1148 | 0.090 |
| | RP3 | MH2-MH4 | MH2 | MH4 | 3.0307 | 2.36 | 22.1% | 0.030 | 0.028 | 0.1185 | 0.090 |
| | RP4 | MH4-MH6 | MH4 | MH6 | 3.6902 | 3.13 | 15.2% | 0.020 | 0.035 | 0.1361 | 0.100 |
| | RP5 | MH6-MH8 | MH6 | MH8 | 4.2004 | 3.89 | 7.4% | 0.020 | 0.015 | 0.1431 | 0.130 |
| | RP6 | MH8-MH9 | MH8 | MH9 | 4.5786 | 4.66 | 1.8% | 0.020 | 0.015 | 0.1483 | 0.140 |
| | RP7 | MH9-MH10 | MH9 | MH10 | 5.3820 | 5.64 | 4.8% | 0.020 | 0.021 | 0.1590 | 0.140 |
| Subsistema B | RP8 | MH16-MH19 | MH16 | MH19 | 0.685 | 0.74 | 8.0% | 0.04 | 0.044 | 0.087 | 0.05 |
| | RP9 | MH19-MH20 | MH19 | MH20 | 9.927 | 9.31 | 6.2% | 0.04 | 0.027 | 0.18 | 0.17 |

3.4.3 Modelación Alcantarillado Pluvial

Para la modelación del sistema de alcantarillado Pluvial, se utilizó el software SwmmV5, de licencia gratuita. En la siguiente imagen se muestra las descripciones y referencia del programa.



Figura 3.26.- Descripción del Software Swmm

El proceso comenzó plasmando el trazado del sistema pluvial mediante nodos que representan las cámaras de inspección y líneas para las tuberías. Después se ingresó la cota de invert de las cámaras y la profundidad respecto a la cota de vía, esto con la intención de que el software reconozca la cota de terreno proyectado. De manera sucesiva se logró ingresar la información mencionada para todas las cámaras.

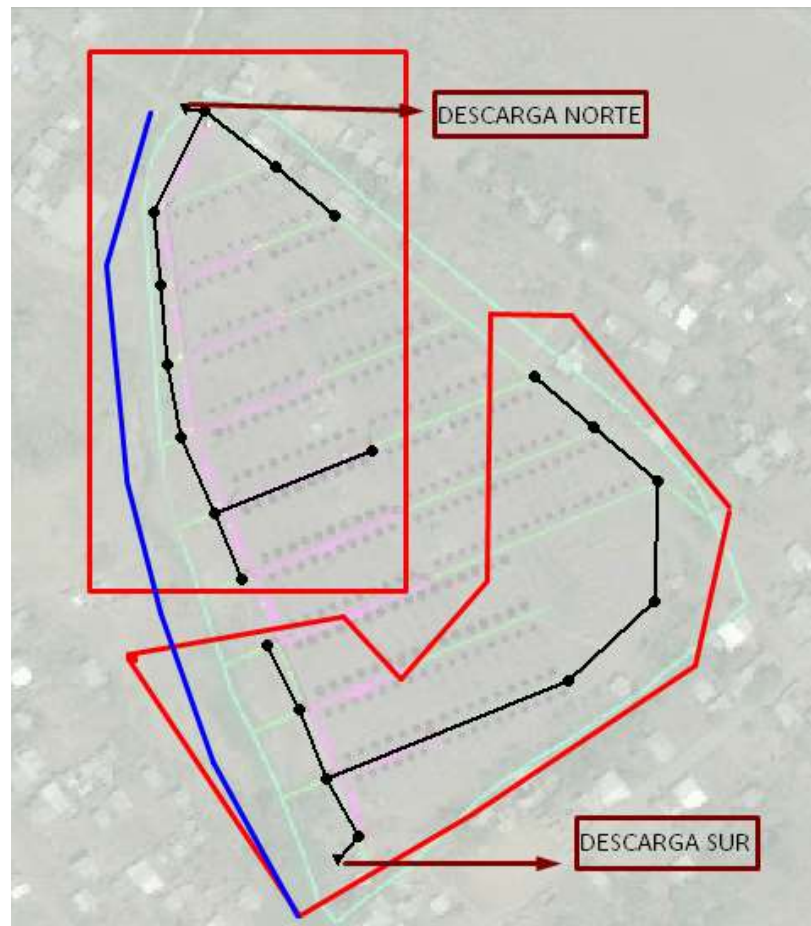


Figura 3.27 Trazado de la Red

| Nudo Box2 | |
|--|----------|
| Propiedad | Valor |
| Coordenada Y | 5470.240 |
| Descripción | |
| Marca | |
| Aportes | YES |
| Tratamiento | NO |
| Cota del fondo | 73 |
| Profundidad Máxima | 2.20 |
| Nivel inicial | 0 |
| Nombre asignado por el usuario a la conexión | |

Figura 3.28 Configuración de las cotas de las cámaras

Por motivos de facilitar la modelación y el ingreso de datos, una vez configurada las cámaras, se procedió a ingresar valores de aporte directo que representa el caudal de diseño para el tramo aguas abajo de las cámaras respectivas. Los caudales de aporte fueron escogidos de las tablas obtenidas por cada tramo mediante el método racional referenciado previamente en el capítulo anterior.

Tabla 3.12.- Caudal de diseño para los tramos de tuberías

| RED | Q(l/s) |
|-----|---------|
| CN1 | 75.5462 |
| CN2 | 43.818 |
| CN3 | 131.443 |
| CN4 | 160.748 |
| CN5 | 181.687 |
| CN6 | 195.105 |
| CN7 | 196.669 |
| CN8 | 21.3679 |
| CN9 | 28.7198 |
| | |
| CS1 | 5.88797 |
| CS2 | 10.0053 |
| CS3 | 20.0809 |
| CS4 | 26.2687 |
| CS5 | 43.5039 |
| CS6 | 78.9808 |
| CS7 | 119.647 |
| CS8 | 162.349 |
| | |
| DN | 220.005 |
| DS | 162.373 |

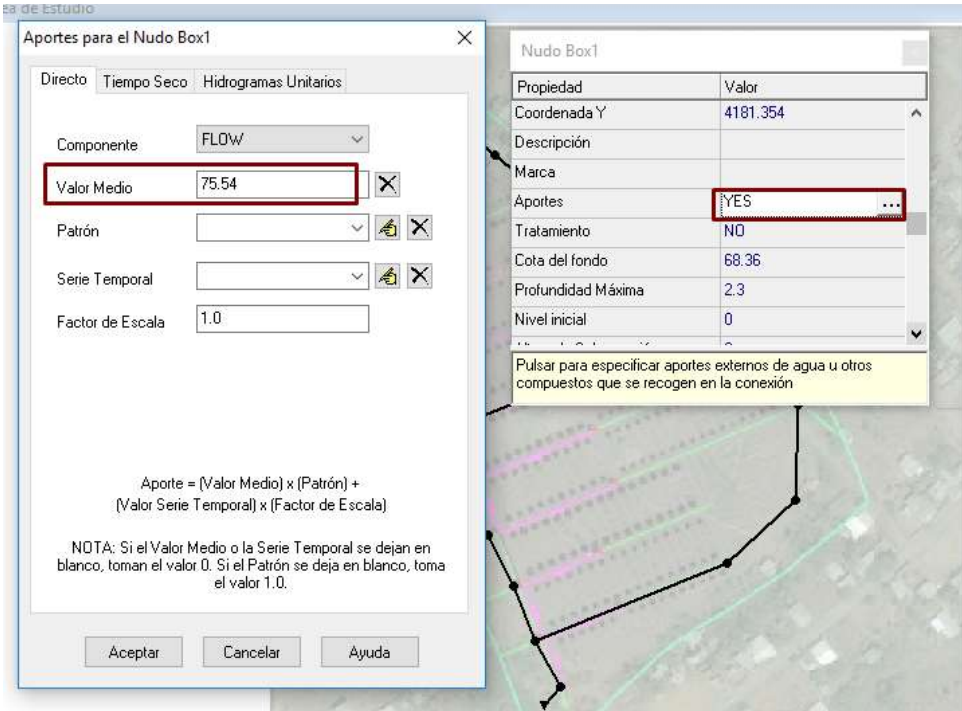


Figura 3.29 Aporte directo para el colector norte 1

Luego de haber ingresado todos los aportes directos correspondientes a los caudales de diseño de los tramos, se procede a correr la simulación hidráulica. Dentro de las ventajas que ofrece el Swmm, es que permite hacer un mapeo de velocidades en la red, de relación de calado, número de Froude y además ver los perfiles de las tuberías.



