



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“APLICACIÓN DEL SOFTWARE EPA SWMM PARA EL
ANÁLISIS DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, CASO DE
ESTUDIO DE LA ZONA DE BULLCAY PERTENECIENTE
AL CANTÓN GUALACEO PROVINCIA DEL AZUAY”**

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

AUTORES: KEVIN DARIO BERMÚDEZ PACHECO

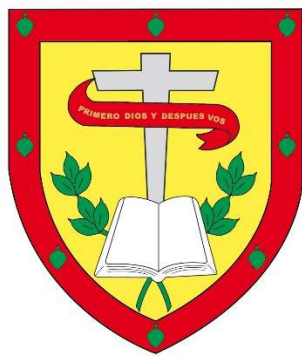
JEFERSSON RONNY CORAISACA PUGO

DIRECTOR: ING: SANTIAGO AURELIO OCHOA GARCÍA PhD

CUENCA - ECUADOR

2022

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“APLICACIÓN DEL SOFTWARE EPA SWMM PARA EL
ANÁLISIS DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, CASO DE
ESTUDIO DE LA ZONA DE BULLCAY PERTENECIENTE AL
CANTÓN GUALACEO PROVINCIA DEL AZUAY”**

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

AUTORES: KEVIN DARIO BERMÚDEZ PACHECO

JEFERSSON RONNY CORAISACA PUGO

DIRECTOR: ING. SANTIAGO AURELIO OCHOA GARCÍA PhD

CUENCA - ECUADOR

2022

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Nosotros, **Kevin Dario Bermúdez Pacheco** portador de la cédula de ciudadanía N.º **0105916639** y **Jefersson Ronny Coraisaca Pugo** portador de la cédula de ciudadanía N.º **0107013435**. Declaramos ser los autores de la obra: **“APLICACIÓN DEL SOFTWARE EPA SWMM PARA EL ANÁLISIS DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, CASO DE ESTUDIO DE LA ZONA DE BULLCAY PERTENECIENTE AL CANTÓN GUALACEO PROVINCIA DEL AZUAY”**, sobre la cual nos hacemos responsables de las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaramos que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaramos finalmente que nuestra obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también nos responsabilizamos y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **10 de agosto de 2022**



F:

Kevin Dario Bermúdez Pacheco

C.I. 0105916639



F:

Jefersson Ronny Coraisaca Pugo

C.I. 0107013435

CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor del trabajo de titulación denominado “APLICACIÓN DEL SOFTWARE EPA SWMM PARA EL ANÁLISIS DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, CASO DE ESTUDIO DE LA ZONA DE BULLCAY PERTENECIENTE AL CANTÓN GUALACEO PROVINCIA DEL AZUAY”, certifico que fue realizado por KEVIN DARIO BERMÚDEZ PACHECO y JEFERSSON RONNY CORAISACA PUGO, estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Cuenca, bajo supervisión del suscrito; trabajo que reúne los requisitos necesarios para su presentación y sustentación ante el tribunal que se disponga.

F:



ING. SANTIAGO AURELIO OCHOA GARCÍA PhD.

C.I. 010415814-2

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

DEDICATORIA

A Dios por guiarme en todos estos años en la universidad, a mis padres que gracias a su esfuerzo y sacrificio he podido llegar a ser la persona que soy y sin su apoyo nada de esto sería posible, además de haberme enseñado a siempre luchar por lo que me proponga e inculcarme que con perseverancia y esfuerzo todo se puede alcanzar. A mi hermana por siempre estar pendiente de mi crecimiento y brindarme su apoyo en todo momento y a mis profesores, que compartieron su conocimiento a lo largo de mi preparación.

Kevin Dario Bermúdez Pacheco

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, por su perseverancia, resiliencia y ganas de sobre salir en la vida, independientemente de los problemas han sido personas que siempre ven el vaso medio lleno, y eso me llena de orgullo, a mi madre por su gran corazón y a mi padre por su perseverancia. Estas dos personas han permitido que hoy esto este sucediendo. Por permitirme experimentar y estudiar una carrera universitaria, vehículo que servirá para iniciar una vida financiera con menos complicaciones. Finalmente, a mis hermanos que han sido partícipes de esto y han estado cuando los necesitaba.