Figura 3.30 Simulación de la Red



Figura 3.31 Mapeo de Velocidades de la red

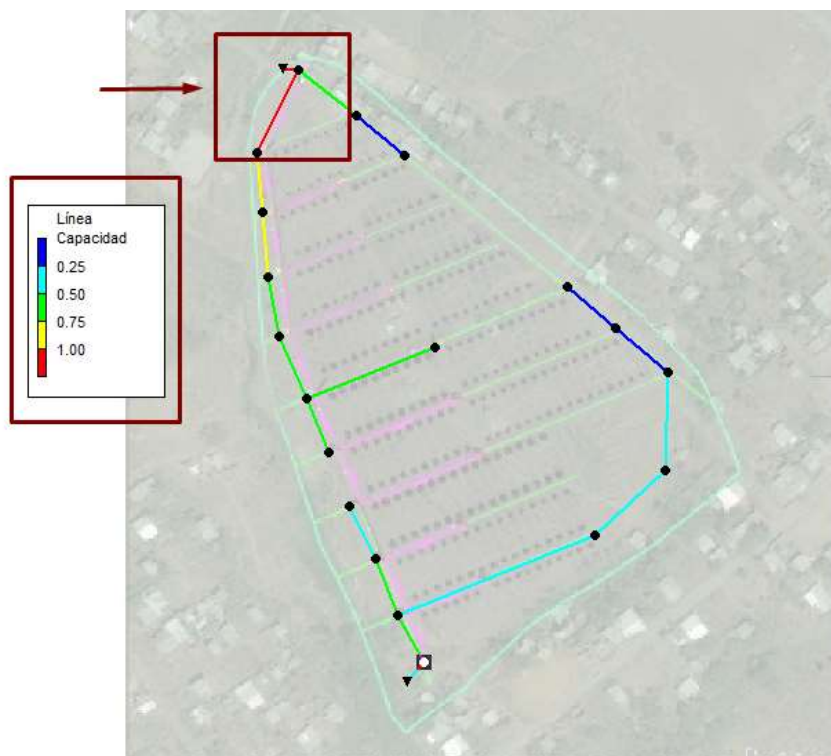


Figura 3.32 Mapeo de Relación de Calado

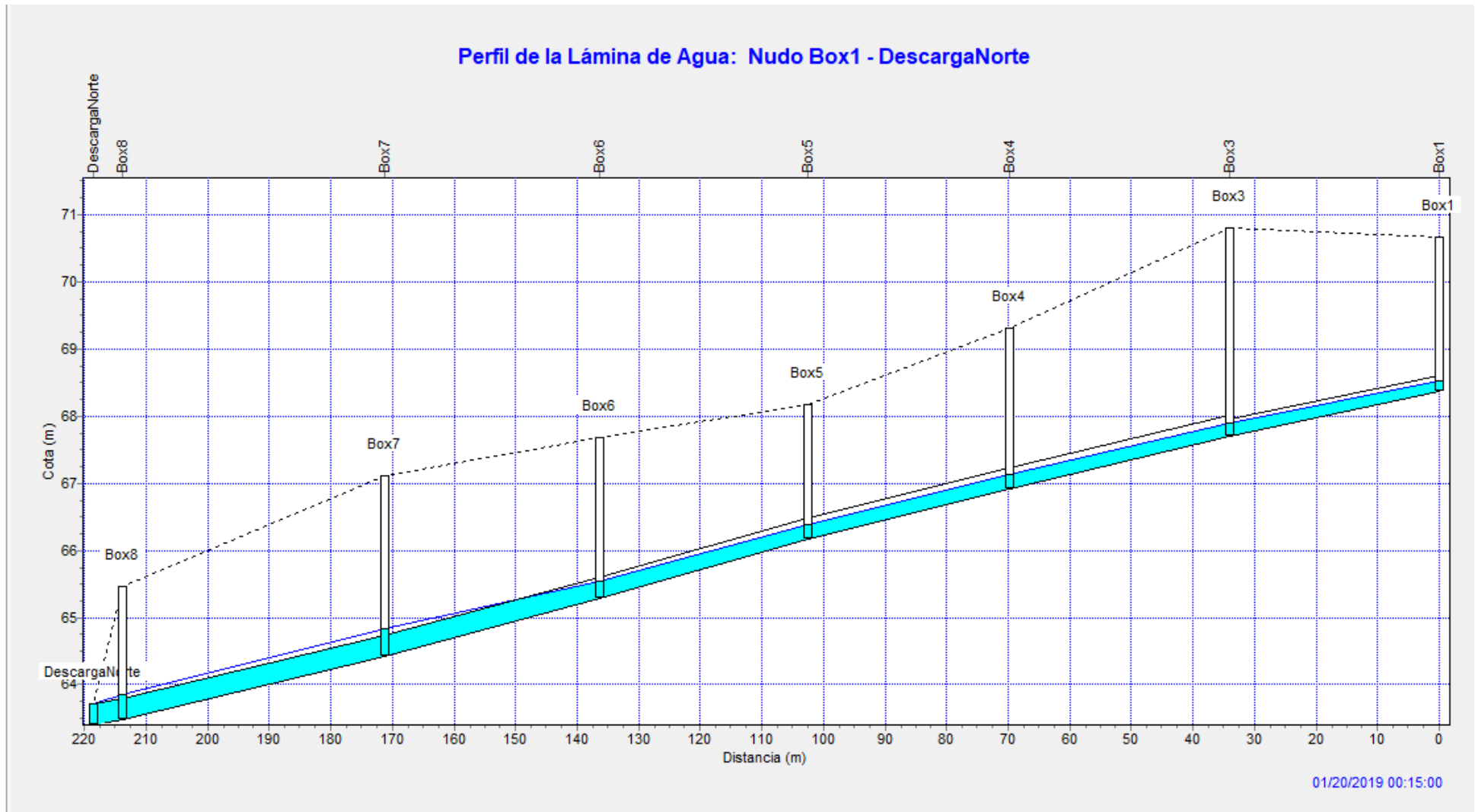


Figura 3.33 Perfil de tuberías desde BOX1 hasta el cabezal de descarga norte

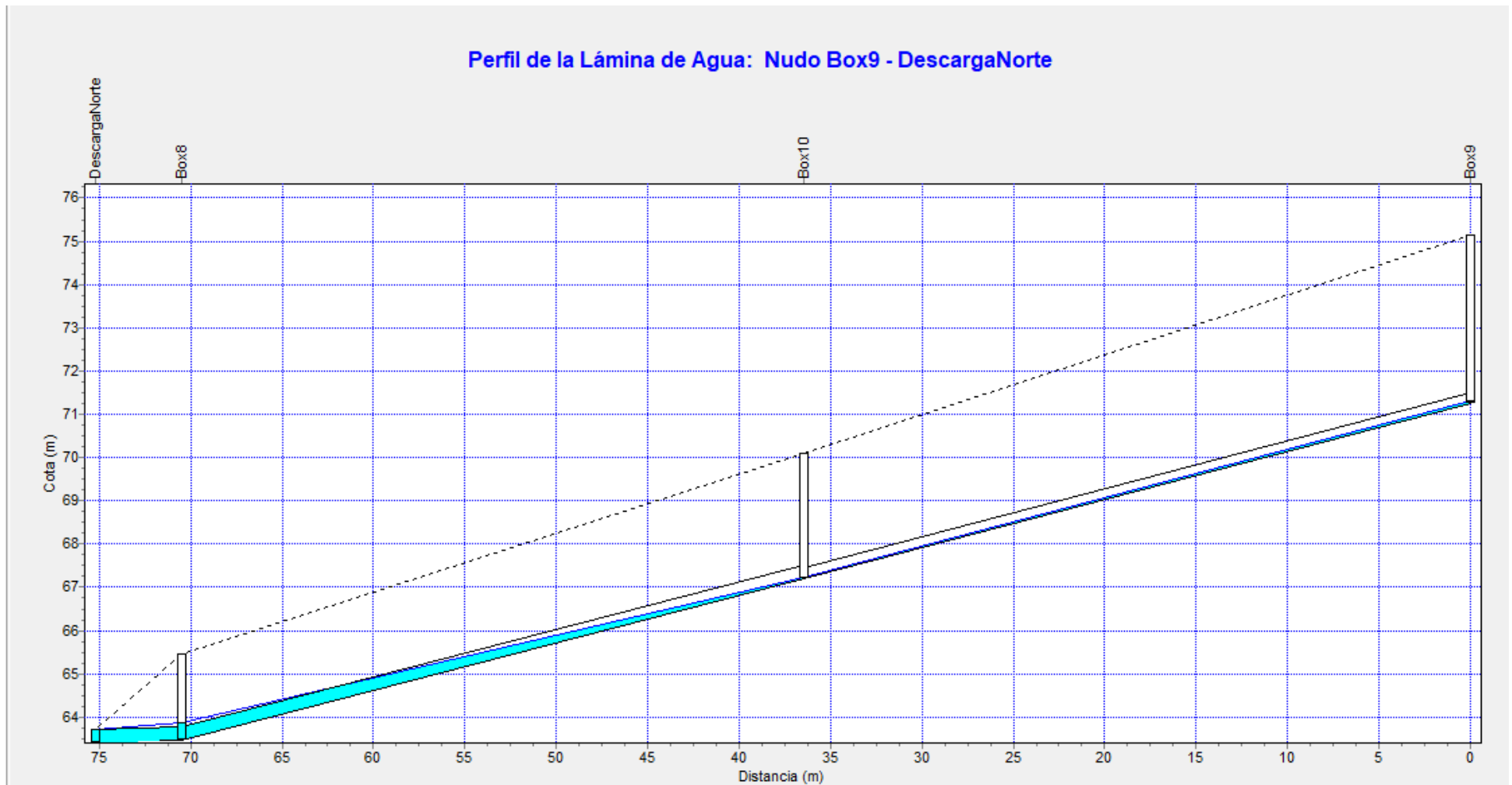


Figura 3.34 Perfil de tuberías desde BOX9 hasta el cabezal de descarga norte

Perfil de la Lámina de Agua: Nudo Box11 - DescargaSur

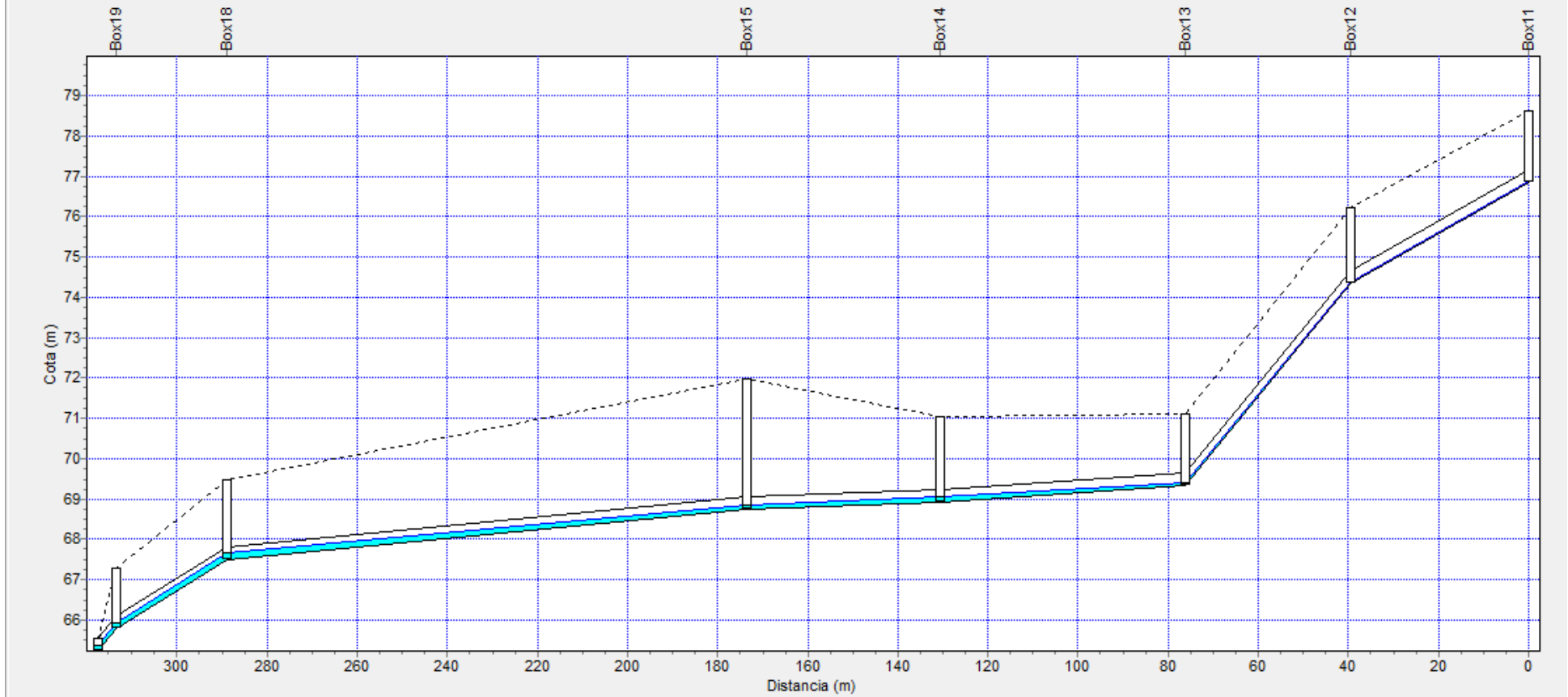


Figura 3.35 Perfil de tuberías desde BOX11 hasta el cabezal de descarga sur

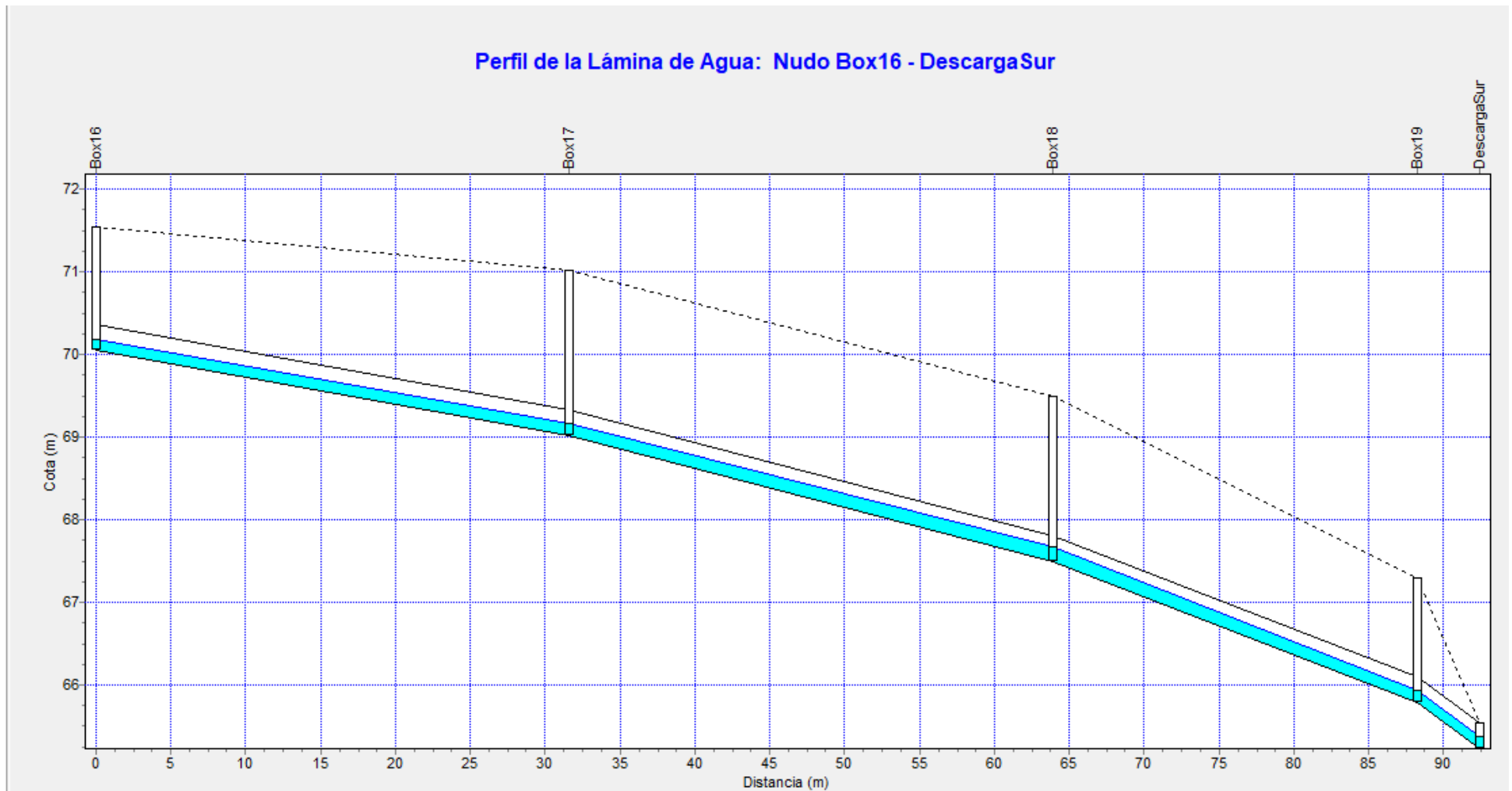



Figura 3.36 Perfil de tuberías desde BOX16 hasta el cabezal de descarga sur

Análisis de la modelación

- Respecto a los resultados obtenidos en el programa de modelación, en la figura 3.28 se observa que la simulación hidráulica se realizó con éxito, en el caso de que existiera algún inconveniente el software detiene la simulación y presenta un informe detallando las causas del problema. Por lo tanto los datos obtenidos modelan el funcionamiento hidráulico con un error de 0.13% de continuidad.
- En la figura 3.31 se muestra un mapeo de velocidades de la red, es importante recordar que se debe de cumplir la condición de autolimpieza, lo cual establece una velocidad mayor a 0.9m/s para redes de aguas lluvias. De la misma forma se debe de tener en cuenta la velocidad máxima, que para este caso se ha considerado un valor de 4.5 m/s. Se puede apreciar que todos los tramos de tuberías se mantienen dentro de este rango, sin embargo cerca de la descarga sur, se producen velocidades mayores a 4.5m/s, por cual para ese tramo se recomienda utilizar estructuras disipadoras de energía para disminuir la energía cinética del agua y evitar la abrasión en la tubería.
- La figura 3.32 muestra un mapeo de relación de calado, cercano al colector norte se muestran que los tubos están trabajando a su máxima capacidad. La modelación sugiere cambiar a un diámetro mayor, sin embargo se va a mantener el mismo diámetro y recomendar un mantenimiento más controlado para ese tramo, ya que si bien trabajan con una relación de calado mayor a 1, no supera el valor máximo de 1.14, de esta forma se optimizaría el diseño.
- Desde la figura 3.33 hasta 3.36, se muestran los perfiles con los colectores del sistema. En ellos se puede ver la línea de terreno natural representada por líneas segmentadas, línea piezométrica de la lámina del agua y los pozos de revisión. En los perfiles se puede estimar la relación de calado, la cual se corrobora con el mapa que se muestra en la figura 3.32, por lo cual se puede concluir que no se va a producir inundaciones en las cámaras.

3.5 Regularización Ambiental

Con base en las exigencias de la máxima entidad de regulación ambiental en el país para el desarrollo de infraestructura en los sectores estratégicos se definió como requisito un registro ambiental. La obra encaja en la categoría de saneamiento, correspondiente al grupo de “Construcción y Operación de Sistemas Integrados de Alcantarillado Sanitario, Pluvial o Combinado (No incluye Planta de Tratamiento de Aguas Residuales)”.



| | | | |
|---------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Identificar Actividad Económica | Datos Generales | Completar Datos del Proyecto | Finalizar |

Actividad *

Antes de continuar, debe identificar la actividad económica a realizar/realizada en su obra o proyecto.

| | |
|---------------------------------|--|
| Descripción de la actividad | CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE SISTEMAS INTEGRADOS DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUMAL O COMBINADO (NO INCLUYE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES) |
| Su trámite corresponde a una(s) | REGISTRO AMBIENTAL |
| Tiempo de emisión | Inmediato |
| Costo del trámite | 180.0 dólares (Tiene un costo adicional si existe remoción de cobertura vegetal nativa) |

Figura 3. 37 Categorización del proyecto según plataforma SUIA

Como se contempla en la ficha del registro ambiental, en el Apéndice E, se evaluaron los impactos más relevantes en función de la obra a ejecutar para en función de aquellos definir los planes de manejo ambiental. Todo el análisis está dirigido hacia la construcción de la obra. Debido a la particularidad del proyecto no se considera pertinente el seguimiento de los planes de abandono y rehabilitación.

3.6 Gestión de Obra Civil

Dentro de la gestión de obra civil se contempla la elaboración del presupuesto referencial del proyecto, para ello se elaboró una lista de rubros involucrados en el proyecto con su respectivo análisis de precios unitarios. En esta sección solo se va a mostrar la tabla del presupuesto desglosada por cantidad y precio unitario, se ha considerado un 20% de costos indirectos lo que da un total del proyecto \$ 733,149.97 dólares americanos. A continuación se muestra el detalle del presupuesto.

Tabla 3.13 Presupuesto de obra

| PRESUPUESTO REFERENCIAL | | Elaborado por: | Sr. Joao Casal Torres | | | |
|--------------------------------|---|---|-----------------------|-------------------------------|-----------------|----------------------|
| Obra: | Alcantarillado Sanitario y Pluvial Cdma. Balcones del Norte | | Revisado por: | Sr. Augusto García Paredes | | |
| Ubicación: | Cantón El Empalme, Provincia del Guayas | | Revisado por: | Ing. Xavier Zambrano Pérez | | |
| Fecha: | Guayaquil, Enero del 2019 | | Revisado por: | Ing. Eduardo Santos Baquerizo | | |
| Presupuesto de Obra | | | | | | |
| Número | Item | Rubro | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Precio Total |
| 1 | | Obras Preliminares | | | | \$ 33,196.53 |
| 1 | 1.1 | Trazado y Replanteo | m2 | 45,340.84 | 0.63 | \$ 28,505.79 |
| 2 | 1.2 | Limpieza y desbroce, incluye desalojo | Ha | 4.53 | 362.20 | \$ 1,640.76 |
| 3 | 1.3 | Caseta de Oficina | m2 | 80.00 | 38.12 | \$ 3,049.98 |
| 2 | | Movimiento de tierra | | | | \$ 173,866.39 |
| 4 | 2.1 | Excavación a máquina hasta 1.5 m de profundidad | m3 | 5,377.29 | 2.84 | \$ 15,248.92 |
| 5 | 2.2 | Excavación a máquina de 1.5 a 3.5 m de profundidad | m3 | 11,865.82 | 3.31 | \$ 39,255.69 |
| 6 | 2.3 | Excavación a máquina en suelo duro mayor a 3.5 m de profundidad | m3 | 2,908.70 | 4.41 | \$ 12,830.86 |
| 7 | 2.4 | Relleno compactado con material fino importado incluye transporte | m3 | 398.86 | 14.77 | \$ 5,891.64 |
| 8 | 2.5 | Relleno compactado con material de sitio con compactador manual | m3 | 21,463.34 | 3.28 | \$ 70,322.49 |
| 9 | 2.6 | Desalojo de material de sitio no apto para relleno compactado | m3 | 2,353.66 | 12.88 | \$ 30,316.79 |
| 3 | | Alcantarillado Sanitario | | | | \$ 172,509.94 |
| 10 | 3.1 | Suministro e Instalación de tubería PVC D=200mm | ml | 2,141.05 | 30.55 | \$ 65,408.65 |
| 11 | 3.2 | Caja de registro de Hormigon simple f'c=210 kg/cm ² con tapa | u | 291.00 | 224.44 | \$ 65,312.62 |
| 12 | 3.3 | Suministro e Instalación de tubería PVC D=250 MM | ml | 440.91 | 38.83 | \$ 17,119.21 |
| 13 | 3.4 | Replanteo de hormigón simple f'c=140 kg/cm ² incluye encofrado (e=5cm) | m2 | 605.64 | 8.47 | \$ 5,128.26 |
| 14 | 3.5 | Cámara de Inspección de hormigón armado f'c=280kg/cm ² de 70 cm de diametro de 1.4 m a 2.5m de altura util | u | 13.00 | 652.88 | \$ 8,487.46 |
| 15 | 3.6 | Cámara de Inspección de hormigón armado f'c=280kg/cm ² de 70 cm de diametro de 2.5 m a 3.9m de altura util | u | 5.00 | 962.02 | \$ 4,810.11 |
| 16 | 3.7 | Replanteo de arena e=10 cm | m3 | 282.60 | 21.15 | \$ 5,977.02 |
| 17 | 3.8 | Suministro e Instalación de codo 45 D=200MM | u | 2.00 | 133.31 | \$ 266.62 |
| 4 | | Alcantarillado Pluvial | | | | \$ 95,114.61 |
| 18 | 3.1 | Suministro e Instalación de tubería PVC D=200 MM | ml | 77.95 | 30.55 | \$ 2,381.36 |
| 19 | 3.2 | Suministro e Instalación de tubería PVC D=250 MM | ml | 522.28 | 38.83 | \$ 20,278.57 |
| 20 | 4.1 | Suministro e Instalación de tubería PVC D=315 MM | ml | 245.28 | 48.61 | \$ 11,922.82 |
| 21 | 4.2 | Canales de drenaje de hormigón Simple f'c=210 kg/cm ² para peatonales incluye rejilla de protección | ml | 627.69 | 49.64 | \$ 31,161.04 |
| 22 | 4.3 | Sumidero con rejilla prefabricada de Hormigón Simple f'c=210 kg/cm ² de 80x30x120 cm | u | 32.00 | 135.45 | \$ 4,334.48 |

| | | | | | | |
|--------------------------------|-----|---|----------------|----------|--------|----------------------|
| 23 | 3.4 | Replanteo de hormigón simple f'c=140 kg/cm2 incluye encofrado (e=5cm) | m2 | 940.29 | 8.47 | \$ 7,961.91 |
| 24 | 3.5 | Cámara de Inspección de hormigón armado f'c=280kg/cm2 de 70 cm de diámetro de 1.4 m a 2.5m de altura útil | u | 14.00 | 652.88 | \$ 9,140.34 |
| 25 | 3.6 | Cámara de Inspección de hormigón armado f'c=280kg/cm2 de 70 cm de diámetro de 2.5 m a 3.9m de altura útil | u | 6.00 | 962.02 | \$ 5,772.13 |
| 26 | 3.7 | Replanteo de arena e=10 cm | m3 | 68.84 | 21.15 | \$ 1,455.97 |
| 27 | 3.8 | Suministro e Instalación de codo 45 D=200MM | u | 3.00 | 133.31 | \$ 399.92 |
| 28 | 4.4 | Cabezal de descarga de aguas lluvias de hormigón armado f'c=210 kg/cm2 | u | 2.00 | 153.04 | \$ 306.08 |
| 5 Obras Complementarias | | | | | | \$ 136,270.85 |
| 29 | 5.1 | Acera de hormigón simple f'c=180 kg/cm2 (e=10cm) | m2 | 3,592.16 | 15.17 | \$ 54,493.07 |
| 30 | 5.2 | Bordillo cuneta de hormigón simple f'c=180 kg/cm2 para calles vehiculares | ml | 2,225.50 | 20.77 | \$ 46,221.41 |
| 31 | 5.3 | Bordillo hormigón simple f'c=180 kg/cm2 para calles peatonales | ml | 1,255.38 | 16.02 | \$ 20,116.21 |
| 32 | 5.4 | Guardavia Simple Galvanizado Incluye Instalación | ml | 248.33 | 62.18 | \$ 15,440.17 |
| TOTAL COSTO DIRECTOS | | | | | | \$ 610,958.31 |
| TOTAL COSTO INDIRECTO | | | 20% | | | \$ 122,191.66 |
| COSTO TOTAL DE OBRA | | | No Incluye IVA | | | \$ 733,149.97 |

El proyecto comprende una duración de 7 meses y media en ejecución de obra con 6 días laborables por semana. En el Apéndice D se encuentra el detalle de los análisis del precio unitarios junto con el desglose de costos indirectos asociados a la obra. Además del justificativo de cantidades de obra para cada rubro con sus unidades correspondientes. Finalmente el cronograma valorado de obra para el tiempo de construcción detallando las actividades que se encuentran relacionadas y con la inversión semanal que se debe de realizar.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Sin duda el desarrollo de este trabajo resultó ser un desafío para los diseñadores, empezando por las condiciones de terreno con las que se contaban, en especial las pendientes pronunciadas. No obstante, representa una satisfacción enorme la culminación de un diseño que, bajo nuestro punto de vista, es eficiente en cuanto a costos de obra y empleo de recursos.

Cabe resaltar que las destrezas y habilidades desarrolladas en cuanto al manejo de programas de modelación y diseño asistido por computadora, antes y durante el diseño, permitieron que el trabajo sea elaborado a un buen nivel de detalle. No obstante, dado que en el alcance del trabajo no se considera la dotación de agua potable, es necesario desarrollar un diseño de distribución para la ciudadela como parte de trabajos futuros referentes a este diseño.

Al igual que todo trabajo de ingeniería civil, cada diseño es único y este no es la excepción. El proyecto representa un punto de partida clave para el desarrollo residencial del cantón El Empalme, siendo pionero en la implementación de sistemas de alcantarillado mediante inversión no gubernamental y brindando una mejor calidad de vida a los futuros pobladores.

Los resultados plasmados en planos de ambos sistemas corresponden a un diseño detallado del área hidráulica con las profundidades definidas en cámaras y la selección de diámetro para cada tubo asociado al caudal que transporta. De igual manera las pendientes definidas permiten cumplir con los recubrimientos recomendados para las redes de tuberías.

No obstante, para el componente estructural de los elementos no se presenta un diseño a detalle, tan solo se indican esquemas convencionales como guías para posterior cálculo estructural. Las especificaciones técnicas mencionadas en los planos tanto para el hormigón armado como para acero de refuerzo corresponden a las resistencias más usadas en este tipo de obras.

Los trabajos futuros relacionados al desarrollo de esta obra tienen como punto de partida el diseño geotécnico del talud de contención a pesar de que se realizan propuestas para aquello. Por otro lado, se debe considerar la estimación de costos asociados al

movimiento de tierra para la construcción de viviendas y la adecuación de las vías vehiculares con pavimento flexible o rígido. Todo esto dependerá del interés del dueño del proyecto.

4.1 Conclusiones

- Se alcanzaron los objetivos del proyecto dado que se realizó un diseño eficiente desde el punto de vista técnico y económico; acogiéndose a las normativas vigentes para salvaguardar la seguridad de los usuarios y el funcionamiento idóneo de los sistemas.
- La instalación de los sistemas de alcantarillado con material PVC para las tuberías representa una ventaja en la vida útil del sistema, prolongando el periodo de operación sin comprometer la calidad de los colectores. Además de ofrecer facilidades en cuanto a rapidez y metodología de instalación al momento de la ejecución de obra frente a otros materiales de tuberías.
- El uso de canales de drenaje en las calles peatonales contribuye a la optimización de recursos dado que representa un ahorro significativo frente a la colocación de cámaras de registro; además de que guarda armonía con la propuesta urbanística de áreas verdes en ambos lados del canal.
- Los resultados de análisis de suelo permiten caracterizar al terreno como conjunto de estratos arcillosos con presencia de material fino. De esta forma se puede avalar el uso del material proveniente de excavación como material apto para relleno fino, garantizando una adecuada compactación por capas hasta llegar a las cotas proyectadas.
- El trazado de ambos sistemas de alcantarillado garantiza la evacuación de las aguas servidas y lluvias funcionando todo el tiempo bajo la acción de la gravedad, sin necesidad de mecanismos de bombeo, simplificando la etapa de operación y mantenimiento de los sistemas.

- El uso de programas de modelación sirve para corroborar el funcionamiento óptimo de las redes, en este caso permitió comparar que el diseño realizado con hojas electrónicas era similar al propuesto por el programa, por tales motivos se concluye que el proyecto se lo ha realizado de forma correcta.
- Existen ciertas consideraciones que un software de modelación no considera, por ejemplo, en ciertos tramos el programa disminuye una sección de tubo por optimizar materiales, sin embargo ahí es donde el criterio del diseñador debe prevalecer, considerar otras variables tales como sobrepoblación de la urbanización, mantenimiento de la red y facilidades constructivas al manejar un mismo diámetro de tubo para una red en particular.

4.2 Recomendaciones

- El talud de contención proyectado debe garantizar la estabilidad de la vía perimetral de la ciudadela, por lo cual es aconsejable construir un enrocado o implementar el uso de geosintéticos para reducir los esfuerzos que puedan experimentar el relleno compactado. Adicionalmente se puede considerar la plantación de especies endémicas de la zona para otorgar mayor firmeza al suelo con un recubrimiento de vegetación.
- Se recomienda realizar un estudio de suelos más detallado, donde se considere una prueba triaxial, entre otros ensayos para diseñar geotécnicamente el talud en cuestión. De esta manera se obtiene información completa sobre el tipo de suelo existente en la zona.
- Al comienzo de las peatonales 1 y 2 resulta conveniente la construcción de muros que sobrepasen la altura de acera de la calle existente, debido a que las cotas proyectadas de inicio de peatonal son inferiores a la cota de acera de la calle existente. De esta manera se garantiza un factor de seguridad para los peatones y usuarios de la vía.

- El mantenimiento del sistema de alcantarillado pluvial debe ser programado a realizarse previo a la etapa invernal, con el propósito de limpiar los sedimentos acumulados en las cámaras de inspección y sumideros para permitir que el sistema funcione adecuadamente.
- Para el sistema de alcantarillado sanitario el mantenimiento dependerá del incremento de residencias en la ciudadela, sin embargo también se puede programar para realizarlo mínimo una vez al año.
- Se recomienda a futuro, realizar los diseños de la red de distribución de agua potable, para que ya la ciudadela cuente con todos los servicios básicos de infraestructura sanitaria.

Con el objetivo de facilitar la instalación de las tuberías, para ambos sistemas, se recomienda el uso de uniones tipo espigo-campana las cuales son seguras y ofrecen una facilidad de ejecución en la etapa constructiva.

BIBLIOGRAFÍA

Libros y Textos:

- [1] Ricardo López Cualla, “Alcantarillados” en Elementos de Diseño de Acueductos y Alcantarillado, 2da ed. Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2004, pp. 341-451.
- [2] Sistema de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales Domesticas y Aguas Lluvias, Título D, “Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico”, RAS, Bogotá, Colombia, 2016, pp. 49-63, 76-106.
- [3] Arteaga N. M., Cadena A. J., García C. F., Guachamin A. W., “Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación”, Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, INAMHI, Quito, Ecuador, pp. 15-33.
- [4] Ven Te Chow, “Diseño de canales con flujo uniforme” en Hidráulica de canales abiertos, Santafé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill, 2004, pp 154-166.
- [5] Metcalf&Eddy, “Components of wastewater flows” en Wastewater Engineering Treatment and Reuse, 4ta ed, California, McGraw-Hill, 2004, pp 156-160.
- [6] Guyer P., Introduction to hydraulic design of sewers, New York, ASCE Magazine, 2010, pp 3-4.
- [7] Navarro D., “Manual de diseño de redes de alcantarillado”, Departamento de diseño - Interagua, Guayaquil, 2012, pp 36-48.
- [8] Vierendel A, “Abastecimiento de agua y alcantarillado”, 4ta edición, Arequipa, Perú, 2009, pp 29-34.
- [9] GAD El Empalme, “Plan maestro y proyecciones del cantón”, Obtenido de <http://www.municipiolempalme.gob.ec>, 15 de septiembre, 2018, Ecuador.

Tesis

[1] Díaz Nieto R. S., Fuentes Gálvez F. J., Esquivel Corado L. D., "Propuesta de diseño de alcantarillado sanitario del área urbana del municipio de Alegría," Tesis de tercer nivel, Ing Civil. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador, 2015.

[2] Arboleda R. A., "Diseño del sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales de Pijal, cantón Otavalo, provincia de Imbabura", Tesis de tercer nivel, Ing Civil. Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, agosto, 2012

[3] Vargas V. M. & Villegas A. R., "Modelación de la red de alcantarillado sanitario y pluvial de la urbanización Plaza Madrid mediante el software EPA swmm", Tesis de tercer nivel, Ing Civil. Facultad de ingeniería - Especialización en recursos hídricos. Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Colombia, 2013

[4] Párraga Loor O., "Diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado sanitario para la lotización Torres del Salado, ubicado en la vía a la costa km 11.5 de la ciudad de Guayaquil", Tesis de tercer nivel, Ing Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 16 de marzo, 2018.

[5] Rivadeneira J., "Diseño del sistema de alcantarillado pluvial del barrio La Campiña del Inca, cantón Quito, provincia de Pichincha", Tesis de tercer nivel, Ing Civil. Facultad de Ingeniería Escuela de Civil. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador, diciembre, 2012

[6] Gómez Gavilanes J. P., "Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la comunidad Huaycopungo", Tesis de tercer nivel, Ing Civil. Escuela de Civil. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, julio, 2006.

APÉNDICES

APÉNDICE A: INFORME GEOTÉCNICOS

- Ensayo de Límites de Atterberg
- Ensayo de Granulometría
- Ensayo de Capacidad de Carga

APÉNDICE B: MEMORIAS DE CÁLCULOS DE LOS SISTEMAS

- Memoria de Alcantarillado Sanitario
- Memoria de Alcantarillado Pluvial

APÉNDICE C: PLANOS DE DISEÑO

- 01 Topografía del predio
- 02 Urbanismo y Detalles Viales
- 03 Implantación Sistemas de Alcantarillado
- 04 Implantación Sistema de AASS
- 05 Implantación Sistema de AALL
- 06 - 10 Perfiles Sistemas de Alcantarillado
- 11-13 Cortes Transversales
- 14 Detalles Constructivos

APÉNDICE D: GESTIÓN DE OBRA CIVIL

- Análisis de precios unitarios
- Justificativo de cantidades de obra
- Desglose de costos indirectos
- Cronograma valorado de obra

APÉNDICE E: FICHA DE REGISTRO AMBIENTAL

APÉNDICE F: EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS

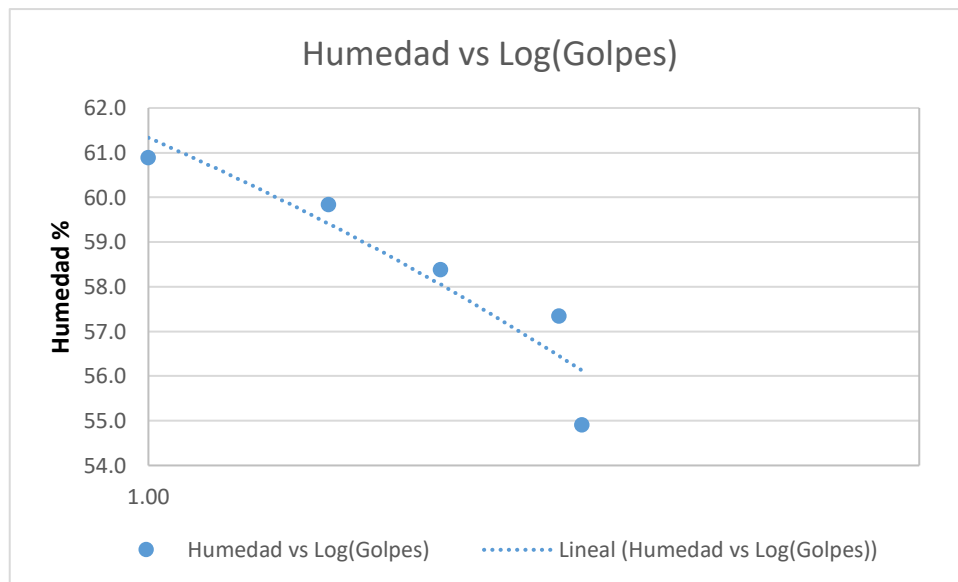
APÉNDICE A: INFORME GEOTÉCNICOS

- Ensayo de Límites de Atterberg

LÍMITE LÍQUIDO

Muestra #1

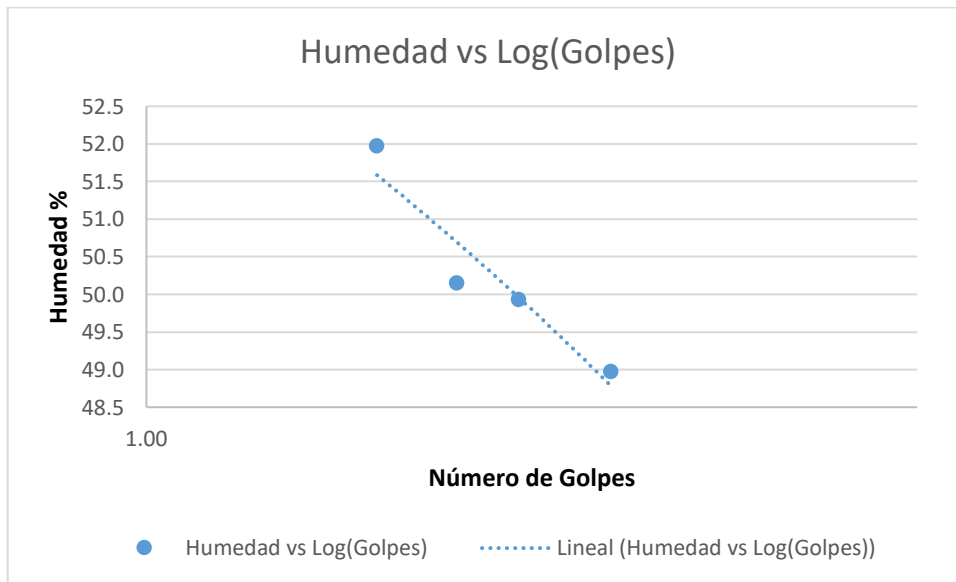
| MUESTRA 1 | LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | |
|-----------|---------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | No Ensayo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | No. Recipiente | 30 | 1 | 90 | 25 | 11 | 91 |
| | Wh+r [gr] | 18.1 | 11.52 | 13.74 | 14.29 | 13.44 | 13.16 |
| | Ws+r [gr] | 14 | 9.45 | 10.85 | 11.33 | 10.81 | 10.62 |
| | r (recipiente) [gr] | 6.1 | 6.05 | 6.02 | 6.26 | 6.02 | 6.19 |
| | Ww [gr] | 4.1 | 2.07 | 2.89 | 2.96 | 2.63 | 2.54 |
| | Ws [gr] | 7.9 | 3.4 | 4.83 | 5.07 | 4.79 | 4.43 |
| | w [%] | 51.9 | 60.9 | 59.8 | 58.4 | 54.9 | 57.3 |
| | No. Golpes | 33 | 10 | 15 | 20 | 30 | 28 |
| | Log (No. Golpes) | 1.52 | 1.00 | 1.18 | 1.30 | 1.48 | 1.45 |



| | | |
|-----------------------|-------|------|
| Porcentaje de Humedad | W [%] | 57.2 |
|-----------------------|-------|------|

Muestra #3

| MUESTRA 3 | LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | |
|-----------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | No Ensayo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | No. Recipiente | 22 | 89 | 16 | 38 | 68 | 18 |
| | Wh+r [gr] | 16.66 | 17.75 | 15.67 | 16.38 | 16 | 15.6 |
| | Ws+r [gr] | 13.33 | 14.19 | 12.37 | 12.98 | 12.63 | 12.5 |
| | r (recipiente) [gr] | 5.98 | 6 | 6.02 | 6.2 | 5.88 | 6.17 |
| | Ww [gr] | 3.33 | 3.56 | 3.3 | 3.4 | 3.37 | 3.1 |
| | Ws [gr] | 7.35 | 8.19 | 6.35 | 6.78 | 6.75 | 6.33 |
| | w [%] | 45.3 | 43.5 | 52.0 | 50.1 | 49.9 | 49.0 |
| | No. Golpes | 16 | 30 | 17 | 21 | 25 | 33 |
| | Log (No. Golpes) | 1.20 | 1.48 | 1.23 | 1.32 | 1.40 | 1.52 |



| | | |
|-----------------------|-------|------|
| Porcentaje de Humedad | W [%] | 48.3 |
|-----------------------|-------|------|

LÍMITE PLÁSTICO

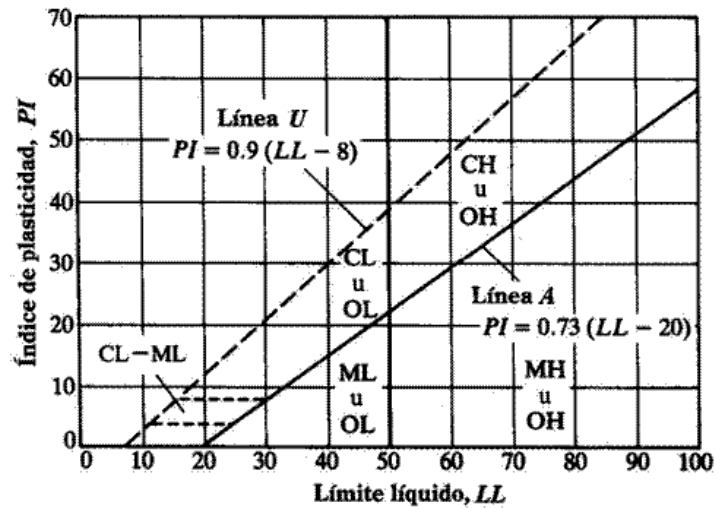
Muestra #1

| LÍMITE PLÁSTICO | | | | |
|-----------------|-----------------------|----------|----------|--------------|
| MUESTRA 1 | No Ensayo | 1 | 2 | 3 |
| | No. Recipiente | 20 | 85 | 8 |
| | Wh+r [gr] | 12.42 | 12.57 | 12.49 |
| | Ws+r [gr] | 10.67 | 10.82 | 10.83 |
| | r (recipiente) [gr] | 5.98 | 6.1 | 6.37 |
| | Ww [gr] | 1.75 | 1.75 | 1.66 |
| | Ws [gr] | 4.69 | 4.72 | 4.46 |
| | w [%] | 37.31 | 37.08 | 37.22 |
| | W [%] PROMEDIO | | | 37.20 |

Muestra #3

| LÍMITE PLÁSTICO | | | | |
|-----------------|-----------------------|----------|----------|--------------|
| MUESTRA 3 | No Ensayo | 1 | 2 | 3 |
| | No. Recipiente | 41 | 33 | 44 |
| | Wh+r [gr] | 12.31 | 12.19 | 12.27 |
| | Ws+r [gr] | 10.95 | 10.81 | 11.01 |
| | r (recipiente) [gr] | 6.169 | 6.26 | 6.45 |
| | Ww [gr] | 1.36 | 1.38 | 1.26 |
| | Ws [gr] | 4.781 | 4.55 | 4.56 |
| | w [%] | 28.45 | 30.33 | 27.63 |
| | W [%] PROMEDIO | | | 28.80 |

Determinación de tipo de suelo



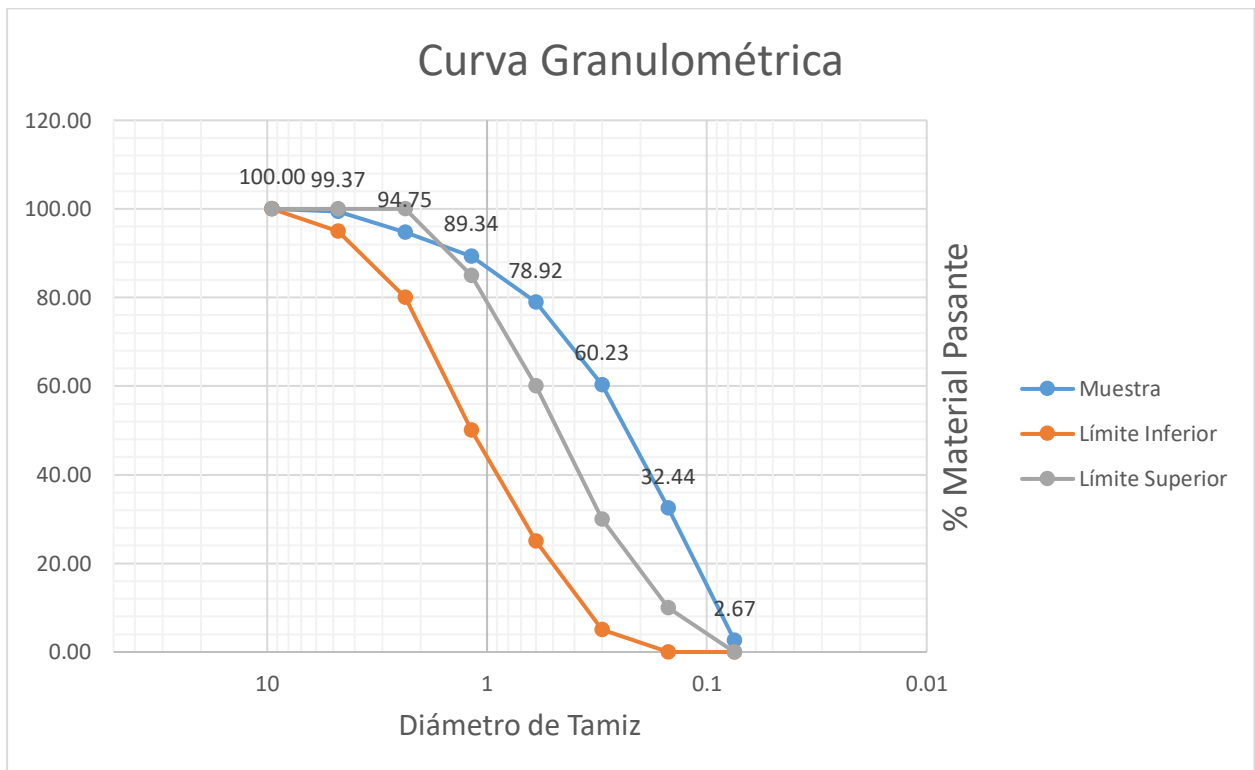
- La muestra 1 tiene un límite líquido de 57.2 y un límite plástico de 37.20. Por lo tanto su índice de plasticidad es de $IP=20$. Se ingresa entonces a la carta de Casagrande con el punto (57.2,20), para determinar el tipo de suelo con el que se está trabajando.
- La muestra 3 tiene un límite líquido de 48.3 y un límite plástico de 28.2. Por lo tanto su índice de plasticidad es de $IP=20.1$. Se ingresa entonces a la carta de Casagrande con el punto (48.3,20.1), para determinar el tipo de suelo con el que se está trabajando.
- Se concluye que el tipo de suelo para la muestra 1 se trata de un limo de mediana plasticidad a alta plasticidad. (MH)

- **Ensayo de Granulometría**

| | |
|--------------------------|--------------|
| Peso Inicial [gr] | 70.45 |
|--------------------------|--------------|

| # Tamiz | Abertura [mm] | Peso parcial [gr] | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante Acumulado |
|--------------|---------------|-------------------|------------|----------------------|---------------------|
| 3/8" | 9.5 | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| N° 4 | 4.75 | 0.44 | 0.63 | 0.63 | 99.37 |
| N° 8 | 2.36 | 3.25 | 4.62 | 5.25 | 94.75 |
| N° 16 | 1.18 | 3.81 | 5.42 | 10.66 | 89.34 |
| N° 30 | 0.6 | 7.33 | 10.42 | 21.08 | 78.92 |
| N° 50 | 0.3 | 13.15 | 18.69 | 39.77 | 60.23 |
| N° 100 | 0.15 | 19.55 | 27.79 | 67.56 | 32.44 |
| N° 200 | 0.075 | 20.94 | 29.77 | 97.33 | 2.67 |
| Fondo | | 1.88 | 2.67 | 100.00 | 0.00 |
| TOTAL | | 70.35 | 100.00 | | |

| | |
|-------------------------|-------------|
| Modulo de finura | 1.45 |
| Error [%] | 0.14 |