Jefersson Ronny Coraisaca Pugo

RESUMEN

En la presente investigación se abordó la aplicación del Software EPA SWMM para sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, dicho proyecto contempla las redes de alcantarillado por separado, existen muchas comunidades en el Ecuador que no poseen este tipo de estructuras de saneamiento, por tal razón se vio la necesidad de realizar el estudio para la comunidad de Bullcay. El objetivo principal del proyecto es analizar la eficiencia del modelo EPA SWMM aplicado a los sistemas antes mencionados, la metodología empleada es de carácter de investigación aplicada, dicho proceso consiste en realizar el diseño por métodos convencionales, método racional y de las áreas para alcantarillado pluvial y sanitario respectivamente, posteriormente se modelara en EPA SWMM el diseño de las metodologías tradicionales con los parámetros del software y para realizar una comparativa de los resultados. De acuerdo con el análisis realizado, se concluye que el software es una herramienta versátil, sobre todo para la simulación de alcantarillados pluviales, el programa permite al diseñador considerar gran cantidad de variables, mismas que ayudan a caracterizar el área de estudio; lo cual, permite generar resultados con mayor exactitud. En cuanto al modelo sanitario, no existe gran diferencia con respecto al método de las áreas, debido a que el software simula los caudales calculados del diseño convencional, de tal manera que el modelamiento de los caudales de aguas negras no posee porcentaje de error considerable.

Palabras clave: alcantarillado, eficiencia, métodos convencionales, EPA SWMM, reboses de agua

ABSTRACT

In this research, the application of the EPA SWMM software for sanitary and storm sewer systems was approached. This project contemplates the sewerage networks separately, many communities in Ecuador do not have this type of sanitation structure, so it was necessary to carry out the study for the community of Bullcay. The project's main objective is to analyze the efficiency of the EPA SWMM model applied to the systems mentioned above. The methodology used is of an applied research nature. This process consists of performing the design by conventional methods, rational methods, and areas for storm and sanitary sewage, respectively. The design of traditional methodologies will be modeled in EPA SWMM with the software's parameters to compare the results. According to the analysis performed, it is concluded that the software is a versatile tool, especially for the simulation of storm sewers. The program allows the designer to consider many variables, which help to characterize the study area and generate results with greater accuracy. As for the sanitary model, there is no significant difference concerning the area method because the software simulates the flows calculated from the conventional design so that the modeling of the sewage flows does not have a considerable percentage of error.

Keywords: sewer, efficiency, conventional methods, EPA SWMM, sewer overflows.

Índice General

Introducción	1
1. Generalidades.....	3
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.1.1 Identificación del problema	3
1.2 Ámbito del proyecto.....	5
1.2.1 Marco geográfico	5
1.2.2 Marco económico.....	6
1.3 Antecedentes	7
1.4 Justificación.....	10
1.5 Objetivos de estudio	12
1.5.1 Objetivo general.....	12
1.5.2 Objetivos específicos	12
2. Marco Teórico.....	13
2.1 Definiciones.	13
2.2 Sistemas de drenaje	15
2.3 Criterios para el diseño del alcantarillado pluvial	33
2.3.1 Cuenca hidrográfica	34
2.3.2 Precipitación	34
2.3.3 Hietograma de diseño	35