Ensayo de Capacidad de Carga

APENDICE B: MEMORIAS DE CÁLCULOS DE LOS SISTEMAS

- Memoria de Alcantarillado Sanitario

Caudal Medio Maximizado

| | | |
|----------|------|-----------|
| Qu(AASS) | 150 | L/hab*día |
| fr | 0.75 | - |
| Q(AAPP) | 200 | L/hab*día |

| RED SECUNDARIAS | Tramo | Pozo Inicial | Pozo final | q medio (m3/s) | Población | | Factor de Mayorización | | | | F max seleccionado | q medio maximizado (m3/s) | q medio maximizado (l/s) |
|-------------------|------------|--------------|------------|----------------|-----------|-----------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------|--------------------|---------------------------|--------------------------|
| | | | | | Parcial | Acumulada | Babbitt & Baumann(1958) | Munskgaard & young (1980) | Metcalf & Eddy (1991) | Harmon (2006) | | | |
| RSS1 | MH7-MH8 | MH7 | MH8 | 6.94444E-05 | 40 | 40 | 9.5183 | 2.4702 | 4.4989 | 4.3333 | 2.4702 | 0.0002 | 0.1715 |
| RSS2 | MH5-MH6 | MH5 | MH6 | 0.000112847 | 65 | 65 | 8.6375 | 2.4274 | 4.3416 | 4.2903 | 2.4274 | 0.0003 | 0.2739 |
| RSS3 | MH3-MH4 | MH3 | MH4 | 0.000138889 | 80 | 80 | 8.2861 | 2.4094 | 4.2761 | 4.2689 | 2.4094 | 0.0003 | 0.3346 |
| RSS4 | MH1--MH2 | MH1 | MH2 | 0.000182292 | 105 | 105 | 7.8475 | 2.3859 | 4.1917 | 4.2377 | 2.3859 | 0.0004 | 0.4349 |
| RSS5 | MH11--MH12 | MH11 | MH12 | 0.000416667 | 135 | 135 | 7.4628 | 2.3159 | 3.9452 | 4.2056 | 2.3159 | 0.0010 | 0.9650 |
| RSS6 | MH14--MH15 | MH14 | MH15 | 0.00015625 | 100 | 100 | 7.9245 | 2.3992 | 4.2393 | 4.2436 | 2.3992 | 0.0004 | 0.3749 |
| RSS7 | Pacm2-MH16 | Pacm2 | MH16 | 0.002179977 | 100 | 100 | 7.9245 | 2.1820 | 3.4946 | 4.2436 | 2.1820 | 0.0048 | 4.7567 |
| RSS8 | MH16-MH17 | MH16 | MH17 | 0.002336227 | 190 | 290 | 6.4046 | 2.1766 | 3.4769 | 4.1561 | 2.1766 | 0.0051 | 5.0849 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| REDES PRIMARIAS 1 | Tramo | Pozo Inicial | Pozo final | q medio (m3/s) | Población | | Factor de Mayorización | | | | F max seleccionado | q medio maximizado (m3/s) | q medio maximizado (l/s) |
| | | | | | Parcial | Acumulada | Babbitt & Baumann(1958) | Munskgaard & young (1980) | Metcalf & Eddy (1991) | Harmon (2006) | | | |
| RP1 | MH13--MH12 | MH13 | MH12 | 0.000347222 | 210 | 210 | 6.8317 | 2.3312 | 3.9983 | 4.1402 | 2.3312 | 0.0008 | 0.8094 |
| RP2 | MH12-MH2 | MH12 | MH2 | 0.000920139 | 225 | 435 | 5.9057 | 2.2508 | 3.7226 | 4.0046 | 2.2508 | 0.0021 | 2.0711 |
| RP3 | MH2-MH4 | MH2 | MH4 | 0.001258681 | 225 | 660 | 5.4333 | 2.2256 | 3.6381 | 3.9091 | 2.2256 | 0.0028 | 2.8013 |
| RP4 | MH4-MH6 | MH4 | MH6 | 0.001536458 | 165 | 825 | 5.1961 | 2.2096 | 3.5853 | 3.8523 | 2.2096 | 0.0034 | 3.3950 |
| RP5 | MH6-MH8 | MH6 | MH8 | 0.001744791 | 150 | 975 | 5.0254 | 2.1996 | 3.5521 | 3.8071 | 2.1996 | 0.0038 | 3.8378 |
| RP6 | MH8-MH9 | MH8 | MH9 | 0.00189236 | 110 | 1085 | 4.9191 | 2.1931 | 3.5310 | 3.7769 | 2.1931 | 0.0042 | 4.1502 |
| RP7 | MH9-MH10 | MH9 | MH10 | 0.002234953 | 87 | 1172 | 4.8438 | 2.1800 | 3.4882 | 3.7545 | 2.1800 | 0.0049 | 4.8723 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| REDES PRIMARIA 2 | Tramo | Pozo Inicial | Pozo final | q medio (m3/s) | Población | | Factor de Mayorización | | | | F max seleccionado | q medio maximizado (m3/s) | q medio maximizado (l/s) |
| | | | | | Parcial | Acumulada | Babbitt & Baumann(1958) | Munskgaard & young (1980) | Metcalf & Eddy (1991) | Harmon (2006) | | | |
| RP8 | MH15-MH17 | MH15 | MH17 | 0.000251736 | 175 | 175 | 7.0854 | 2.3583 | 4.0937 | 4.1686 | 2.3583 | 0.0006 | 0.5937 |
| RP9 | MH17-MH18 | MH17 | MH18 | 0.004603009 | 340 | 515 | 5.7096 | 2.1241 | 3.3083 | 3.9676 | 2.1241 | 0.0098 | 9.7771 |

Caudal de infiltración

| REDES SECUNDARIAS | Tramo | Pozo Inicial | Pozo final | Longitud Parcial(m) | Longitud Acumulada (km) | Area (Ha) | | Q infiltración(m3/s) | | | q infiltración seleccionado (m3/s) |
|-------------------|------------|--------------|------------|---------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| | | | | | | Parcial | acumulado | Metcalf & Eddy (1981) | Caudal infiltración por km l/s.Kmacum | Caudal Infiltración por Area | |
| RSS1 | MH1-MH2 | MH7 | MH8 | 38.11 | 0.03811 | | | | 0.07622 | | 0.00007622 |
| RSS2 | MH2-MH4 | MH5 | MH6 | 47.43 | 0.04743 | | | | 0.09486 | | 0.00009486 |
| RSS3 | MH3-MH4 | MH3 | MH4 | 58.5 | 0.0585 | | | | 0.117 | | 0.000117 |
| RSS4 | MH1--MH2 | MH1 | MH2 | 70 | 0.07 | | | | 0.14 | | 0.00014 |
| RSS5 | MH11--MH12 | MH11 | MH12 | 71.4 | 0.0714 | | | | 0.1428 | | 0.0001428 |
| RSS6 | MH14--MH15 | MH14 | MH15 | 47.11 | 0.04711 | | | | 0.09422 | | 0.00009422 |
| RSS7 | Pacm2-MH16 | Pacm2 | MH16 | 68.19 | 0.06819 | | | | 0.13638 | | 0.00013638 |
| RSS8 | MH16--MH17 | MH16 | MH17 | 47.2 | 0.11539 | | | | 0.23078 | | 0.00023078 |
| | | | | | | | | | | | |
| RED PRIMARIA 1 | Tramo | Pozo Inicial | Pozo final | Longitud Parcial(m) | Longitud Acumulada (km) | Area (Ha) | | Q infiltración(m3/s) | | | q infiltración seleccionado (m3/s) |
| | | | | | | Parcial | acumulado | Metcalf & Eddy (1981) | Caudal infiltración por km l/s.Kmacum | Caudal Infiltración por Area | |
| RP1 | MH13--MH12 | MH13 | MH12 | 32.29 | 0.03229 | | | | 0.06458 | | 0.00006458 |
| RP2 | MH12-MH2 | MH12 | MH2 | 32.26 | 0.06455 | | | | 0.1291 | | 0.0001291 |
| RP3 | MH2-MH4 | MH2 | MH4 | 36.25 | 0.1008 | | | | 0.2016 | | 0.0002016 |
| RP4 | MH4-MH6 | MH4 | MH6 | 32.87 | 0.13367 | | | | 0.26734 | | 0.00026734 |
| RP5 | MH6-MH8 | MH6 | MH8 | 33.76 | 0.16743 | | | | 0.33486 | | 0.00033486 |
| RP6 | MH8-MH9 | MH8 | MH9 | 32.89 | 0.20032 | | | | 0.40064 | | 0.00040064 |
| RP7 | MH9-MH10 | MH9 | MH10 | 40.65 | 0.24097 | | | | 0.48194 | | 0.00048194 |
| | | | | | | | | | | | |
| RED PRIMARIA 2 | Tramo | Pozo Inicial | Pozo final | Longitud Parcial(m) | Longitud Acumulada (km) | Area (Ha) | | Q infiltración(m3/s) | | | q infiltración seleccionado (m3/s) |
| | | | | | | Parcial | acumulado | Metcalf & Eddy (1981) | Caudal infiltración por km l/s.Kmacum | Caudal Infiltración por Area | |
| RP8 | MH15-MH17 | MH15 | MH17 | 31.97 | 0.03197 | | | | 0.06394 | | 0.00006394 |
| RP9 | MH17-MH18 | MH17 | MH18 | 29.32 | 0.06129 | | | | 0.12258 | | 0.00012258 |

Caudal de diseño

| REDES SECUNDARIAS | Tramo | Pozo Inicial | Pozo final | P acumu(hab) | A acum(Ha) | Q ilícito (m3/s) | | | q ilícito diseño (m3/s) | q infiltr.diseño(m3/s) | q med maxi (m3/s) | Q diseño (m3/s) |
|-------------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|------------------|----------------------|-----------------|-------------------------|------------------------|-------------------|-----------------|
| | | | | | | Inundación tapas | Caudal por Población | Caudal por Area | | | | |
| RSS1 | MH7-MH8 | MH7 | MH8 | | | | 1.38889E-05 | | 1.389E-05 | 7.62E-05 | 0.0001715 | 0.0002617 |
| RSS2 | MH5-MH6 | MH5 | MH6 | | | | 1.38889E-05 | | 1.389E-05 | 9.49E-05 | 0.0002739 | 0.0003827 |
| RSS3 | MH3-MH4 | MH3 | MH4 | | | | 1.38889E-05 | | 1.389E-05 | 0.000117 | 0.0003346 | 0.0004655 |
| RSS4 | MH1--MH2 | MH1 | MH2 | | | 0 | 1.38889E-05 | 0 | 1.389E-05 | 0.00014 | 0.0004349 | 0.0005888 |
| RSS5 | MH11--MH12 | MH11 | MH12 | | | 0 | 1.38889E-05 | 0 | 1.389E-05 | 0.000143 | 0.000965 | 0.0011217 |
| RSS6 | MH14--MH15 | MH14 | MH15 | | | 0 | 1.38889E-05 | 0 | 1.389E-05 | 9.42E-05 | 0.0003749 | 0.000483 |
| RSS7 | Pacm2-MH16 | Pacm2 | MH16 | | | 0 | 1.38889E-05 | 0 | 1.389E-05 | 0.000136 | 0.0047567 | 0.004907 |
| RSS8 | MH16--MH17 | MH16 | MH17 | | | 0 | 1.38889E-05 | 0 | 1.389E-05 | 0.000231 | 0.0050849 | 0.0053296 |
| | | | | | | | | | | | | |
| RED PRIMARIA 1 | Tramo | Pozo Inicial | Pozo final | P acumu(hab) | A acum(Ha) | Q ilícito (m3/s) | | | q ilícito diseño (m3/s) | q infiltr.diseño(m3/s) | q med maxi (m3/s) | Q diseño (m3/s) |
| | | | | | | Inundación tapas | Caudal por Población | Caudal por Area | | | | |
| RP1 | MH14--MH12 | MH14 | MH12 | | | 0 | 2.77778E-05 | 0 | 2.778E-05 | 6.46E-05 | 0.0008094 | 0.0009018 |
| RP2 | MH12-MH2 | MH12 | MH2 | | | 0 | 2.77778E-05 | 0 | 2.778E-05 | 0.000129 | 0.0020711 | 0.0022279 |
| RP3 | MH2-MH4 | MH2 | MH4 | | | 0 | 2.77778E-05 | 0 | 2.778E-05 | 0.000202 | 0.0028013 | 0.0030307 |
| RP4 | MH4-MH6 | MH4 | MH6 | | | 0 | 2.77778E-05 | 0 | 2.778E-05 | 0.000267 | 0.003395 | 0.0036902 |
| RP5 | MH6-MH8 | MH6 | MH8 | | | 0 | 2.77778E-05 | 0 | 2.778E-05 | 0.000335 | 0.0038378 | 0.0042004 |
| RP6 | MH8-MH9 | MH8 | MH9 | | | 0 | 2.77778E-05 | 0 | 2.778E-05 | 0.000401 | 0.0041502 | 0.0045786 |
| RP7 | MH9-MH10 | MH9 | MH10 | | | 0 | 2.77778E-05 | 0 | 2.778E-05 | 0.000482 | 0.0048723 | 0.005382 |
| | | | | | | | | | | | | |
| RED PRIMARIA 2 | Tramo | Pozo Inicial | Pozo final | P acumu(hab) | A acum(Ha) | Q ilícito (m3/s) | | | q ilícito diseño (m3/s) | q infiltr.diseño(m3/s) | q med maxi (m3/s) | Q diseño (m3/s) |
| | | | | | | Inundación tapas | Caudal por Población | Caudal por Area | | | | |
| RP8 | MH15-MH17 | MH15 | MH17 | | | 0 | 2.77778E-05 | 0 | 2.778E-05 | 6.39E-05 | 0.0005937 | 0.0006854 |
| RP9 | MH17-MH18 | MH17 | MH18 | | | 0 | 2.77778E-05 | 0 | 2.778E-05 | 0.000123 | 0.0097771 | 0.0099275 |

Análisis Hidráulico

| REDES ECUNDARIAS | Tramo | Pozo Inicial | Pozo final | Q diseño(l/s) | Q diseño (m3/s) | D (mm) | S % | Análisis a tubo lleno | | | | | | | Análisis a tubo parcialmente lleno | | | | | | | | | | |
|---------------------|------------|-----------------|---------------|---------------|--------------------|--------|-------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|--------|----------|------------|------------------------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|-----------|-------------|-------------|---------------|----------------|
| | | | | | | | | HH(m) | V(m/s) | Q(m3/s) | q/Q | d/D | Teta | a/A | v/V | v(m/s) | r/R | r(m) | a(m) | z(m) | T(m) | V auto(m/s) | Z (Pomeroy) | ¿Corrosión? | ¿Autolimpieza? |
| RS51 | MH1-MH3 | MH7 | MH8 | 0.261653313 | 0.00026165 | 200 | 0.04 | 0.05 | 2.4676524 | 0.0775236 | 0.0033751 | 0.0849 | 1.182693 | 0.04091309 | 0.0825 | 0.2035701 | 0.2174 | 0.0109 | 0.0013 | 0.1183 | 0.1114959 | 1.913428914 | 5420.142255 | Posible | si |
| RS52 | MH2-MH4 | MH5 | MH6 | 0.38267867 | 0.00038268 | 200 | 0.02 | 0.05 | 1.7448937 | 0.0548175 | 0.006981 | 0.0908 | 1.234163 | 0.04514292 | 0.1546 | 0.2698328 | 0.2317 | 0.0116 | 0.0014 | 0.1224 | 0.1149145 | 1.367489558 | 6782.597609 | Posible | si |
| RS53 | MH3-MH4 | MH3 | MH4 | 0.465522471 | 0.00046552 | 200 | 0.04 | 0.05 | 2.4676524 | 0.0775236 | 0.0060049 | 0.0892 | 1.213132 | 0.0439928 | 0.1365 | 0.3368288 | 0.2279 | 0.0114 | 0.0014 | 0.1213 | 0.1140099 | 1.928529194 | 4487.883959 | Poco Probable | si |
| RS54 | MH1-MH2 | MH1 | MH2 | 0.58881678 | 0.00058882 | 200 | 0.04 | 0.05 | 2.4676524 | 0.0775236 | 0.0075953 | 0.0918 | 1.251036 | 0.04586667 | 0.1656 | 0.4088149 | 0.2541 | 0.0117 | 0.0014 | 0.1231 | 0.1154763 | 1.937261258 | 4157.906898 | Poco Probable | si |
| RS55 | MH11-MH12 | MH11 | MH12 | 1.121660222 | 0.00112166 | 200 | 0.04 | 0.05 | 2.4676524 | 0.0775236 | 0.0144686 | 0.1028 | 1.304469 | 0.05406897 | 0.2676 | 0.6603336 | 0.48 | 0.024 | 0.0017 | 0.0708 | 0.1213928 | 2.183521737 | 1834.80662 | Poco Probable | si |
| RS56 | MH14-MH15 | MH14 | MH15 | 0.482978775 | 0.00048298 | 200 | 0.045 | 0.05 | 2.6173406 | 0.0822262 | 0.0058738 | 0.089 | 1.211639 | 0.04383856 | 0.134 | 0.3506888 | 0.48 | 0.024 | 0.0014 | 0.0574 | 0.1138872 | 2.31597454 | 1979.228758 | Poco Probable | si |
| RS57 | Pacm2-MH16 | Pacm2 | MH16 | 4.906967807 | 0.00490697 | 250 | 0.02 | 0.0625 | 2.0247698 | 0.0993907 | 0.0493705 | 0.1527 | 1.605869 | 0.09652488 | 0.5115 | 1.0356286 | 0.48 | 0.03 | 0.0047 | 0.1579 | 0.1798493 | 1.791633594 | 2390.856645 | Poco Probable | si |
| RS58 | MH16-MH17 | MH16 | MH17 | 5.32961693 | 0.00532962 | 250 | 0.02 | 0.0625 | 2.0247698 | 0.0993907 | 0.0536229 | 0.1583 | 1.636612 | 0.10166457 | 0.5274 | 1.0679636 | 0.48 | 0.03 | 0.005 | 0.1663 | 0.1824973 | 1.791633594 | 2414.278537 | Poco Probable | si |
| RED PRIMARIA I | Tramo | Pozo Inicial | Pozo final | Q diseño(l/s) | Q diseño (m3/s) | D (mm) | S % | Análisis a tubo lleno | | | | | | | Análisis a tubo parcialmente lleno | | | | | | | | | | |
| RP1 | MH13-MH12 | MH13 | MH12 | 0.901795967 | 0.0009018 | 250 | 0.02 | 0.0625 | 2.0247698 | 0.0993907 | 0.0090732 | 0.0941 | 1.247351 | 0.04761993 | 0.1905 | 0.3857888 | 0.2399 | 0.015 | 0.0023 | 0.1559 | 0.1460056 | 1.596022456 | 5110.851105 | Posible | si |
| RP2 | MH12-MH2 | MH12 | MH2 | 2.227937931 | 0.00222794 | 250 | 0.02 | 0.0625 | 2.0247698 | 0.0993907 | 0.0224416 | 0.1148 | 1.382446 | 0.06368285 | 0.352 | 0.7127065 | 0.2894 | 0.0181 | 0.0031 | 0.1728 | 0.1593699 | 1.646776702 | 3839.858326 | Poco Probable | si |
| RP3 | MH2-MH4 | MH2 | MH4 | 3.030658374 | 0.00303066 | 250 | 0.03 | 0.0625 | 2.4798264 | 0.1217282 | 0.0248969 | 0.1185 | 1.405464 | 0.0667019 | 0.3733 | 0.9256118 | 0.2982 | 0.0186 | 0.0033 | 0.1757 | 0.1615762 | 2.026924962 | 2837.724225 | Poco Probable | si |
| RP4 | MH4-MH6 | MH4 | MH6 | 3.690151463 | 0.00369015 | 250 | 0.02 | 0.0625 | 2.0247698 | 0.0993907 | 0.0371278 | 0.1361 | 1.511112 | 0.08162941 | 0.4548 | 0.9209321 | 0.3394 | 0.0212 | 0.004 | 0.1889 | 0.1714234 | 1.691079265 | 3298.573969 | Poco Probable | si |
| RP5 | MH6-MH8 | MH6 | MH8 | 4.200405892 | 0.00420041 | 250 | 0.02 | 0.0625 | 2.0247698 | 0.0993907 | 0.0422616 | 0.1431 | 1.552049 | 0.08788926 | 0.4809 | 0.9736112 | 0.3558 | 0.0222 | 0.0043 | 0.194 | 0.1751119 | 1.704422963 | 3176.574577 | Poco Probable | si |
| RP6 | MH8-MH9 | MH8 | MH9 | 4.578624241 | 0.00457862 | 250 | 0.02 | 0.0625 | 2.0247698 | 0.0993907 | 0.0460669 | 0.1483 | 1.581251 | 0.09251774 | 0.4979 | 1.0081847 | 0.3676 | 0.023 | 0.0045 | 0.1977 | 0.1776984 | 1.71373229 | 3098.974508 | Poco Probable | si |
| RP7 | MH9-MH10 | MH9 | MH10 | 5.38200329 | 0.005382 | 250 | 0.02 | 0.0625 | 2.0247698 | 0.0993907 | 0.05415 | 0.159 | 1.640352 | 0.10230002 | 0.5293 | 1.071762 | 0.3918 | 0.0245 | 0.005 | 0.205 | 0.1828165 | 1.732056601 | 2961.02924 | Poco Probable | si |
| RED PRIMARIA I | Tramo | Pozo Inicial | Pozo final | Q diseño(l/s) | Q diseño (m3/s) | D (mm) | S % | Análisis a tubo lleno | | | | | | | Análisis a tubo parcialmente lleno | | | | | | | | | | |
| RP8 | MH16-MH19 | MH16 | MH19 | 0.685393827 | 0.00068539 | 250 | 0.04 | 0.0625 | 2.8634569 | 0.1405596 | 0.0048762 | 0.0874 | 1.200198 | 0.0426674 | 0.1143 | 0.3272458 | 0.2234 | 0.014 | 0.0021 | 0.15 | 0.141181 | 2.230460396 | 3940.204268 | Poco Probable | si |
| RP9 | MH19-MH20 | MH19 | MH20 | 9.927465285 | 0.00992747 | 250 | 0.04 | 0.0625 | 2.8634569 | 0.1405596 | 0.0706281 | 0.1795 | 1.750175 | 0.12194766 | 0.5792 | 1.6584218 | 0.4378 | 0.0274 | 0.006 | 0.2188 | 0.1918999 | 2.495184431 | 1735.68072 | Poco Probable | si |

- **Memoria de Alcantarillado Pluvial**

Diseño de redes (Colectores, tirantes y conexiones a descarga)

| | | | | | |
|-----------------------------|-------|------|------------------------------|-----|-------|
| Area tributaria | 4 | [Ha] | Pendiente media | 6 | [m/m] |
| Coefficiente de Escorrentia | 0.765 | - | Coefficiente Impermeabilidad | 0.5 | - |
| Coefficiente Manning | 0.011 | - | Periodo de retorno | 5 | años |

Caudal para tuberías

| RED | TRAMO | Pozo Inicial | Pozo Final | Area [Ha] | Ci | A total Acumulada [Ha] | Velocidad asumida | Longitud [m] | Tiempo Recorrido [min] | Pendiente [m/m] | Tiempo Entrada [min] | Tiempo Concentración | Intensidad Promediada | Caudal [m3/s] |
|-----|----------------|--------------|------------|-----------|-----|------------------------|-------------------|--------------|------------------------|-----------------|----------------------|----------------------|-----------------------|---------------|
| CN1 | BOX 1-BOX 3 | BOX 1 | BOX 3 | 0.5402 | 0.5 | 0.5402 | 2.0070 | 160 | 1.329 | 0.0359 | 16.265 | 17.594 | 100.691 | 0.076 |
| CN2 | BOX 2-BOX 3 | BOX 2 | BOX 3 | 0.2641 | 0.5 | 0.2641 | 3.1717 | 72.42 | 0.381 | 0.0423 | 10.361 | 10.741 | 119.457 | 0.044 |
| CN3 | BOX 3-BOX 4 | BOX 3 | BOX 4 | 0.2789 | 0.5 | 1.0832 | 2.6556 | 71.3 | 17.594 | 0.065 | 8.909 | 26.503 | 87.373 | 0.131 |
| CN4 | BOX 4-BOX 5 | BOX 4 | BOX 5 | 0.4191 | 0.5 | 1.5023 | 2.7026 | 122.05 | 26.503 | 0.06575 | 11.611 | 38.114 | 77.043 | 0.161 |
| CN5 | BOX 5-BOX 6 | BOX 5 | BOX 6 | 0.3395 | 0.5 | 1.8417 | 3.0241 | 95.97 | 38.114 | 0.07 | 10.083 | 48.197 | 71.029 | 0.182 |
| CN6 | BOX 6-BOX 7 | BOX 6 | BOX 7 | 0.2581 | 0.5 | 2.0998 | 3.3080 | 70.52 | 48.197 | 0.06 | 9.099 | 57.297 | 66.900 | 0.195 |
| CN7 | BOX 7-BOX 8 | BOX 7 | BOX 8 | 0.1214 | 0.5 | 2.2212 | 3.3097 | 45.48 | 57.297 | 0.0373 | 8.562 | 65.859 | 63.750 | 0.197 |
| CN8 | BOX 9-BOX 10 | BOX 9 | BOX 10 | 0.1247 | 0.5 | 0.1247 | 2.6605 | 72.22 | 0.452 | 0.05755 | 9.337 | 9.790 | 123.356 | 0.021 |
| CN9 | BOX 10-BOX 8 | BOX 10 | BOX 8 | 0.0684 | 0.5 | 0.1931 | 3.1618 | 36.47 | 9.790 | 0.1388 | 4.948 | 14.737 | 107.063 | 0.029 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| CS1 | BOX 11-BOX 12 | BOX 11 | BOX 12 | 0.0354 | 0.5 | 0.0354 | 1.5292 | 38.47 | 0.419 | 0.017 | 10.233 | 10.652 | 119.803 | 0.006 |
| CS2 | BOX 12-BOX 13 | BOX 12 | BOX 13 | 0.0360 | 0.5 | 0.0714 | 2.5989 | 39.35 | 10.652 | 0.0593 | 6.824 | 17.476 | 100.927 | 0.010 |
| CS3 | BOX 13-BOX 14 | BOX 13 | BOX 14 | 0.0846 | 0.5 | 0.1560 | 1.0048 | 36.88 | 17.476 | 0.14915 | 4.858 | 22.333 | 92.709 | 0.020 |
| CS4 | BOX 14-BOX 15 | BOX 14 | BOX 15 | 0.0657 | 0.5 | 0.2216 | 1.0711 | 54.41 | 22.333 | 0.14 | 6.026 | 28.359 | 85.348 | 0.026 |
| CS5 | BOX 15-BOX 18 | BOX 15 | BOX 18 | 0.1707 | 0.5 | 0.3923 | 1.5688 | 61.25 | 28.359 | 0.167 | 6.029 | 34.388 | 79.837 | 0.044 |
| CS6 | BOX 16-BOX 17 | BOX 16 | BOX 17 | 0.4393 | 0.5 | 0.4393 | 2.3031 | 31.81 | 1.275 | 0.036 | 7.246 | 8.520 | 129.433 | 0.079 |
| CS7 | BOX 17-BOX 18 | BOX 17 | BOX 18 | 0.3745 | 0.5 | 0.8138 | 3.0635 | 31.6 | 8.520 | 0.0449 | 6.709 | 15.229 | 105.852 | 0.120 |
| CS8 | BOX 18-BOX 19 | BOX 18 | BOX 19 | 0.3749 | 0.5 | 1.5810 | 4.4246 | 32.3 | 34.388 | 0.0225 | 8.540 | 42.928 | 73.934 | 0.162 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| DN | BOX 10-CAB (N) | BOX 10 | CAB (N) | 0.1026 | 0.5 | 2.5170 | 3.3959 | 4.69 | 65.859 | 0.05 | 2.494 | 68.352 | 62.934 | 0.220 |
| DS | BOX 11-CAB (S) | BOX 11 | CAB (S) | 0.0297 | 0.5 | 1.6107 | 2.7055 | 4.17 | 42.928 | 0.05 | 2.351 | 45.279 | 72.582 | 0.162 |

Análisis hidráulico: Selección de diámetro

| RED | D (mm) | S [%] | Análisis a tubo lleno | | | | Análisis a tubo parcialmente lleno | | | | | | | | | | | | |
|-----|--------|-------|-----------------------|--------|----------------------|-------|------------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|----------------|--|
| | | | RH(m) | V(m/s) | Q(m ³ /s) | q/Q | d/D | Theta | a/A | v/V | v(m/s) | r/R | r | a | p | T | V auto(m/s) | ¿Autolimpieza? | |
| CN1 | 250 | 0.015 | 0.0625 | 1.754 | 0.0861 | 0.878 | 0.726 | 4.081 | 0.778 | 1.128 | 1.978 | 1.198 | 0.075 | 0.038 | 0.510 | 0.223 | 1.807 | si | |
| CN2 | 250 | 0.065 | 0.0625 | 3.650 | 0.1792 | 0.245 | 0.337 | 2.478 | 0.296 | 0.825 | 3.011 | 0.752 | 0.047 | 0.015 | 0.310 | 0.236 | 3.481 | si | |
| CN3 | 315 | 0.02 | 0.07875 | 2.362 | 0.1841 | 0.714 | 0.625 | 3.646 | 0.657 | 1.087 | 2.567 | 1.133 | 0.089 | 0.051 | 0.574 | 0.305 | 2.412 | si | |
| CN4 | 315 | 0.02 | 0.07875 | 2.362 | 0.1841 | 0.873 | 0.723 | 4.068 | 0.775 | 1.127 | 2.663 | 1.197 | 0.094 | 0.060 | 0.641 | 0.282 | 2.434 | si | |
| CN5 | 315 | 0.025 | 0.07875 | 2.641 | 0.2058 | 0.883 | 0.730 | 4.097 | 0.782 | 1.129 | 2.981 | 1.199 | 0.094 | 0.061 | 0.645 | 0.280 | 2.722 | si | |
| CN6 | 315 | 0.03 | 0.07875 | 2.893 | 0.2254 | 0.865 | 0.718 | 4.045 | 0.769 | 1.126 | 3.257 | 1.194 | 0.094 | 0.060 | 0.637 | 0.283 | 2.980 | si | |
| CN7 | 315 | 0.03 | 0.07875 | 2.893 | 0.2254 | 0.872 | 0.723 | 4.065 | 0.774 | 1.127 | 3.261 | 1.196 | 0.094 | 0.060 | 0.640 | 0.282 | 2.981 | si | |
| CN8 | 250 | 0.07 | 0.0625 | 3.788 | 0.1859 | 0.115 | 0.228 | 1.993 | 0.172 | 0.668 | 2.530 | 0.542 | 0.034 | 0.008 | 0.249 | 0.210 | 3.421 | si | |
| CN9 | 250 | 0.09 | 0.0625 | 4.295 | 0.2108 | 0.136 | 0.249 | 2.091 | 0.195 | 0.700 | 3.007 | 0.585 | 0.037 | 0.010 | 0.261 | 0.216 | 3.928 | si | |
| CS1 | 250 | 0.045 | 0.0625 | 3.037 | 0.1491 | 0.039 | 0.139 | 1.530 | 0.085 | 0.467 | 1.419 | 0.347 | 0.022 | 0.004 | 0.191 | 0.173 | 2.546 | si | |
| CS2 | 250 | 0.13 | 0.0625 | 5.162 | 0.2534 | 0.039 | 0.139 | 1.530 | 0.085 | 0.467 | 2.412 | 0.347 | 0.022 | 0.004 | 0.191 | 0.173 | 4.327 | si | |
| CS3 | 250 | 0.005 | 0.0625 | 1.012 | 0.0497 | 0.404 | 0.442 | 2.909 | 0.426 | 0.948 | 0.960 | 0.921 | 0.058 | 0.021 | 0.364 | 0.248 | 0.999 | si | |
| CS4 | 250 | 0.005 | 0.0625 | 1.012 | 0.0497 | 0.529 | 0.517 | 3.209 | 0.522 | 1.014 | 1.026 | 1.021 | 0.064 | 0.026 | 0.401 | 0.250 | 1.016 | si | |
| CS5 | 250 | 0.01 | 0.0625 | 1.432 | 0.0703 | 0.619 | 0.570 | 3.421 | 0.588 | 1.052 | 1.506 | 1.081 | 0.068 | 0.029 | 0.428 | 0.248 | 1.450 | si | |
| CS6 | 250 | 0.02 | 0.0625 | 2.025 | 0.0994 | 0.795 | 0.673 | 3.848 | 0.716 | 1.110 | 2.248 | 1.169 | 0.073 | 0.035 | 0.481 | 0.235 | 2.078 | si | |
| CS7 | 315 | 0.03 | 0.07875 | 2.893 | 0.2254 | 0.531 | 0.518 | 3.214 | 0.523 | 1.014 | 2.935 | 1.023 | 0.081 | 0.041 | 0.506 | 0.315 | 2.904 | si | |
| CS8 | 315 | 0.065 | 0.07875 | 4.258 | 0.3319 | 0.489 | 0.494 | 3.116 | 0.492 | 0.995 | 4.236 | 0.992 | 0.078 | 0.038 | 0.491 | 0.315 | 4.252 | si | |
| DN | 315 | 0.03 | 0.07875 | 2.893 | 0.2254 | 0.976 | 0.799 | 4.423 | 0.857 | 1.139 | 3.296 | 1.217 | 0.096 | 0.067 | 0.697 | 0.252 | 2.989 | si | |
| DS | 315 | 0.02 | 0.07875 | 2.362 | 0.1841 | 0.882 | 0.729 | 4.095 | 0.782 | 1.129 | 2.666 | 1.199 | 0.094 | 0.061 | 0.645 | 0.280 | 2.435 | si | |

Tirantes: Selección de diámetro y cotas invert de entrada a sumidero

| # | TRAMO | Pozo Inicial | Pozo Final | Q diseño (m³/s) | D (mm) | S % | Análisis a tubo lleno | | | | | | | Análisis a tubo parcialmente lleno | | | | | | | | | | Longitud (m) | Descenso (m) | Cota Sumidero | Cota Entrada |
|-----|------------|--------------|------------|-----------------|--------|-------|-----------------------|------------|------------|------------|-------|-------|-------|------------------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------------|------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| | | | | | | | RH(m) | V(m/s) | Q(m³/s) | q/Q | d/D | Theta | a/A | w/V | v(m/s) | r/R | r | a | p | T | V auto(m/s) | auto(imp/s) | | | | | |
| T1 | SI-BOX 1 | SI | BOX 1 | 0.04533 | 200 | 0.013 | 0.05 | 1.511223 | 0.04747331 | 0.95480393 | 0.782 | 4.342 | 0.839 | 1.138 | 1.71904284 | 1.215 | 0.061 | 0.026 | 0.434 | 0.165 | 1.56090456 | SI | 3.14 | 0.047 | 70.61 | 69.36 | |
| T2 | SD-BOX 1 | SD | BOX 1 | 0.04533 | 200 | 0.015 | 0.05 | 1.511223 | 0.04747331 | 0.95480393 | 0.782 | 4.342 | 0.839 | 1.138 | 1.71904284 | 1.215 | 0.061 | 0.026 | 0.434 | 0.165 | 1.56090456 | SI | 3.11 | 0.047 | 70.57 | 69.32 | |
| T3 | SI-BOX 2 | SI | BOX 2 | 0.02629 | 200 | 0.013 | 0.05 | 1.511223 | 0.04747331 | 0.55380116 | 0.532 | 3.269 | 0.540 | 1.025 | 1.54865864 | 1.039 | 0.052 | 0.017 | 0.327 | 0.200 | 1.52072934 | SI | 4.08 | 0.061 | 75.25 | 73.99 | |
| T4 | SD-BOX 2 | SD | BOX 2 | 0.02629 | 200 | 0.015 | 0.05 | 1.511223 | 0.04747331 | 0.55380116 | 0.532 | 3.269 | 0.540 | 1.025 | 1.54865864 | 1.039 | 0.052 | 0.017 | 0.327 | 0.200 | 1.52072934 | SI | 2.96 | 0.044 | 75.07 | 73.83 | |
| T5 | SI-BOX 3 | SI | BOX 3 | 0.05258 | 200 | 0.015 | 0.05 | 1.511223 | 0.04747331 | 1.10751388 | 0.919 | 5.130 | 0.962 | 1.151 | 1.73985644 | 1.178 | 0.059 | 0.030 | 0.513 | 0.109 | 1.55299624 | SI | 3.37 | 0.051 | 70.15 | 68.90 | |
| T6 | SD-BOX 3 | SD | BOX 3 | 0.05258 | 200 | 0.015 | 0.05 | 1.511223 | 0.04747331 | 1.10751388 | 0.919 | 5.130 | 0.962 | 1.151 | 1.73985644 | 1.178 | 0.059 | 0.030 | 0.513 | 0.109 | 1.55299624 | SI | 3.86 | 0.085 | 70.82 | 69.54 | |
| T7 | SOS-BOX 3 | SOS | BOX 3 | 0.05258 | 200 | 0.015 | 0.05 | 1.511223 | 0.04747331 | 1.10751388 | 0.919 | 5.130 | 0.962 | 1.151 | 1.73985644 | 1.178 | 0.059 | 0.030 | 0.513 | 0.109 | 1.55299624 | SI | 5.41 | 0.081 | 70.82 | 69.54 | |
| T8 | SI-BOX 4 | SI | BOX 4 | 0.09645 | 250 | 0.015 | 0.0625 | 1.7535021 | 0.08607483 | 1.12051994 | 0.933 | 5.232 | 0.971 | 1.154 | 2.0237546 | 1.166 | 0.073 | 0.048 | 0.654 | 0.125 | 1.79892483 | SI | 2.86 | 0.043 | 69.22 | 67.98 | |
| T9 | SD-BOX 4 | SD | BOX 4 | 0.09645 | 250 | 0.015 | 0.0625 | 1.7535021 | 0.08607483 | 1.12051994 | 0.933 | 5.232 | 0.971 | 1.154 | 2.0237546 | 1.166 | 0.073 | 0.048 | 0.654 | 0.125 | 1.79892483 | SI | 3.46 | 0.052 | 69.22 | 67.97 | |
| T10 | SI-BOX 5 | SI | BOX 5 | 0.10901 | 250 | 0.02 | 0.0625 | 2.02476981 | 0.09939066 | 1.09680826 | 0.908 | 5.052 | 0.954 | 1.150 | 2.32751554 | 1.187 | 0.074 | 0.047 | 0.632 | 0.144 | 2.08334019 | SI | 3.55 | 0.067 | 68.06 | 66.79 | |
| T11 | SD-BOX 5 | SD | BOX 5 | 0.10901 | 250 | 0.02 | 0.0625 | 2.02476981 | 0.09939066 | 1.09680826 | 0.908 | 5.052 | 0.954 | 1.150 | 2.32751554 | 1.187 | 0.074 | 0.047 | 0.632 | 0.144 | 2.08334019 | SI | 3.07 | 0.061 | 68.02 | 66.76 | |
| T12 | SI-BOX 6 | SI | BOX 6 | 0.11706 | 250 | 0.02 | 0.0625 | 2.02476981 | 0.09939066 | 1.17780628 | 0.995 | 5.997 | 0.999 | 1.179 | 2.38626315 | 1.047 | 0.065 | 0.049 | 0.750 | 0.036 | 2.04024849 | SI | 3.6 | 0.072 | 67.59 | 66.32 | |
| T13 | SD-BOX 6 | SD | BOX 6 | 0.11706 | 250 | 0.02 | 0.0625 | 2.02476981 | 0.09939066 | 1.17780628 | 0.995 | 5.997 | 0.999 | 1.179 | 2.38626315 | 1.047 | 0.065 | 0.049 | 0.750 | 0.036 | 2.04024849 | SI | 2.97 | 0.059 | 67.53 | 66.27 | |
| T14 | SI-BOX 7 | SI | BOX 7 | 0.11800 | 250 | 0.025 | 0.0625 | 2.26376147 | 0.11112213 | 1.0619076 | 0.874 | 4.833 | 0.927 | 1.145 | 2.59275624 | 1.205 | 0.075 | 0.046 | 0.604 | 0.166 | 2.33536048 | SI | 2.82 | 0.071 | 67.06 | 65.79 | |
| T15 | SD-BOX 7 | SD | BOX 7 | 0.11800 | 250 | 0.025 | 0.0625 | 2.26376147 | 0.11112213 | 1.0619076 | 0.874 | 4.833 | 0.927 | 1.145 | 2.59275624 | 1.205 | 0.075 | 0.046 | 0.604 | 0.166 | 2.33536048 | SI | 3.62 | 0.091 | 66.92 | 65.63 | |
| T16 | S-BOX 8 | S | BOX 8 | 0.02213 | 200 | 0.01 | 0.05 | 1.23382619 | 0.03876179 | 0.57101973 | 0.542 | 3.309 | 0.553 | 1.052 | 1.27367889 | 1.050 | 0.053 | 0.017 | 0.331 | 0.199 | 1.24396856 | SI | 2.36 | 0.024 | 65.13 | 63.91 | |
| T17 | S-BOX 9 | S | BOX 9 | 0.02564 | 200 | 0.01 | 0.05 | 1.23382619 | 0.03876179 | 0.66151308 | 0.594 | 3.521 | 0.619 | 1.068 | 1.31800814 | 1.105 | 0.055 | 0.019 | 0.352 | 0.196 | 1.25455574 | SI | 1.25 | 0.013 | 75.2 | 73.99 | |
| T18 | S-BOX 10 | S | BOX 10 | 0.03446 | 200 | 0.01 | 0.05 | 1.23382619 | 0.03876179 | 0.88911642 | 0.734 | 4.117 | 0.787 | 1.130 | 1.39396928 | 1.201 | 0.060 | 0.025 | 0.412 | 0.177 | 1.27208579 | SI | 1.17 | 0.012 | 70.12 | 68.91 | |
| T19 | S-BOX 11 | S | BOX 11 | 0.00707 | 200 | 0.01 | 0.05 | 1.23382619 | 0.03876179 | 0.18228179 | 0.290 | 2.273 | 0.240 | 0.759 | 0.936298 | 0.684 | 0.033 | 0.008 | 0.227 | 0.181 | 1.15344666 | SI | 6.8 | 0.068 | 78.24 | 76.97 | |
| T20 | S-BOX 12 | S | BOX 12 | 0.01201 | 200 | 0.01 | 0.05 | 1.23382619 | 0.03876179 | 0.30974658 | 0.382 | 2.665 | 0.351 | 0.882 | 1.08840075 | 0.828 | 0.041 | 0.011 | 0.266 | 0.194 | 1.1955834 | SI | 1.1 | 0.011 | 76.66 | 75.45 | |
| T21 | SD-BOX 13 | SD | BOX 13 | 0.01205 | 200 | 0.01 | 0.05 | 1.23382619 | 0.03876179 | 0.31083526 | 0.383 | 2.668 | 0.352 | 0.883 | 1.08946999 | 0.829 | 0.041 | 0.011 | 0.267 | 0.194 | 1.19586613 | SI | 3.57 | 0.036 | 71.3 | 70.28 | |
| T22 | SI-BOX 13 | SI | BOX 13 | 0.01205 | 200 | 0.01 | 0.05 | 1.23382619 | 0.03876179 | 0.31083526 | 0.383 | 2.668 | 0.352 | 0.883 | 1.08946999 | 0.829 | 0.041 | 0.011 | 0.267 | 0.194 | 1.19586613 | SI | 2.2 | 0.022 | 71.08 | 69.86 | |
| T23 | SI-BOX 15 | SI | BOX 15 | 0.02610 | 200 | 0.01 | 0.05 | 1.23382619 | 0.03876179 | 0.67340426 | 0.601 | 3.549 | 0.628 | 1.073 | 1.32334178 | 1.112 | 0.056 | 0.020 | 0.355 | 0.196 | 1.25577726 | SI | 0.95 | 0.010 | 72.07 | 70.86 | |
| T24 | SD-BOX 15 | SD | BOX 15 | 0.02610 | 200 | 0.01 | 0.05 | 1.23382619 | 0.03876179 | 0.67340426 | 0.601 | 3.549 | 0.628 | 1.073 | 1.32334178 | 1.112 | 0.056 | 0.020 | 0.355 | 0.196 | 1.25577726 | SI | 1.92 | 0.019 | 72.3 | 71.08 | |
| T25 | SI-BOX 16 | SI | BOX 16 | 0.03159 | 200 | 0.01 | 0.05 | 1.23382619 | 0.03876179 | 0.81503726 | 0.686 | 3.902 | 0.731 | 1.115 | 1.3761943 | 1.177 | 0.059 | 0.023 | 0.390 | 0.186 | 1.26773244 | SI | 4.11 | 0.041 | 71.6 | 70.36 | |
| T26 | SSI-BOX 16 | SSI | BOX 16 | 0.03159 | 200 | 0.01 | 0.05 | 1.23382619 | 0.03876179 | 0.81503726 | 0.686 | 3.902 | 0.731 | 1.115 | 1.3761943 | 1.177 | 0.059 | 0.023 | 0.390 | 0.186 | 1.26773244 | SI | 4.14 | 0.041 | 71.6 | 70.36 | |
| T27 | SD-BOX 16 | SD | BOX 16 | 0.03159 | 200 | 0.01 | 0.05 | 1.23382619 | 0.03876179 | 0.81503726 | 0.686 | 3.902 | 0.731 | 1.115 | 1.3761943 | 1.177 | 0.059 | 0.023 | 0.390 | 0.186 | 1.26773244 | SI | 3.25 | 0.033 | 71.61 | 70.38 | |
| T28 | SI-BOX 17 | SI | BOX 17 | 0.07179 | 200 | 0.025 | 0.05 | 1.9508505 | 0.06128778 | 1.17132755 | 0.988 | 5.837 | 0.998 | 1.174 | 2.29042262 | 1.074 | 0.054 | 0.031 | 0.584 | 0.044 | 1.97417146 | SI | 2.9 | 0.073 | 70.85 | 69.58 | |
| T29 | SD-BOX 17 | SD | BOX 17 | 0.07179 | 200 | 0.025 | 0.05 | 1.9508505 | 0.06128778 | 1.17132755 | 0.988 | 5.837 | 0.998 | 1.174 | 2.29042262 | 1.074 | 0.054 | 0.031 | 0.584 | 0.044 | 1.97417146 | SI | 3.48 | 0.087 | 70.89 | 69.60 | |
| T30 | SI-BOX 18 | SI | BOX 18 | 0.06494 | 200 | 0.025 | 0.05 | 1.9508505 | 0.06128778 | 1.059586 | 0.872 | 4.820 | 0.925 | 1.145 | 2.23396295 | 1.206 | 0.060 | 0.029 | 0.482 | 0.134 | 2.01279518 | SI | 3.69 | 0.092 | 69.59 | 68.30 | |
| T31 | SSI-BOX 18 | SSI | BOX 18 | 0.06494 | 200 | 0.025 | 0.05 | 1.9508505 | 0.06128778 | 1.059586 | 0.872 | 4.820 | 0.925 | 1.145 | 2.23396295 | 1.206 | 0.060 | 0.029 | 0.482 | 0.134 | 2.01279518 | SI | 3.92 | 0.098 | 69.35 | 68.05 | |
| T32 | SD-BOX 18 | SD | BOX 18 | 0.06494 | 200 | 0.025 | 0.05 | 1.9508505 | 0.06128778 | 1.059586 | 0.872 | 4.820 | 0.925 | 1.145 | 2.23396295 | 1.206 | 0.060 | 0.029 | 0.482 | 0.134 | 2.01279518 | SI | 3.41 | 0.085 | 69.44 | 68.15 | |