2.3.4	Bases de diseño para alcantarillado pluvial	36
2.4	Criterios para el diseño de alcantarillado sanitario.	44
2.4.1	Bases de diseño para alcantarillado sanitario.....	44
2.5	Sumideros.....	52
2.5.1	Tipos de sumideros	53
2.5.2	Consideraciones generales para el diseño de sumideros.....	54
2.5.3	Ubicación y espaciamiento entre sumideros.....	55
2.5.4	Diseño del sumidero	60
2.6	Descripción del software EPA SWMM para diseño de Alcantarillado	62
2.6.1	Modelo conceptual utilizado por SWMM	63
2.6.2	Componentes Físicos requeridos por el software	64
2.6.3	Métodos Computacionales para cálculo de escorrentía	71
2.7	Estudios topográficos	78
2.7.1	Generalidades del estudio topográfico.....	79
2.8	Análisis del área para la planta de tratamiento de aguas residuales.....	79
2.8.1	Georreferenciación del área para el PTAR.	81
3.	Ingeniería del Proyecto del Alcantarillado Separado.....	82
3.1	Análisis del Ámbito del Proyecto.....	82
3.1.1	Problemática del estado situacional de Bullcay.....	82
3.1.2	Aspectos Relevantes	83

3.1.3	Base legal	83
3.1.4	Rol de las Instituciones	84
3.2	Estudios básicos de ingeniería.....	85
3.2.1	Generalidades.....	85
3.2.2	Resultados de Estudios topográficos	87
3.2.3	Resultados de los criterios para el diseño del alcantarillado pluvial	89
3.2.4	Diseño del alcantarillado pluvial por el método racional	92
3.2.5	Resultados de los criterios para el diseño del alcantarillado sanitario	92
3.2.6	Diseño del alcantarillado sanitario por el método de áreas.....	95
3.3	Modelamiento de alcantarillado separado con EPA SWMM	95
3.3.1	Criterios para el modelo de alcantarillado pluvial	96
3.3.2	Criterios para el modelo de alcantarillado sanitario	101
4.	Discusión y Análisis de Resultados del diseño con el método racional, método de áreas y EPA SWMM.....	103
4.1	Análisis de Resultados con EPA SWMM.....	103
4.2	Resultados del Modelamiento del Alcantarillado Pluvial	103
4.2.1	Calidad de la simulación.....	105
4.2.2	Escurrimiento superficial	105
4.2.3	Cálculo hidráulico.....	106
4.2.4	Resumen de escurrimiento en subcuencas (por áreas de aporte)	107

4.2.5	Resumen de aportes de nudos	108
4.2.6	Resumen de rebose de agua en nudos.....	109
4.2.7	Resumen de vertidos	111
4.2.8	Resumen de caudales en líneas	112
4.2.9	Perfiles de lámina de agua del proyecto.	116
4.3	Resultados del modelamiento del alcantarillado sanitario	118
4.3.1	Calidad de la simulación	119
4.3.2	Resumen de aportes en nudos	119
4.3.3	Resumen de vertidos	121
4.3.4	Resumen de caudales en líneas	122
4.3.5	Resumen de sobrecarga en conductos.....	125
4.3.6	Perfiles de lámina de agua	126
4.4	Discusión de resultados	131
4.4.1	Discusión de resultados del Alcantarillado pluvial mediante EPA SWMM y el método racional	131
4.4.2	Discusión de resultados del alcantarillado sanitario mediante el método de áreas y EPA SWMM	133
4.5	Rediseño del Alcantarillado Pluvial mediante EPA SWMM.....	134
4.6	Resultados del Rediseño de Alcantarillado Pluvial mediante EPA SWMM	138
4.6.1	Calidad de simulación.....	138

4.6.2	Calculo hidráulico	138
4.6.3	Resumen de sobrecarga y rebose de agua en los nudos	139
4.6.4	Resumen de vertidos	139
4.6.5	Resumen de caudales en líneas	140
4.6.6	Perfiles de lámina de agua rediseñadas.....	144
4.7	Discusión de resultados del rediseño del Alcantarillado Pluvial	147
4.8	Presupuesto referencial	149
4.8.1	Análisis de precios unitarios	149
4.8.2	Presupuesto referencial del Alcantarillado Sanitario	151
4.8.3	Presupuesto referencial del Alcantarillado Pluvial	154
5.	Conclusiones y Recomendaciones	158
5.1	Conclusiones	158
5.2	Recomendaciones.....	161
6.	Bibliografía	162
	ANEXOS	168

Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Parámetros clave en el diseño de sistemas de drenaje pluvial urbano y los resultados deseados (adaptados de Department of Energy and Water Supply, 2013)</i>	18
Tabla 2	<i>Diámetros recomendados de pozos de revisión</i>	29

Tabla 3 <i>Velocidades máximas para tuberías</i>	31
Tabla 4 <i>Coeficientes de escorrentía típicos</i>	41
Tabla 5 <i>Valores de Intensidad diaria (IdTR) para un periodo de retorno dado</i>	43
Tabla 6 <i>Periodos de diseño para diferentes obras y materiales</i>	45
Tabla 7 <i>Tabla de incremento poblacional</i>	46
Tabla 8 <i>Dotaciones recomendadas</i>	48
Tabla 9 <i>Ubicación de sumideros</i>	57
Tabla 10 <i>Tabla de coeficientes n de Manning para escorrentía superficial en la subcuena</i>	66
Tabla 11 <i>Tabla con valores típicos de almacenamiento en depresión</i>	67
Tabla 12 <i>Diferentes secciones transversales de conductos disponibles en EPA SWMM</i>	70
Tabla 13 <i>Tabla con definiciones de tipo de suelo según el NRCS</i>	74
Tabla 14 <i>Tabla con número de curva para escorrentía (CN) según el SCS</i>	75
Tabla 15. <i>Equipos utilizados para realizar el levantamiento topográfico</i>	87
Tabla 16 <i>Coeficientes de escorrentía</i>	89
Tabla 17 <i>Intensidades para diferentes periodos de retorno y duraciones</i>	90
Tabla 18 <i>Valores de variables para el cálculo del caudal de aguas lluvias</i>	91
Tabla 19 <i>Interpolación para la obtención de la dotación</i>	93
Tabla 20 <i>Precipitaciones de series temporales</i>	100
Tabla 21 <i>Escorrentía superficial total que presenta el modelo</i>	106

Tabla 22 <i>Aportes y Descargas en la simulación del modelo en EPA SWMM</i>	106
Tabla 23 <i>Resumen de aporte lateral y aporte total máximo en el instante de máximo aporte en los nudos</i>	111
Tabla 24 <i>Caudal Medio y Máximo por cada Vertido del Sistema de Alcantarillado</i>	111
Tabla 25 <i>Caudal máximo y velocidad máxima en el instante de caudal máximo</i>	115
Tabla 26 <i>Caudal máximo y velocidad máxima en el instante de máximo aporte en los nudos</i>	121
Tabla 27 <i>Caudal de descarga en el PTAR</i>	121
Tabla 28 <i>Caudal máximo y velocidad máxima en el instante de máximo aporte en conductos</i>	126
Tabla 29 <i>Diferencia de caudales obtenidos por el método SWMM y el método racional en el diseño de Alcantarillado Pluvial</i>	133
Tabla 30 <i>Comparativa de altura de pozos entre el diseño y rediseño del Alcantarillado Pluvial</i>	135
Tabla 31 <i>Comparativa de desniveles de salida que se realizaron en el Diseño y Rediseño</i>	136
Tabla 32 <i>Calculo Hidráulico del Rediseño del Alcantarillado Pluvial</i>	138
Tabla 33 <i>Caudales en los Puntos de Vertido del Rediseño del Alcantarillado Pluvial</i> ..	139
Tabla 34 <i>Caudal y velocidad máxima en el instante de máximo caudal en el rediseño</i> ..	144
Tabla 35 <i>Diferencia de caudales obtenidos por el método SWMM (Rediseño) y el método racional para el alcantarillado pluvial</i>	148

Tabla 36 <i>Presupuesto referencial del Alcantarillado Sanitario</i>	152
Tabla 37 <i>Presupuesto referencial del Alcantarillado Pluvial</i>	155