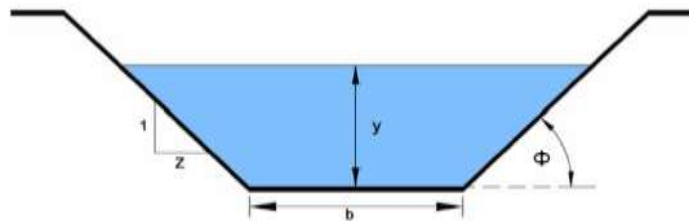
Canales de drenaje

| Sección transversal | Área A | Perímetro mojado P | Radio Hidráulico R | Ancho superficial T | Profundidad hidráulica D | Factor de sección Z |
|--------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Trapezio, medio hexágono | $\sqrt{3} \cdot y^2$ | $2\sqrt{3} \cdot y$ | $\frac{1}{2} \cdot y$ | $\frac{4}{3} \cdot \sqrt{3} \cdot y$ | $\frac{3}{4} \cdot y$ | $\frac{3}{2} \cdot y^{2.5}$ |

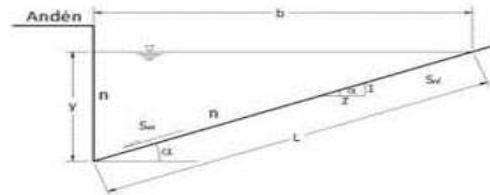
| | |
|-------------|-------|
| Tr | 5 |
| Manning (n) | 0.013 |

| Diseño de canales de drenaje para Peatonales Ciudadela Las Brisas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|-----|----------------|----------|--------|--------|----------|----------|--------|-------|-------|-----|--------|--------------|-------------|-------------------|-------|---------|-------|-------|---------|--------|--|
| Calle | Area de Aporte (ha) | C | Longitud Canal | Tincial | Tcanal | Tacum | i (mm/h) | q (m3/s) | V real | b (m) | y (m) | b/y | phi | 2*tan(phi/2) | Borde Libre | Pendiente Lateral | Rh | S 0/100 | A | v | Q(m3/s) | q/Q | |
| Peatonal 1 | 0.0897 | 0.8 | 43 | 10 | 0.193 | 10.193 | 121.644 | 0.024 | 3.714 | 0.3 | 0.25 | 1.2 | 1.1071 | 1.236 | 0.1 | 0.5:1 | 0.125 | 0.0373 | 0.108 | 3.714 | 0.4021 | 0.0603 | |
| Peatonal 2 | 0.2262 | 0.8 | 70.69 | 10 | 0.251 | 10.251 | 121.404 | 0.061 | 4.691 | 0.3 | 0.25 | 1.2 | 1.1071 | 1.236 | 0.1 | 0.5:1 | 0.125 | 0.0595 | 0.108 | 4.691 | 0.5078 | 0.1202 | |
| Peatonal 3 | 0.3083 | 0.8 | 98 | 10 | 0.321 | 10.321 | 121.119 | 0.083 | 5.088 | 0.3 | 0.25 | 1.2 | 1.1071 | 1.236 | 0.1 | 0.5:1 | 0.125 | 0.07 | 0.108 | 5.088 | 0.5508 | 0.1507 | |
| Peatonal 4 | 0.3872 | 0.8 | 122 | 10 | 0.415 | 10.415 | 120.740 | 0.104 | 4.903 | 0.3 | 0.25 | 1.2 | 1.1071 | 1.236 | 0.1 | 0.5:1 | 0.125 | 0.065 | 0.108 | 4.903 | 0.5308 | 0.1957 | |
| Peatonal 5-1 | 0.2545 | 0.8 | 95 | 10 | 0.758 | 10.758 | 119.392 | 0.068 | 2.089 | 0.3 | 0.25 | 1.2 | 1.1071 | 1.236 | 0.1 | 0.5:1 | 0.125 | 0.0118 | 0.108 | 2.089 | 0.2261 | 0.2986 | |
| Peatonal 5-2 | 0.509 | 0.8 | 75 | 10.53 | 0.265 | 10.795 | 119.249 | 0.135 | 4.711 | 0.3 | 0.25 | 1.2 | 1.1071 | 1.236 | 0.1 | 0.5:1 | 0.125 | 0.06 | 0.108 | 4.711 | 0.5099 | 0.2645 | |
| Peatonal 7-1 | 0.1916 | 0.8 | 60 | 10 | 0.332 | 10.332 | 121.076 | 0.052 | 3.016 | 0.3 | 0.25 | 1.2 | 1.1071 | 1.236 | 0.1 | 0.5:1 | 0.125 | 0.0246 | 0.108 | 3.016 | 0.3265 | 0.1579 | |
| Peatonal 7-2 | 0.1535 | 0.8 | 64 | 10.33154 | 0.217 | 10.549 | 120.207 | 0.041 | 4.910 | 0.3 | 0.25 | 1.2 | 1.1071 | 1.236 | 0.1 | 0.5:1 | 0.125 | 0.0652 | 0.108 | 4.910 | 0.5316 | 0.0771 | |

$$\frac{b}{y} = 2 * \tan\left(\frac{\phi}{2}\right)$$



Cunetas



Diseño de Cunetas para las Avenidas Principales de La Ciudadela Privada Balcones del Norte

| Calle | Area de Aporte(ha) | C | Longitud Cuneta (m) | Tincial (min) | Tviaje-cune(m) | Tacum(m) | i (mm/h) | q (m3/s) | V real(m/s) | b (m) | y=d(m) | L(m) | Scuneta a(%) | Sl(%)c alle | A(m) | P(m) | Rh(m) | Capacidad Q(m3/s) | q/Q |
|--|--------------------|-----|---------------------|---------------|----------------|----------|----------|----------|-------------|-------|--------|--------|--------------|-------------|------|------|-------|-------------------|------|
| Av. Aurelio Felipe Arias Olivo-Tramo 1 | 0.2641 | 0.8 | 65 | 10 | 0.530664 | 10.531 | 120.278 | 0.035 | 2.041 | 0.3 | 0.15 | 0.3354 | 0.5 | 0.04 | 0.02 | 0.49 | 0.05 | 0.0459 | 0.77 |
| Av. Aurelio Felipe Arias Olivo-Tramo 2 | 0.2478 | 0.8 | 67 | 10 | 0.444347 | 10.444 | 120.622 | 0.033 | 2.513 | 0.3 | 0.15 | 0.3354 | 0.5 | 0.06 | 0.02 | 0.49 | 0.05 | 0.0565 | 0.59 |
| AriasTramo 1 descarga 1 | 0.1935 | 0.8 | 72 | 10 | 0.54066 | 10.541 | 120.239 | 0.026 | 2.220 | 0.3 | 0.15 | 0.3354 | 0.5 | 0.05 | 0.02 | 0.49 | 0.05 | 0.0499 | 0.52 |
| AriasTramo 2descarga 2 | 0.1934 | 0.8 | 38 | 10 | 0.170528 | 10.171 | 121.736 | 0.026 | 3.714 | 0.3 | 0.15 | 0.3354 | 0.5 | 0.14 | 0.02 | 0.49 | 0.05 | 0.0836 | 0.31 |
| Avenida Maria Olivo Tramo 1 | 0.0253 | 0.8 | 30 | 10 | 0.356191 | 10.356 | 120.976 | 0.003 | 1.404 | 0.3 | 0.15 | 0.3354 | 0.5 | 0.02 | 0.02 | 0.49 | 0.05 | 0.0316 | 0.11 |
| Avenida Maria Olivo Tramo 2 | 0.0271 | 0.8 | 34 | 10 | 0.518994 | 10.519 | 120.324 | 0.004 | 1.092 | 0.3 | 0.15 | 0.3354 | 0.5 | 0.01 | 0.02 | 0.49 | 0.05 | 0.0246 | 0.15 |
| Avenida Maria Olivo Tramo 3 | 0.0273 | 0.8 | 36 | 10 | 0.316397 | 10.316 | 121.138 | 0.004 | 1.896 | 0.3 | 0.15 | 0.3354 | 0.5 | 0.04 | 0.02 | 0.49 | 0.05 | 0.0427 | 0.09 |
| Avenida Maria Olivo Tramo 4 | 0.027 | 0.8 | 34 | 10 | 0.301727 | 10.302 | 121.197 | 0.004 | 1.878 | 0.3 | 0.15 | 0.3354 | 0.5 | 0.04 | 0.02 | 0.49 | 0.05 | 0.0423 | 0.09 |
| Avenida Maria Olivo Tramo 5 | 0.0276 | 0.8 | 34 | 10 | 0.477405 | 10.477 | 120.49 | 0.004 | 1.187 | 0.3 | 0.15 | 0.3354 | 0.5 | 0.01 | 0.02 | 0.49 | 0.05 | 0.0267 | 0.14 |
| Avenida Maria Olivo Tramo 6 | 0.027 | 0.8 | 34 | 10 | 0.460039 | 10.460 | 120.559 | 0.004 | 1.232 | 0.3 | 0.15 | 0.3354 | 0.5 | 0.02 | 0.02 | 0.49 | 0.05 | 0.0277 | 0.13 |
| Avenida Maria Olivo Tramo 7 | 0.04 | 0.8 | 40 | 10 | 0.4602 | 10.460 | 120.558 | 0.005 | 1.449 | 0.3 | 0.15 | 0.3354 | 0.5 | 0.02 | 0.02 | 0.49 | 0.05 | 0.0326 | 0.16 |
| Peatonal 6-1 | 0.0525 | 0.8 | 34 | 10 | 0.322904 | 10.323 | 121.111 | 0.007 | 1.755 | 0.4 | 0.2 | 0.4472 | 0.5 | 0.02 | 0.04 | 0.65 | 0.06 | 0.0702 | 0.10 |
| Peatonal 6-2 | 0.499932 | 0.8 | 154 | 10 | 1.462564 | 11.463 | 116.798 | 0.065 | 1.755 | 0.4 | 0.2 | 0.4472 | 0.5 | 0.02 | 0.04 | 0.65 | 0.06 | 0.0702 | 0.92 |
| Peatonal 8 | 0.3346 | 0.8 | 108 | 10 | 1.025694 | 11.026 | 118.38 | 0.044 | 1.755 | 0.4 | 0.2 | 0.4472 | 0.5 | 0.02 | 0.04 | 0.65 | 0.06 | 0.0702 | 0.63 |

Sumideros

| Avenida Octavio Arias Tramo 2descarga 2 | | Avenida Octavio Arias Tramo 2descarga 1 | |
|---|--------|---|--------|
| Sumidero Tipo | 1 | Sumidero Tipo | 2 |
| w(m) | 0.3 | w(m) | 0.3 |
| Wo(m) | 0.4 | Wo(m) | 0.4 |
| z | 50 | z | 50 |
| n | 0.013 | n | 0.013 |
| l | 0.03 | l | 0.03 |
| Qo(m3/s) | 0.0262 | Qo(m3/s) | 0.026 |
| L(m) | 0.7688 | L(m) | 0.7666 |



Redondeando L=80 cm

APÉNDICE C: PLANOS DE DISEÑO

Listado de Planos

- **01 Topografía del predio**
- **02 Urbanismo y Detalles Viales**
- **03 Implantación Sistemas de Alcantarillado**
- **04 Implantación Sistema de AASS**
- **05 Implantación Sistema de AALL**
- **06 - 10 Perfiles Sistemas de Alcantarillado**
- **11-13 Cortes Transversales**
- **14 Detalles Constructivos**

APÉNDICE D GESTIÓN DE OBRA CIVIL

Análisis de precios unitarios

MATERIA INTEGRADORA:

Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte

PROYECTO:

1/ 25

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOSRUBRO: 1.1 UNIDAD: M2
DETALLE: TRAZADO Y REPLANTEO**EQUIPOS**

| DESCRIPCION | CANTIDAD A | TARIFA B | COSTO HORA C=A*B | RENDIMIENTO R | COSTO D=C*R |
|---------------------------|---------------|-------------|------------------------|------------------|----------------|
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 0.01 |
| Equipo topografico | 1.000 | 2.5000 | 2.5000 | 0.0157 | 0.039 |
| SUBTOTAL M = | | | | | 0.05 |

MANO DE OBRA

| DESCRIPCION (CATEGORIAS) | CANTIDAD A | JORNAL /HR B | COSTO HORA C=A*B | RENDIMIENTO R | COSTO D=C*R |
|-------------------------------|---------------|--------------------|------------------------|------------------|----------------|
| Peón (Est. Ocup. E2) | 1.000 | 3.5100 | 3.5100 | 0.0157 | 0.06 |
| Maestro mayor (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.0157 | 0.08 |
| Cadenero (Est. Ocup. D2) | 1.000 | 3.5600 | 3.5600 | 0.0157 | 0.06 |
| Topógrafo (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.0157 | 0.08 |
| SUBTOTAL N = | | | | | 0.27 |

MATERIALES

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD A | PRECIO UNIT. B | COSTO C=A*B |
|------------------------------|--------|---------------|----------------------|----------------|
| Tablas de Encofrado semidura | u | 0.028 | 3.5000 | 0.0980 |
| Cuarton semiduras | u | 0.056 | 2.9500 | 0.1652 |
| Clavo 2" | Lb | 0.004 | 1.1300 | 0.0045 |
| SUBTOTAL O = | | | | 0.27 |

TRANSPORTE

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD A | TARIFA B | COSTO C=A*B |
|----------------------------------|--------|---------------|-------------|----------------|
| Transporte de madera | u/km | 0.084 | 0.400 | 0.03 |
| SUBTOTAL P = | | | | 0.03 |
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | | | 0.63 |
| INDIRECTOS | | | | 20.00% |
| | | | | 0.1257 |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO | | | | 0.7544 |
| VALOR OFERTADO | | | | \$ 0.75 |

Guayaquil, Enero del 2019

MATERIA INTEGRADORA:

Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte

PROYECTO:

2/ 25

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 1.2 UNIDAD: Ha

DETALLE: LIMPIEZA Y DESBROCE INCLUYE DESALOJO

EQUIPOS

| DESCRIPCION | CANTIDAD A | TARIFA B | COSTO HORA C=A*B | RENDIMIENTO O R | COSTO D=C*R |
|-----------------------------|---------------|-------------|------------------------|-----------------------|----------------|
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 6.23 |
| Volqueta de 8m3 | 1.000 | 30.0000 | 30.0000 | 1.7800 | 53.40 |
| Cargadora Frontal 115 HP | 1.000 | 45.0000 | 45.0000 | 1.7800 | 80.10 |
| Motosierra | 1.000 | 10.0000 | 10.0000 | 1.7800 | 17.80 |
| Tractor D6 130 HP o similar | 1.000 | 45.0000 | 45.0000 | 1.7800 | 80.10 |
| SUBTOTAL M = | | | | | 237.63 |

MANO DE OBRA

| DESCRIPCION (CATEGORIAS) | CANTIDAD | JORNAL /HR B | COSTO HORA C=A*B | RENDIMIENTO O R | COSTO D=C*R |
|------------------------------|----------|--------------------|------------------------|-----------------------|----------------|
| Chofer (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 7.9700 | 41.52 |
| Op.Tractor (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 7.9700 | 41.52 |
| Op.Cargadora (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 7.9700 | 41.52 |
| SUBTOTAL N = | | | | | 124.57 |

MATERIALES

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD A | PRECIO UNIT. B | COSTO C=A*B |
|--------------|--------|---------------|----------------------|----------------|
| SUBTOTAL O = | | | | 0.0000 |

TRANSPORTE

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD A | TARIFA B | COSTO C=A*B |
|--------------|--------|---------------|-------------|----------------|
| SUBTOTAL P = | | | | 0.0000 |

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) 362.20

INDIRECTOS 20.00% 72.44

COSTO TOTAL DEL RUBRO 434.64

VALOR OFERTADO \$ 434.64

Guayaquil, Enero del 2019

| | | | | | | |
|--------------------------------------|---|---|---------------------|--------------------|--------------|--------------|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | | |
| | | | | | 3/ | 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | | |
| RUBRO: | 1.3 | UNIDAD: | M2 | | | |
| DETALLE: | CASETA DE OFICINA | | | | | |
| EQUIPOS | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 0.72 | |
| SUBTOTAL M = | | | | | 0.72 | |
| MANO DE OBRA | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| (CATEGORIAS) | | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Peón (Est. Ocup. E2) | 4.000 | 3.5100 | 14.0400 | 0.4000 | 5.62 | |
| Maestro mayor (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.4000 | 2.08 | |
| Albañil (Est. Ocup. D2) | 2.000 | 4.3700 | 8.7400 | 0.4000 | 3.50 | |
| Carpintero (Est. Ocup. D2) | 2.000 | 3.9600 | 7.9200 | 0.4000 | 3.17 | |
| SUBTOTAL N = | | | | | 14.3640 | |
| MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO | | |
| | | A | B | C=A*B | | |
| Tablas de Encofrado semidura | u | 0.800 | 3.5000 | 2.80 | | |
| Tira de encofrado semiduras | u | 0.800 | 1.7500 | 1.40 | | |
| Plywood corriente 4x8x12 C | u | 0.800 | 14.0000 | 11.20 | | |
| Clavo 2" | Lb | 0.250 | 1.1300 | 0.28 | | |
| Plancha de zinc de 8' | u | 0.850 | 4.0000 | 3.40 | | |
| Cuarton semiduras | u | 0.800 | 2.9500 | 2.36 | | |
| SUBTOTAL O = | | | | 21.44 | | |
| TRANSPORTE | | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | | |
| | | A | B | C=A*B | | |
| Transporte de madera | u/km | 4.000 | 0.400 | 1.60 | | |
| SUBTOTAL P = | | | | 1.60 | | |
| | | TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | | 38.12 | |
| | | INDIRECTOS | | | 20.00% | 7.62 |
| | | COSTO TOTAL DEL RUBRO | | | 45.75 | |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | VALOR OFERTADO | | | \$ | 45.75 |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|---|----------------|----------------------------------|--------------|--------------|-------------|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | | |
| | | | | | 4/ | 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | | |
| RUBRO: | 2.1 | UNIDAD: | M3 | | | |
| DETALLE: | EXCAVACIÓN A MAQUINA HASTA 1.5 M DE PROFUNDIDAD | | | | | |
| EQUIPOS | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 0.04 | |
| Retroexcavadora | 1.000 | 35.0000 | 35.0000 | 0.0571 | 2.00 | |
| | | | | | | |
| SUBTOTAL M = | | | | | 2.04 | |
| MANO DE OBRA | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| (CATEGORIAS) | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Peón (Est. Ocup. E2) | 1.000 | 3.5100 | 3.5100 | 0.0571 | 0.20 | |
| Op.Retro (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.0571 | 0.30 | |
| Mecánico (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.0571 | 0.30 | |
| | | | | | | |
| SUBTOTAL N = | | | | | 0.80 | |
| MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| | | | | | | |
| SUBTOTAL O = | | | | | 0.0000 | |
| TRANSPORTE | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| | | | | | | |
| SUBTOTAL P = | | | | | 0.0000 | |
| | | | TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | 2.84 | |
| | | | INDIRECTOS | | 20.00% | 0.57 |
| | | | COSTO TOTAL DEL RUBRO | | 3.40 | |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | | VALOR OFERTADO | | \$ | 3.40 |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|---|----------------|----------------------------------|--------------|--------------|----------------|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | | |
| | | | | | 5/ | 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | | |
| RUBRO: | 2.2 | UNIDAD: | M3 | | | |
| DETALLE: | EXCAVACIÓN A MAQUINA DE 1.5 A 3.5 M DE PROFUNDIDAD | | | | | |
| EQUIPOS | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 0.05 | |
| Retroexcavadora | 1.000 | 35.0000 | 35.0000 | 0.0667 | 2.33 | |
| SUBTOTAL M = | | | | | 2.38 | |
| MANO DE OBRA | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| (CATEGORIAS) | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Peón (Est. Ocup. E2) | 1.000 | 3.5100 | 3.5100 | 0.0667 | 0.23 | |
| Op.Retro (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.0667 | 0.35 | |
| Mecánico (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.0667 | 0.35 | |
| SUBTOTAL N = | | | | | 0.93 | |
| MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| SUBTOTAL O = | | | | | 0.0000 | |
| TRANSPORTE | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| SUBTOTAL P = | | | | | 0.0000 | |
| | | | TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | | 3.31 |
| | | | INDIRECTOS | | | 20.00% |
| | | | OTROS INDIRECTOS % | | | 0.66 |
| | | | COSTO TOTAL DEL RUBRO | | | 3.97 |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | | VALOR OFERTADO | | | \$ 3.97 |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|---|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | | |
| | | | | | 6/ | 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | | |
| RUBRO: | 2.3 | UNIDAD: | M3 | | | |
| DETALLE: | EXCAVACIÓN A MAQUINA EN SUELO DURO MAYOR A 1.5 M DE PROFUNDIDAD | | | | | |
| EQUIPOS | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 0.06 | |
| Retroexcavadora | 1.000 | 35.0000 | 35.0000 | 0.0889 | 3.11 | |
| | | | | | | |
| SUBTOTAL M = | | | | | 3.17 | |
| MANO DE OBRA | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| (CATEGORIAS) | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Peón (Est. Ocup. E2) | 1.000 | 3.5100 | 3.5100 | 0.0889 | 0.31 | |
| Op.Retro (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.0889 | 0.46 | |
| Mecánico (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.0889 | 0.46 | |
| | | | | | | |
| SUBTOTAL N = | | | | | 1.24 | |
| MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| | | | | | | |
| SUBTOTAL O = | | | | | 0.0000 | |
| TRANSPORTE | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| | | | | | | |
| SUBTOTAL P = | | | | | 0.0000 | |
| | | TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | | 4.41 | |
| | | INDIRECTOS | | | 20.00% | 0.88 |
| | | COSTO TOTAL DEL RUBRO | | | 5.29 | |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | VALOR OFERTADO | | | \$ | 5.29 |

| | | | | | |
|--------------------------------------|---|------------------------------------|--------------|--------------|-----------------|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | |
| | | | | 7/ | 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | |
| RUBRO: | 3.4 | UNIDAD: | M2 | | |
| DETALLE: | REPLANTILLO DE HORMIGON SIMPLE F'C=140Kg/cm2 P=(120-140)m2 | | | | |
| EQUIPOS | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 0.10 |
| Concretera de 1 Saco | 1.000 | 3.1300 | 3.1300 | 0.0670 | 0.21 |
| SUBTOTAL M = | | | | | 0.31 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| (CATEGORIAS) | A | B | C=A*B | R | D=C*R |
| Peón (Est. Ocup. E2) | 5.000 | 3.5100 | 17.5500 | 0.0670 | 1.18 |
| Maestro mayor (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.0670 | 0.35 |
| Albañil (Est. Ocup. D2) | 1.000 | 4.3700 | 4.3700 | 0.0670 | 0.29 |
| Carpintero (Est. Ocup. D2) | 1.000 | 3.9600 | 3.9600 | 0.0670 | 0.27 |
| SUBTOTAL N = | | | | | 2.08 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO | |
| | | A | B | C=A*B | |
| Cemento tipo I(50 Kg) | kg | 15.750 | 0.1500 | 2.36 | |
| Piedra 3/4" | m3 | 0.047 | 13.0000 | 0.61 | |
| Arena | m3 | 0.032 | 10.0000 | 0.32 | |
| Agua | m3 | 0.008 | 1.5000 | 0.01 | |
| Clavo 2" | Lb | 0.022 | 1.1300 | 0.02 | |
| Tira de encofrado semiduras | u | 1.025 | 1.7500 | 1.79 | |
| SUBTOTAL O = | | | | 5.12 | |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | |
| | | A | B | C=A*B | |
| Transporte de cemento | kg/km | 15.750 | 0.024 | 0.38 | |
| Transporte de material petreo (4km) | m3-km | 0.316 | 0.500 | 0.16 | |
| Transporte de madera | u/km | 1.025 | 0.400 | 0.41 | |
| SUBTOTAL P = | | | | 0.95 | |
| | | TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | | 8.47 |
| | | INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00% | | | 1.69 |
| | | COSTO TOTAL DEL RUBRO | | | 10.16 |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | VALOR OFERTADO | | | \$ 10.16 |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|---|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | | |
| | | | | | 8/ | 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | | |
| RUBRO: | 2.4 | UNIDAD: | M3 | | | |
| DETALLE: | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL FINO IMPORTADO INCLUYE TRANSPORTE | | | | | |
| EQUIPOS | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 0.33 | |
| Compactador manual | 1.000 | 2.000 | 2.000 | 0.5333 | 1.07 | |
| SUBTOTAL M = | | | | | 1.39 | |
| MANO DE OBRA | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| (CATEGORIAS) | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Peón (Est. Ocup. E2) | 2.000 | 3.510 | 7.020 | 0.5333 | 3.74 | |
| Maestro mayor (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.210 | 5.210 | 0.5333 | 2.78 | |
| SUBTOTAL N = | | | | | 6.52 | |
| MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| Cascajo mediano y fino | | m3 | 1.300 | 3.1000 | 4.03 | |
| Agua | | m3 | 0.150 | 1.500 | 0.23 | |
| SUBTOTAL O = | | | | | 4.26 | |
| TRANSPORTE | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| Transporte de material petreo (4km) | | m3-km | 5.200 | 0.500 | 2.60 | |
| SUBTOTAL P = | | | | | 2.60 | |
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | | | | 14.77 | |
| INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00% | | | | | 2.95 | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO | | | | | 17.73 | |
| VALOR OFERTADO | | | | | \$ | 17.73 |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | | | | | |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|---|-------------------|------------------------------------|---------------------|--------------|-------------|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | | |
| | | | | | 9/ | 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | | |
| RUBRO: | 2.5 | UNIDAD: | M3 | | | |
| DETALLE: | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO CON COMPACTADOR MANUAL | | | | | |
| EQUIPOS | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 0.15 | |
| Compactador manual | 1.000 | 2.0000 | 2.0000 | 0.0370 | 0.07 | |
| | 1.000 | | | | | |
| SUBTOTAL M = | | | | | 0.23 | |
| MANO DE OBRA | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| (CATEGORIAS) | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Peón (Est. Ocup. E2) | 22.000 | 3.5100 | 77.2200 | 0.0370 | 2.86 | |
| Maestro mayor (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.0370 | 0.19 | |
| | | | | | | |
| SUBTOTAL N = | | | | | 3.05 | |
| MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| | | | | | | |
| SUBTOTAL O = | | | | | 0.0000 | |
| TRANSPORTE | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| | | | | | | |
| SUBTOTAL P = | | | | | 0.0000 | |
| | | | TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | 3.28 | |
| | | | INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00% | | 0.66 | |
| | | | COSTO TOTAL DEL RUBRO | | 3.93 | |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | | VALOR OFERTADO | | \$ | 3.93 |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|---|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | | |
| | | | | | 10/ | 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | | |
| RUBRO: | 2.6 | UNIDAD: | M3 | | | |
| DETALLE: | DESALOJO DE MATERIAL SITIO NO APTO PARA COMPACTACIÓN | | | | | |
| EQUIPOS | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 0.01 | |
| Volqueta de 8m3 | 2.000 | 30.0000 | 60.0000 | 0.0440 | 2.64 | |
| | | | | | | |
| SUBTOTAL M = | | | | | 2.65 | |
| MANO DE OBRA | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| (CATEGORIAS) | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Chofer (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.0440 | 0.23 | |
| | | | | | | |
| SUBTOTAL N = | | | | | 0.23 | |
| MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| | | | | | | |
| SUBTOTAL O = | | | | | 0.0000 | |
| TRANSPORTE | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| Transporte Material desalojo | | km | 5.000 | 2.000 | 10.00 | |
| | | | | | | |
| SUBTOTAL P = | | | | | 10.00 | |
| | | TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | | 12.88 | |
| | | INDIRECTOS | | | 20.00% | 2.58 |
| | | COSTO TOTAL DEL RUBRO | | | 15.46 | |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | VALOR OFERTADO | | | \$ | 15.46 |

| | | | | | | |
|--|---|------------|--------------|-----------------|--------------|--------|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | | |
| | | | | | | 11/ 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | | |
| RUBRO: | 3.1 | UNIDAD: | M2 | | | |
| DETALLE: | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC D=200MM | | | | | |
| EQUIPOS | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 0.05 | |
| Equipo topografico | 1.000 | 2.5000 | 2.5000 | 0.0444 | 0.11 | |
| SUBTOTAL M = | | | | | 0.16 | |
| MANO DE OBRA | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| (CATEGORIAS) | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Peón (Est. Ocup. E2) | 1.000 | 3.5100 | 3.5100 | 0.0444 | 0.16 | |
| Plomero (Est. Ocup. D2) | 1.000 | 3.9600 | 3.9600 | 0.0444 | 0.18 | |
| Maestro mayor (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.0444 | 0.23 | |
| Topógrafo (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.0444 | 0.23 | |
| Cadenero (Est. Ocup. D2) | 1.000 | 3.5600 | 3.5600 | 0.0444 | 0.16 | |
| SUBTOTAL N = | | | | | 0.95 | |
| MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO | | |
| | | A | B | C=A*B | | |
| Tuberia de PVC 200mm union Z | u | 0.167 | 60.0000 | 10.00 | | |
| Tee PVC reductora de 200mm a 160mm (E/C) | u. | 0.167 | 97.5700 | 16.26 | | |
| Polipega | gl | 0.079 | 38.0000 | 3.00 | | |
| SUBTOTAL O = | | | | 29.26 | | |
| TRANSPORTE | | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | | |
| | | A | B | C=A*B | | |
| Transporte de tubería Pvc | ml/km | 3.000 | 0.058 | 0.18 | | |
| SUBTOTAL P = | | | | 0.18 | | |
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | | | 30.55 | | |
| INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00% | | | | 6.11 | | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO | | | | 36.66 | | |
| VALOR OFERTADO | | | | \$ 36.66 | | |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|---|------------|----------------------------------|--------------|--------------|---------------|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | | |
| | | | | | 12/ | 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | | |
| RUBRO: | 3.2 | UNIDAD: | U | | | |
| DETALLE: | CAJA DE REGISTRO DE HORMIGON SIMPLE F'C=210 Kg/cm2 CON TAPA | | | | | |
| EQUIPOS | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 1.10 | |
| Concreteira de 1 Saco | 1.000 | 3.130 | 3.130 | 1.33000 | 4.16 | |
| SUBTOTAL M = | | | | | 5.27 | |
| MANO DE OBRA | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| (CATEGORIAS) | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Peón (Est. Ocup. E2) | 2.000 | 3.510 | 7.020 | 1.33000 | 9.34 | |
| Albañil (Est. Ocup. D2) | 1.000 | 4.370 | 4.370 | 1.33000 | 5.81 | |
| Maestro mayor (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.210 | 5.210 | 1.33000 | 6.93 | |
| SUBTOTAL N = | | | | | 22.08 | |
| MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| Cemento tipo I(50 Kg) | | kg | 430.500 | 0.150 | 64.58 | |
| Arena | | m3 | 0.720 | 10.000 | 7.20 | |
| Agua | | m3 | 0.173 | 1.500 | 0.26 | |
| Piedra 3/4" | | m3 | 1.035 | 13.000 | 13.46 | |
| Tablas de Encofrado semidura | | u | 3.000 | 3.500 | 10.50 | |
| Cuarton semiduras | | u | 1.000 | 2.950 | 2.95 | |
| Clavo 2" | | Lb | 0.040 | 1.130 | 0.05 | |
| Marco y tapa de fundición, 60x60 cm, para caja de registro, carga de rotura 125 kN. | | u | 1.000 | 95.401 | 95.40 | |
| SUBTOTAL O = | | | | | 194.39 | |
| TRANSPORTE | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| Transporte de madera | | u/km | 3.000 | 0.400 | 1.20 | |
| Transporte de material petreo (4km) | | m3-km | 2.880 | 0.500 | 1.44 | |
| Transporte de cemento | | kg/km | 3.000 | 0.024 | 0.07 | |
| SUBTOTAL P = | | | | | 2.71 | |
| | | | TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | | 224.44 |
| | | | INDIRECTOS | | | 20.00% |
| | | | COSTO TOTAL DEL RUBRO | | | 269.33 |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | | VALOR OFERTADO | | \$ | 269.33 |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|---|-------------------|---------------------|--------------------|-----------------|----|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | | |
| | | | | | 13/ | 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | | |
| RUBRO: | 3.3 | UNIDAD: | ML | | | |
| DETALLE: | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC D=250MM | | | | | |
| EQUIPOS | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 0.05 | |
| Equipo topografico | 1.000 | 2.500 | 2.500 | 0.05714 | 0.14 | |
| SUBTOTAL M = | | | | | 0.19 | |
| MANO DE OBRA | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| (CATEGORIAS) | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Peón (Est. Ocup. E2) | 1.000 | 3.5100 | 3.5100 | 0.0571 | 0.20 | |
| Plomero (Est. Ocup. D2) | 1.000 | 3.9600 | 3.9600 | 0.0571 | 0.23 | |
| Maestro mayor (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.0571 | 0.30 | |
| Topógrafo (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.0571 | 0.30 | |
| SUBTOTAL N = | | | | | 1.02 | |
| MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO | | |
| | | A | B | C=A*B | | |
| Tub. PVC unión Z d=250mm,0.8 MPA | u | 0.175 | 195.2100 | 34.16 | | |
| Polipega | gl | 0.079 | 38.0000 | 3.00 | | |
| SUBTOTAL O = | | | | 37.16 | | |
| TRANSPORTE | | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | | |
| | | A | B | C=A*B | | |
| Transporte de tubería Pvc | ml/km | 4.000 | 0.058 | 0.23 | | |
| SUBTOTAL P = | | | | 0.233 | | |
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | | | | 38.61 | |
| INDIRECTOS | | | | | 20.00% | |
| | | | | | 7.72 | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO | | | | | 46.34 | |
| VALOR OFERTADO | | | | | \$ 46.34 | |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | | | | | |

| | | | | | |
|--|--|----------------------------------|--------------|--------------|------------------|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | |
| | | | | 14/ | 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | |
| RUBRO: | 3.5 | UNIDAD: | U | | |
| DETALLE: | CÁMARA DE INSPECCIÓN DE HORMIGON ARMADO F' C=280KG/CM2 DE 70 CM DE DIAMETRO DE 1.4 M A 2.5M DE ALTURA UTIL | | | | |
| EQUIPOS | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 4.90 |
| Equipo topografico | 1.000 | 2.500 | 2.500 | 4.0000 | 10.00 |
| Concretera de 1 Saco | 1.000 | 3.1300 | 3.1300 | 4.0000 | 12.52 |
| SUBTOTAL M = | | | | | 27.42 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| (CATEGORIAS) | A | B | C=A*B | R | D=C*R |
| Peón (Est. Ocup. E2) | 3.000 | 3.5100 | 10.5300 | 4.0000 | 42.12 |
| Albañil (Est. Ocup. D2) | 2.000 | 4.3700 | 8.7400 | 4.0000 | 34.96 |
| Maestro mayor (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 4.0000 | 20.84 |
| SUBTOTAL N = | | | | | 97.92 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO |
| | | | A | B | C=A*B |
| Cemento tipo I(50 Kg) | | kg | 525.000 | 0.1500 | 78.75 |
| Arena | | m3 | 0.840 | 10.0000 | 8.40 |
| Agua | | m3 | 0.210 | 1.5000 | 0.32 |
| Piedra 3/4" | | m3 | 0.945 | 13.0000 | 12.29 |
| Malla electros. D=8mm. (15x15) | | m2 | 3.000 | 7.0100 | 21.03 |
| Encofrado para formación de cuerpo de camara de sección circular, D=70, de lámina metálica reutilizable, incluye accesorios de montaje. | | u | 0.150 | 850.250 | 127.54 |
| Encofrado para formación de cono asimétrico de camara de sección circular, de lámina metálica reutilizable, incluye accesorios de montaje. | | u | 0.150 | 503.400 | 75.51 |
| Tapa circular con bloqueo mediante tres pestañas y marco de fundición dúctil de 850 mm de diámetro exterior y 100 mm de altura, paso | | u | 1.000 | 200.000 | 200.00 |
| SUBTOTAL O = | | | | | 523.83 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C=A*B |
| Transporte de cemento | | kg/km | 4.000 | 0.024 | 0.10 |
| Transporte de material petreo (4km) | | m3-km | 7.140 | 0.500 | 3.57 |
| Transporte de acero | | kg/km | 4.000 | 0.013 | 0.05 |
| SUBTOTAL P = | | | | | 3.72 |
| | | TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | | 652.88 |
| | | INDIRECTOS | | | 20.00% |
| | | | | | 130.58 |
| | | COSTO TOTAL DEL RUBRO | | | 783.4578 |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | VALOR OFERTADO | | | \$ 783.46 |