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Mapa de Ubicación de la Zona de Estudio</i>	6
Figura 2 <i>Sistema de drenaje separado</i>	16
Figura 3 <i>Conducto circular parcialmente lleno</i>	22
Figura 4 <i>Grafica de Relaciones Hidráulicas</i>	27
Figura 5 <i>Hietograma de diseño</i>	36
Figura 6 <i>Metodología del Modelo Matemático</i>	46
Figura 7 <i>Clasificación de sumideros de acuerdo a la entrada</i>	54
Figura 8 <i>Ubicación de los sumideros</i>	58
Figura 9 <i>Ubicación de los sumideros</i>	59
Figura 10 <i>Componentes Físicos Empleados en el Modelo de un Sistema de Drenaje</i>	61
Figura 11 <i>Visión conceptual del fenómeno de escorrentía</i>	73
Figura 12 <i>Ubicación Geográfica de la Planta de Tratamiento en la Comunidad de Bullcay</i>	81
Figura 13 <i>Rio Santa Barbara, Cantón Gualaceo</i>	82
Figura 14 <i>Curvas de Intensidad, Duración, Frecuencia (IDF) del Proyecto</i>	91

Figura 15 <i>Mapa de Proyecto para Modelar en EPA SWMM</i>	96
Figura 16. <i>Serie temporal</i>	101
Figura 17 <i>Plano de Red de Alcantarillado Pluvial</i>	104
Figura 18 <i>Especificación del área de estudio del alcantarillado pluvial</i>	105
Figura 19 <i>Escorrentía de las Subcuencas en el minuto 30 de la Duración de Tormenta</i>	108
Figura 20 <i>Caudal en cada Nudo del Proyecto de Alcantarillado pluvial en el minuto 30</i>	109
Figura 21. <i>Reboses de agua en los nudos.</i>	110
Figura 22 <i>Caudales en los Conductos en el Minuto 30 de Duración de la Tormenta</i>	113
Figura 23 <i>Velocidades en los Conductos en el Minuto 29 de la Duración de la Tormenta</i>	114
Figura 24 <i>Capacidad del agua sobre los Conductos del Proyecto de alcantarillado pluvial en el minuto 30 de Tormenta</i>	115
Figura 25 <i>Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-1 al D-1</i>	116
Figura 26 <i>Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-10 al N-7</i>	117
Figura 27 <i>Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-14 al N-13</i>	117
Figura 28 <i>Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-23 al N-17</i>	117
Figura 29 <i>Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-25 al D-2</i>	118
Figura 30 <i>Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-18 al D-2</i>	118
Figura 31. <i>Ubicación de la zona de implantacion de la red de alcantarillado sanitario</i>	119

Figura 32. <i>Aporte de caudal en los nudos</i>	120
Figura 33 <i>Caudales en los Conductos de la Red de Alcantarillado Sanitario</i>	123
Figura 34 <i>Velocidades en los Conductos de la Red de Alcantarillado Sanitario</i>	124
Figura 35 <i>Sobrecarga en los Conductos de la Red de Alcantarillado Sanitario</i>	125
Figura 36 <i>Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-1 al N-39</i>	127
Figura 37 <i>Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-39 al N-68</i>	127
Figura 38 <i>Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-19 al N-18</i>	128
Figura 39 <i>Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-32 al N-31</i>	128
Figura 40 <i>Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-15 al</i>	129
Figura 41 <i>Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-9 al N-8</i>	129
Figura 42 <i>Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-46 al N-49</i>	130
Figura 43 <i>Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-50 al N-55</i>	130
Figura 44 <i>Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-56 al N-62</i>	131
Figura 45 <i>Comparativa de aportes acumulados entre EPA SWMM y el método racional</i>	132
Figura 46 <i>Caudales en los conductos del rediseño pluvial</i>	141
Figura 47 <i>Velocidades en los Conductos en el minuto 30 de la Tormenta</i>	142
Figura 48 <i>Capacidad de los conductos en el minuto 30 de la Tormenta</i>	143
Figura 49 <i>Perfil de la Lámina de Agua desde el Nudo N-1 al D-1</i>	144
Figura 50 <i>Perfil de la Lámina de Agua desde el Nudo N-25 al D-2</i>	145

Figura 51 <i>Perfil de la Lámina de Agua desde el Nudo N-18 al D-2</i>	145
Figura 52 <i>Perfil de la Lámina de Agua desde el Nudo N-10 al N-7</i>	146
Figura 53 <i>Perfil de la Lámina de Agua desde el Nudo N-14 al N-13</i>	146
Figura 54 <i>Perfil de la Lámina de Agua desde el Nudo N-23 al N-17</i>	147
Figura 55 <i>Comparativa de Aporte acumulado en el diseño y rediseño de alcantarillado pluvial con EPA SWMM</i>	148

Introducción

El mundo de la hidráulica ha revolucionado desde que aparecieron los softwares de modelamiento de simulación hidrológico-hidráulica, los cuales han permitido el manejo de redes de drenaje sin limitación de forma o tamaño. Uno de los más reconocidos a nivel de sistemas de alcantarillado es EPA SWMM, mismo que inicio en el año 1971 con su primera versión, desde entonces el software se ha convertido en una herramienta común dentro de la ingeniería.

El saneamiento es uno de los temas importantes respecto a la salud e higiene de la población, esto se debe a la falta de infraestructura sanitaria, lo que ha llevado a generar problemas de sanidad pública e incluso enfermedades graves a la gente que no dispone de estos servicios, en especial a la falta de sistemas de alcantarillado, tal es el caso de la comunidad de Bullcay, que reemplaza de mala manera los sistemas de alcantarillado con pozos sépticos, biodigestores y en el peor de los casos, las aguas negras son lanzadas en las fuentes superficiales más cercanas. Al no solucionar estos problemas, se generará una población con bajos niveles de nutrición y altos porcentajes de enfermedades, calles con mal aspecto y sobre todo con malos olores, este es un factor común en ciudades no desarrolladas y sobre todo con mala de calidad de vida.

Ante la falta de sistemas de alcantarillado en la comunidad de Bullcay, se ha decidido realizar los estudios necesarios para el diseño de alcantarillado pluvial y sanitario. No existen estudios anteriores de la zona, por tal motivo el objetivo de este proyecto es realizar el diseño del sistema de alcantarillado separado, estos diseños se llevaron a cabo con las metodologías convencionales y la evaluación de los mismos en EPA SWMM, esto se realizó con el fin de determinar la eficiencia del software.

La metodología utilizada es de investigación aplicada, los conocimientos adquiridos acerca del software serán implementados en la determinación de los parámetros y configuración

del mismo, con el objetivo de obtener un modelo eficiente, por tal motivo se realiza un análisis comparativo con respecto a las metodologías racional y método de áreas para sistemas pluvial y sanitario respectivamente.

El planteamiento del problema, la justificación y los objetivos se describen en el Capítulo 1, en el Capítulo 2 se encuentran las bases teóricas de las metodologías convencionales para el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial como también para el software EPA SWMM de cada sistema, en el Capítulo 3 se presentan la ingeniería del proyecto, en la cual se puede apreciar los resultados de los diferentes parámetros necesarios para el diseño de los sistemas de alcantarillado. En el Capítulo 4 se encuentra los resultados y su respectivo análisis del diseño mediante los métodos convencionales y modelamiento en EPA SWMM, además se presenta el rediseño del alcantarillado pluvial con el software y el presupuesto referencial del proyecto, finalmente en el Capítulo V se presentan las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

1. Generalidades

1.1 Planteamiento del Problema

1.1.1 Identificación del problema

La aplicación de nuevas tecnologías para el desarrollo de construcciones hidrosanitarias es de vital importancia, permitiendo obtener resultados más coherentes con la realidad, dado que estas mismas pueden tener o abarcar parámetros que con metodologías antiguas no la hacían, también se puede traducir a un menor tiempo de ejecución de diseño. Estas tecnologías ayudan a realizar el diseño de redes complejas con altas poblaciones que requieran de esta obra, siempre y cuando estas sean viables tanto técnico, ambiental, económica y socialmente aceptada.