| | | | | | | |
|--|--|----------------|----------------------------------|--------------|--------------|--------------------|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | | |
| | | | | | 15/ | 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | | |
| RUBRO: | 3.6 | UNIDAD: | U | | | |
| DETALLE: | CÁMARA DE INSPECCIÓN DE HORMIGON ARMADO F' C=280KG/CM2 DE 70 CM DE DIAMETRO DE 2.5 M A 3.9M DE ALTURA UTIL | | | | | |
| EQUIPOS | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 9.79 | |
| Concreteira de 1 Saco | 1.000 | 3.1300 | 3.1300 | 8.0000 | 25.04 | |
| Equipo topografico | 1.000 | 2.5000 | 2.5000 | 8.0000 | 20.00 | |
| SUBTOTAL M = | | | | | 54.83 | |
| MANO DE OBRA | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| (CATEGORIAS) | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Peón (Est. Ocup. E2) | 3.000 | 3.5100 | 10.5300 | 8.0000 | 84.24 | |
| Albañil (Est. Ocup. D2) | 2.000 | 4.3700 | 8.7400 | 8.0000 | 69.92 | |
| Maestro mayor (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 8.0000 | 41.68 | |
| SUBTOTAL N = | | | | | 195.84 | |
| MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| Cemento tipo I(50 Kg) | | kg | 525.000 | 0.1500 | 78.75 | |
| Arena | | m3 | 0.840 | 10.0000 | 8.40 | |
| Agua | | m3 | 0.210 | 1.5000 | 0.32 | |
| Piedra 3/4" | | m3 | 0.945 | 13.0000 | 12.29 | |
| Malla electros. D=8mm. (15x15) | | m2 | 1.400 | 7.0100 | 9.81 | |
| Encofrado para formación de cuerpo de camara de sección circular, D=70, de lámina metálica reutilizable, incluye accesorios de montaje. | | u | 0.150 | 940.300 | 141.05 | |
| Encofrado para formación de cono asimétrico de camara de sección circular, de lámina metálica reutilizable, incluye accesorios de montaje. Tapa circular con bloqueo mediante tres pestañas y marco de fundición dúctil de 850 mm de diámetro exterior y 100 mm de altura, paso libre de 600 mm, para pozo, carga de rotura 400 kN | | u | 1.000 | 350.000 | 350.00 | |
| SUBTOTAL O = | | | | | 695.13 | |
| TRANSPORTE | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| Transporte de material petreo (4km) | | m3-km | 7.140 | 0.500 | 3.57 | |
| Transporte de cemento | | kg/km | 525.000 | 0.024 | 12.60 | |
| Transporte de acero | | kg/km | 4.000 | 0.013 | 0.05 | |
| SUBTOTAL P = | | | | | 16.22 | |
| | | | TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | | 962.02 |
| | | | INDIRECTOS | | | 20.00% |
| | | | | | | 192.40 |
| | | | COSTO TOTAL DEL RUBRO | | | 1,154.43 |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | | VALOR OFERTADO | | | \$ 1,154.43 |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|---|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | | |
| | | | | | | 16/ 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | | |
| RUBRO: | 3.7 | UNIDAD: | M3 | | | |
| DETALLE: | REPLANTILLO DE ARENA COMPACTADA E=10CM | | | | | |
| EQUIPOS | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 0.35 | |
| Compactador manual | 1.000 | 2.0000 | 2.0000 | 0.3333 | 0.67 | |
| Equipo topografico | 1.000 | 2.5000 | 2.5000 | 0.3333 | 0.83 | |
| SUBTOTAL M = | | | | | 1.85 | |
| MANO DE OBRA | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| (CATEGORIAS) | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Peón (Est. Ocup. E2) | 2.000 | 3.5100 | 7.0200 | 0.3333 | 2.34 | |
| Maestro mayor (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.3333 | 1.74 | |
| Topógrafo (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.3333 | 1.74 | |
| Cadenero (Est. Ocup. D2) | 1.000 | 3.5600 | 3.5600 | 0.3333 | 1.19 | |
| SUBTOTAL N = | | | | | 7.00 | |
| MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| Arena | | m3 | 1.000 | 10.0000 | 10.00 | |
| Agua | | m3 | 0.200 | 1.5000 | 0.30 | |
| SUBTOTAL O = | | | | | 10.30 | |
| TRANSPORTE | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| Transporte de material petreo (4km) | | m3-km | 4.000 | 0.500 | 2.00 | |
| SUBTOTAL P = | | | | | 2.00 | |
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | | | | 21.15 | |
| INDIRECTOS | | | | | 20.00% | 4.23 |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO | | | | | 25.38 | |
| VALOR OFERTADO | | | | | \$ | 25.38 |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | | | | | |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|---|------------|------------------------------------|--------------|--------------|---------------|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | | |
| | | | | | 17/ | 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | | |
| RUBRO: | 3.8 | UNIDAD: | U | | | |
| DETALLE: | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 45 D=200MM | | | | | |
| EQUIPOS | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 0.63 | |
| SUBTOTAL M = | | | | | 0.63 | |
| MANO DE OBRA | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| (CATEGORIAS) | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Peón (Est. Ocup. E2) | 1.000 | 3.5100 | 3.5100 | 1.6000 | 5.62 | |
| Albañil (Est. Ocup. D2) | 1.000 | 4.3700 | 4.3700 | 1.6000 | 6.99 | |
| SUBTOTAL N = | | | | | 12.61 | |
| MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| Codo PVC de 45"x200mm (unión Z) | | u. | 1.000 | 119.4700 | 119.47 | |
| SUBTOTAL O = | | | | | 119.47 | |
| TRANSPORTE | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| Transporte de accesorios de PVC | | u/km | 3.000 | 0.200 | 0.60 | |
| SUBTOTAL P = | | | | | 0.60 | |
| | | | TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | | 133.31 |
| | | | INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00% | | | 26.66 |
| | | | COSTO TOTAL DEL RUBRO | | | 159.97 |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | | VALOR OFERTADO | | \$ | 159.97 |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|---|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | | |
| | | | | | | 18/ 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | | |
| RUBRO: | 4.1 | UNIDAD: | ML | | | |
| DETALLE: | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA PVC D=315 MM | | | | | |
| EQUIPOS | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 0.09 | |
| Equipo topografico | 1.000 | 2.5000 | 2.5000 | 0.0800 | 0.20 | |
| SUBTOTAL M = | | | | | 0.29 | |
| MANO DE OBRA | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| (CATEGORIAS) | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Peón (Est. Ocup. E2) | 1.000 | 3.5100 | 3.5100 | 0.0800 | 0.28 | |
| Plomero (Est. Ocup. D2) | 1.000 | 3.9600 | 3.9600 | 0.0800 | 0.32 | |
| Maestro mayor (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.0800 | 0.42 | |
| Topógrafo (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.0800 | 0.42 | |
| Cadenero (Est. Ocup. D2) | 1.000 | 3.5600 | 3.5600 | 0.0800 | 0.28 | |
| SUBTOTAL N = | | | | | 1.72 | |
| MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO | | |
| | | A | B | C=A*B | | |
| Tub. PVC unión Z d=315mm, 0.8 MPA | u | 0.167 | 260.2300 | 43.37 | | |
| Polipega | gl | 0.079 | 38.0000 | 3.00 | | |
| SUBTOTAL O = | | | | 46.37 | | |
| TRANSPORTE | | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | | |
| | | A | B | C=A*B | | |
| Transporte de tubería Pvc | ml/km | 4.000 | 0.058 | 0.23 | | |
| SUBTOTAL P = | | | | 0.23 | | |
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | | | | 48.61 | |
| INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00% | | | | | 9.72 | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO | | | | | 58.33 | |
| VALOR OFERTADO | | | | | \$ | 58.33 |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | | | | | |

| | | | | | |
|---|--|------------|--------------|--------------|--------------|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | |
| | | | | | 19/ 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | |
| RUBRO: | 4.2 | UNIDAD: | ML | | |
| DETALLE: | CANALES DE DRENAJE DE HORMIGON SIMPLE F'C=140 KG/CM2 PARA PEATONALES INCLUYE REJILLA DE PROTECCIÓN | | | | |
| EQUIPOS | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 0.05 |
| SUBTOTAL M = | | | | | 0.05 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| (CATEGORIAS) | A | B | C=A*B | R | D=C*R |
| Peón (Est. Ocup. E2) | 1.000 | 3.5100 | 3.5100 | 0.0800 | 0.28 |
| Albañil (Est. Ocup. D2) | 1.000 | 4.3700 | 4.3700 | 0.0800 | 0.35 |
| Maestro mayor (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.0800 | 0.42 |
| SUBTOTAL N = | | | | | 1.05 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO | |
| | | A | B | C=A*B | |
| Cemento tipo I(50 Kg) | kg | 27.600 | 0.1500 | 4.14 | |
| Arena | m3 | 0.041 | 10.0000 | 0.41 | |
| Agua | m3 | 0.014 | 1.5000 | 0.02 | |
| Piedra 3/4" | m3 | 0.048 | 13.000 | 0.63 | |
| Marco y rejilla de fundición dúctil, carga de rotura 250 kN, de 50x 65 cm, para canal | u | 1.000 | 42.500 | 42.50 | |
| SUBTOTAL O = | | | | | 47.70 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | |
| | | A | B | C=A*B | |
| Transporte de material petreo (4km) | m3-km | 0.359 | 0.500 | 0.18 | |
| Transporte de cemento | kg/km | 27.600 | 0.024 | 0.66 | |
| SUBTOTAL P = | | | | | 0.84 |
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | | | | 49.64 |
| INDIRECTOS | | | | 20.00% | 9.93 |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO | | | | | 59.57 |
| VALOR OFERTADO | | | | \$ | 59.57 |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | | | | |

| | | | | | | |
|--|--|------------|------------------------------------|--------------|--------------|---------------|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | | |
| | | | | | 20/ | 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | | |
| RUBRO: | 4.3 | UNIDAD: | | | | |
| DETALLE: | SUMIDERO CON REJILLA PREFABRICADA DE HORMIGON SIMPLE F'C=210 KG/CM ² DE 80X30X120 CM | | | | | |
| EQUIPOS | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 1.01 | |
| SUBTOTAL M = | | | | | 1.01 | |
| MANO DE OBRA | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| (CATEGORIAS) | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Peón (Est. Ocup. E2) | 1.000 | 3.5100 | 3.5100 | 1.6000 | 5.62 | |
| Plomero (Est. Ocup. D2) | 1.000 | 3.9600 | 3.9600 | 1.6000 | 6.34 | |
| Maestro mayor (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 1.6000 | 8.34 | |
| SUBTOTAL N = | | | | | 20.29 | |
| MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| Tragante con fondo y salida frontal, prefabricada de concreto fc=210kg/cm ² , de 80x30x120 cm de medidas interiores, para sistema pluvial | | u | 1.000 | 51.79 | 51.79 | |
| Marco y rejilla de fundición dúctil, carga de rotura 250 kN, de 80x30 cm, para tragante | | u | 1.000 | 60.36 | 60.36 | |
| SUBTOTAL O = | | | | | 112.15 | |
| TRANSPORTE | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| Transporte de Piezas prefabricadas | | u/km | 4.000 | 0.500 | 2.00 | |
| SUBTOTAL P = | | | | | 2.00 | |
| | | | TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | 135.45 | |
| | | | INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00% | | 27.09 | |
| | | | COSTO TOTAL DEL RUBRO | | 162.54 | |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | | VALOR OFERTADO | | \$ | 162.54 |

| | | | | | |
|--------------------------------------|---|----------------------------------|--------------|--------------|------------------|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | |
| | | | | 21/ | 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | |
| RUBRO: | 4.4 | UNIDAD: | UNIDAD | | |
| DETALLE: | CABEZAL DE DESCARGA DE AGUAS LLUVIAS DE HORMIGON ARMADO $f_c=210\text{kg/cm}^2$ | | | | |
| EQUIPOS | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 3.46 |
| Vibrador de Manguera | 1.000 | 2.000 | 2.000 | 4.00000 | 8.00 |
| Concreteira de 1 Saco | 1.000 | 3.130 | 3.130 | 4.00000 | 12.52 |
| | | | | | |
| SUBTOTAL M = | | | | | 23.98 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| (CATEGORIAS) | A | B | C=A*B | R | D=C*R |
| Peón (Est. Ocup. E2) | 1.000 | 3.5100 | 3.5100 | 4.0000 | 14.04 |
| Albañil (Est. Ocup. D2) | 1.000 | 4.3700 | 4.3700 | 4.0000 | 17.48 |
| Fierrero (Est. Ocup. D2) | 1.000 | 4.2100 | 4.2100 | 4.0000 | 16.84 |
| Maestro mayor (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 4.0000 | 20.84 |
| | | | | | |
| SUBTOTAL N = | | | | | 69.20 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO | |
| | | A | B | C=A*B | |
| Malla electros. D=8mm. (15x15) | m2 | 2.500 | 7.0100 | 17.53 | |
| Cemento tipo I(50 Kg) | kg | 222.750 | 0.1500 | 33.41 | |
| Arena | m3 | 0.297 | 10.000 | 2.97 | |
| Agua | m3 | 0.0900 | 1.5000 | 0.14 | |
| Piedra 3/4" | m3 | 0.3460 | 13.0000 | 4.50 | |
| | | | | | |
| SUBTOTAL O = | | | | | 58.54 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | |
| | | A | B | C=A*B | |
| Transporte de material petreo (4km) | m3-km | 2.572 | 0.500 | 1.29 | |
| Transporte de acero | kg/km | 2.500 | 0.013 | 0.03 | |
| | | | | | |
| SUBTOTAL P = | | | | | 1.32 |
| | | TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | | 153.04 |
| | | INDIRECTOS | | | 20.00% |
| | | COSTO TOTAL DEL RUBRO | | | 183.65 |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | VALOR OFERTADO | | | \$ 183.65 |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|---|----------------|----------------------------------|--------------|--------------|-----------------|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | | |
| | | | | | 22/ | 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | | |
| RUBRO: | 5.1 | UNIDAD: | M2 | | | |
| DETALLE: | ACERA DE HORMIGÓN SIMPLE F'C=180 KG/CM2 (E=10CM) | | | | | |
| EQUIPOS | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 0.13 | |
| Concretera de 1 Saco | 1.000 | 3.130 | 3.130 | 0.16000 | 0.50 | |
| Vibrador de Manguera | 1.000 | 2.000 | 2.000 | 0.16000 | 0.32 | |
| | | | | | | |
| SUBTOTAL M = | | | | | 0.95 | |
| MANO DE OBRA | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| (CATEGORIAS) | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Peón (Est. Ocup. E2) | 2.000 | 3.5100 | 7.0200 | 0.1600 | 1.12 | |
| Albañil (Est. Ocup. D2) | 1.000 | 4.3700 | 4.3700 | 0.1600 | 0.70 | |
| Maestro mayor (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.1600 | 0.83 | |
| | | | | | | |
| SUBTOTAL N = | | | | | 2.66 | |
| MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| Cemento tipo I(50 Kg) | | kg | 40.000 | 0.1500 | 6.00 | |
| Arena | | m3 | 0.060 | 10.0000 | 0.60 | |
| Agua | | m3 | 0.020 | 1.5000 | 0.03 | |
| Piedra 3/4" | | m3 | 0.070 | 13.000 | 0.91 | |
| Tablas de Encofrado semidura | | u | 0.8000 | 3.5000 | 2.80 | |
| | | | | | | |
| SUBTOTAL O = | | | | | 10.34 | |
| TRANSPORTE | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| Transporte de material petreo (4km) | | m3-km | 0.520 | 0.500 | 0.26 | |
| Transporte de cemento | | kg/km | 40.000 | 0.024 | 0.96 | |
| | | | | | | |
| SUBTOTAL P = | | | | | 1.22 | |
| | | | TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | | 15.17 |
| | | | INDIRECTOS | | | 20.00% |
| | | | | | | 3.03 |
| | | | COSTO TOTAL DEL RUBRO | | | 18.20 |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | | VALOR OFERTADO | | | \$ 18.20 |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|---|------------|----------------------------------|--------------|--------------|-----------------|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | | |
| | | | | | 23/ | 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | | |
| RUBRO: | 5.2 | UNIDAD: | ML | | | |
| DETALLE: | BORDILLO CUNETETA DE HORMIGÓN SIMPLE F'C=180 KG/CM2 PARA CALLES VEHICULARES | | | | | |
| EQUIPOS | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 0.22 | |
| Concreteira de 1 Saco | 1.000 | 3.130 | 3.130 | 0.26667 | 0.83 | |
| Vibrador de Manguera | 1.000 | 2.000 | 2.000 | 0.26667 | 0.53 | |
| | | | | | | |
| SUBTOTAL M = | | | | | 1.59 | |
| MANO DE OBRA | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| (CATEGORIAS) | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Peón (Est. Ocup. E2) | 2.000 | 3.5100 | 7.0200 | 0.2667 | 1.87 | |
| Albañil (Est. Ocup. D2) | 1.000 | 4.3700 | 4.3700 | 0.2667 | 1.17 | |
| Maestro mayor (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.2667 | 1.39 | |
| | | | | | | |
| SUBTOTAL N = | | | | | 4.43 | |
| MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| Cemento tipo I(50 Kg) | | kg | 34.000 | 0.1500 | 5.10 | |
| Arena | | m3 | 0.051 | 10.0000 | 0.51 | |
| Agua | | m3 | 0.017 | 1.5000 | 0.03 | |
| Piedra 3/4" | | m3 | 0.060 | 13.000 | 0.77 | |
| Tablas de Encofrado semidura | | u | 1.000 | 3.5000 | 3.50 | |
| Cuarton semiduras | | u | 1.000 | 2.9500 | 2.95 | |
| Clavo 2" | | Lb | 0.050 | 1.1300 | 0.06 | |
| | | | | | | |
| SUBTOTAL O = | | | | | 12.92 | |
| TRANSPORTE | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| Transporte de material petreo (4km) | | m3-km | 0.442 | 0.500 | 0.22 | |
| Transporte de cemento | | kg/km | 34.000 | 0.024 | 0.82 | |
| Transporte de madera | | u/km | 2.000 | 0.400 | 0.80 | |
| SUBTOTAL P = | | | | | 1.84 | |
| | | | TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | | 20.77 |
| | | | INDIRECTOS | | | 20.00% |
| | | | | | | 4.15 |
| | | | COSTO TOTAL DEL RUBRO | | | 24.92 |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | | VALOR OFERTADO | | | \$ 24.92 |

| | | | | | |
|--------------------------------------|---|---|---------------------|--------------------|-----------------|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | |
| | | | | | 24/ 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | |
| RUBRO: | 5.3 | UNIDAD: | ML | | |
| DETALLE: | BORDILLO HORMIGÓN SIMPLE F'C=180 KG/CM2 PARA CALLES PEATONALES | | | | |
| EQUIPOS | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 0.17 |
| Concreteira de 1 Saco | 1.000 | 3.130 | 3.130 | 0.20000 | 0.63 |
| Vibrador de Manguera | 1.000 | 2.000 | 2.000 | 0.20000 | 0.40 |
| | | | | | |
| SUBTOTAL M = | | | | | 1.19 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| (CATEGORIAS) | A | B | C=A*B | R | D=C*R |
| Peón (Est. Ocup. E2) | 2.000 | 3.5100 | 7.0200 | 0.2000 | 1.40 |
| Albañil (Est. Ocup. D2) | 1.000 | 4.3700 | 4.3700 | 0.2000 | 0.87 |
| Maestro mayor (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.2000 | 1.04 |
| | | | | | |
| SUBTOTAL N = | | | | | 3.32 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO | |
| | | A | B | C=A*B | |
| Cemento tipo I(50 Kg) | kg | 19.200 | 0.1500 | 2.88 | |
| Arena | m3 | 0.029 | 10.0000 | 0.29 | |
| Agua | m3 | 0.010 | 1.5000 | 0.01 | |
| Piedra 3/4" | m3 | 0.034 | 13.0000 | 0.44 | |
| Tablas de Encofrado semidura | u | 1.000 | 3.5000 | 3.50 | |
| Cuarton semiduras | u | 1.000 | 2.9500 | 2.95 | |
| Clavo 2" | Lb | 0.050 | 1.1300 | 0.06 | |
| | | | | | |
| SUBTOTAL O = | | | | | 10.13 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | |
| | | A | B | C=A*B | |
| Transporte de material petreo (4km) | m3-km | 0.250 | 0.500 | 0.13 | |
| Transporte de cemento | kg/km | 19.200 | 0.024 | 0.46 | |
| Transporte de madera | u/km | 2.000 | 0.400 | 0.80 | |
| SUBTOTAL P = | | | | | 1.39 |
| | | TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | | 16.02 |
| | | INDIRECTOS | | | 20.00% |
| | | | | | 3.205 |
| | | COSTO TOTAL DEL RUBRO | | | 19.23 |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | VALOR OFERTADO | | | \$ 19.23 |

| | | | | | | |
|---|---|------------|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| MATERIA INTEGRADORA: | | | | | | |
| PROYECTO: | Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial Ciudadela Balcones del Norte | | | | | |
| | | | | | 25/ | 25 |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | | |
| RUBRO: | 5.4 | UNIDAD: | ML | | 10 A 15 ML | |
| DETALLE: | GUARAVIAS SIMPLE PARA AVENIDA CERCANA AL TALUD | | | | | |
| EQUIPOS | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Herramienta menor 5 % M/O | | | | | 0.4643 | |
| Carro Grua | 1.000 | 18.000 | 18.000 | 0.66667 | 12.0000 | |
| SUBTOTAL M = | | | | | 12.4643 | |
| MANO DE OBRA | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO | |
| (CATEGORIAS) | A | B | C=A*B | R | D=C*R | |
| Peón (Est. Ocup. E2) | 1.000 | 3.5100 | 3.5100 | 0.6667 | 2.3400 | |
| Maestro mayor (Est. Ocup. C1) | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.6667 | 3.4733 | |
| (EO D2) Tecnico Electromecánico de Construcción | 1.000 | 5.2100 | 5.2100 | 0.6667 | 3.4733 | |
| SUBTOTAL N = | | | | | 9.2866 | |
| MATERIALES | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| guardavia | | u | 1.050 | 38.5000 | 40.4250 | |
| SUBTOTAL O = | | | | | 40.425 | |
| TRANSPORTE | | | | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | |
| | | | A | B | C=A*B | |
| SUBTOTAL P = | | | | | 0.000 | |
| | | | TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) | | 62.176 | |
| | | | INDIRECTOS | | 20.00% | 12.435 |
| | | | OTROS INDIRECTOS | | % | |
| | | | COSTO TOTAL DEL RUBRO | | 74.611 | |
| Guayaquil, Enero del 2019 | | | VALOR OFERTADO | | \$ | 74.61 |

APÉNDICE D

Cronograma valorado de obra

APÉNDICE D

Justificativo de cantidades de obra

APÉNDICE D

Desglose de costos indirectos

APÉNDICE E

FICHA DE REGISTRO AMBIENTAL

APÉNDICE F: EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS



Visita al área de estudio para tomas de puntos y muestras de suelo



Pruebas de laboratorio