A nivel mundial según la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2015, el 39% de la población utilizaba un servicio de saneamiento gestionado de forma segura, el 27% cuentan con instalaciones privadas de saneamiento que están conectadas a redes de alcantarillado, y el resto de personas de las cuales el 31.28% cuentan con instalaciones compartidas con varias familias, de este valor el 13% cuentan con letrinas en las que eliminan las excretas in situ y el 12% aún realizan sus necesidades al aire libre (OMS, 2019).

En cuanto a Latino América, en esta área vive el 8.6% de la población mundial, de las cuales 600 millones de personas poseen un servicio adecuado de saneamiento lo que equivale a un 83%. Por otro lado, 106 millones de personas no tienen acceso a un servicio de saneamiento y 19 millones aún defecan al aire libre. En Ecuador el 85.9% de la población posee saneamiento a nivel básico. Sin embargo, con respecto a un sistema de alcantarillado las áreas urbanas tienen un 62% y en las áreas rurales solamente un 16% (Wikipedia, s/f), (Molina et al., 2018).

Con respecto a las regiones del Ecuador, la Sierra es una de las áreas con mayor índice de cobertura de obras de saneamiento, dentro de la cual se encuentra el área de estudio (Molina

et al., 2018), Bullcay es una comunidad bastante grande ubicada cerca de la ciudad de Gualaceo y lindera con las comunidades de Certag, San Pedro y Tocteloma. El saneamiento en el sector es precario, ya que, al no existir obras de recolección de aguas servidas, los habitantes arrojan las aguas negras a las diferentes acequias, quebradas o en otros casos poseen pozos sépticos saturados por su uso de varios años.

Ante la presencia de lluvias en la comunidad de Bullcay se presentan muchos inconvenientes, los más comunes son los encharcamientos en zonas bajas de las calles y desbordes de caudales en las cunetas, causando daños y problemas a las vías de tránsito vehicular y tránsito peatonal. Con respecto a la vía colectara (594), esta posee una atarjea, la cual es de multi propósito, ya que por la misma se evacuan aguas residuales y aguas pluviales. Resultando poco eficiente debido a que no abarca toda el agua de escurrimiento y causa malos olores.

Entre las diferentes causas que originan este problema se han detectado los siguientes: Falta de recursos, priorización por parte de las entidades municipales y principalmente por no contar con un estudio que indique cuánto cuesta la obra. Este último es uno de los indoles más controversiales y tratados por las diferentes entidades encargadas, debido a la gran demanda de tiempo, recursos y dinero.

Las consecuencias de no contar con alcantarillado son muchas, por ejemplo, desvaloración de los terrenos, los malos olores, incomodidad, mal aspecto, fauna nociva y sobre todo enfermedades como la Diarrea, Salmonella, E. Collí, Cólera, Hepatitis, Disentería, infecciones de heridas, sarpullido, tétanos, Dengue, etc. De tal manera, que poseer este servicio no es un beneficio que se ve reflejado solamente en la salud de los habitantes, sino que también ayuda al desarrollo en diferentes ámbitos al pueblo, impulsando el desarrollo de la región y del país. Mas considerando que la zona de Bullcay en los últimos años se ha vuelto turístico y la

visitan mucha gente especialmente en fiestas y fines de semana, haciendo que los desechos sanitarios se multipliquen y no tengan donde ser adecuadamente depositados.

Por ello, la presente investigación pretende diseñar un sistema de alcantarillado con metodologías tradicionales para el sistema pluvial y sanitario, luego se analizará y evaluará con el software EPA SWMM, para finalmente discutir los resultados obtenidos y poner en contexto la eficiencia del software, además se dará una solución óptima al problema.

1.2 Ámbito del proyecto

1.2.1 *Marco geográfico*

Geográficos: la zona de estudio se encuentra situada en el cantón Gualaceo, provincia del Azuay, se encuentra en las coordenadas 747151.78 m E, 9682774.03 m S, coordenadas UTM WGS84 Zona 17 Sur. Ubicada a 20 km de la ciudad de Cuenca, en elevación, su zona más baja está a 2218 msnm y la zona más alta está a 2251 msnm, además por la zona cruza la vía colectora (Vía Gualaceo – Gualaquiza (594)), véase la Figura 1.

Administrativos: el cantón Gualaceo se encuentra ubicada en la provincia del Azuay, sus límites son:

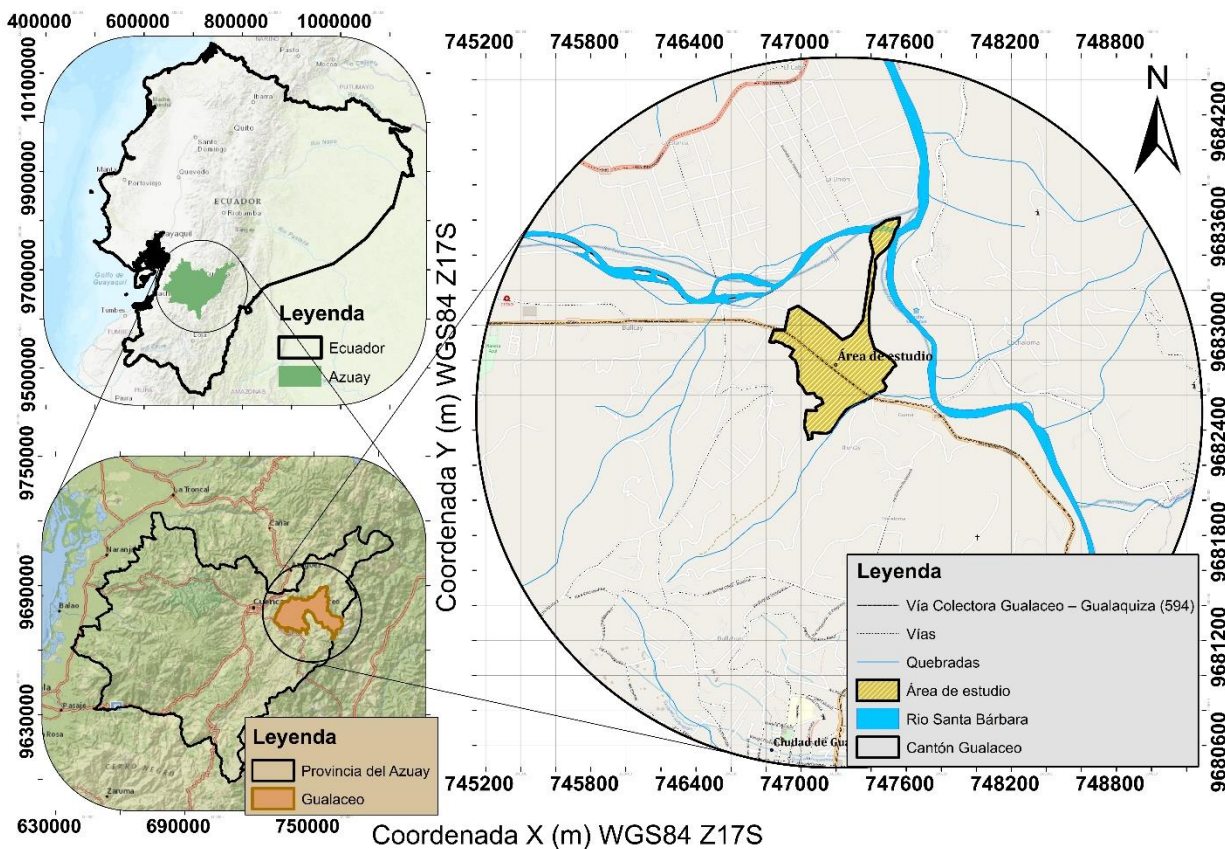
Por el Norte: Con los cantones de Paute y Guachapala.

Por el sur: Con los cantones de Chordeleg, Sígig y la provincia de Morona Santiago.

Por el Este: Con el cantón Cuenca.

Por el Oeste: Con el cantón el Pan y la provincia de Morona Santiago.

Figura 1 Mapa de Ubicación de la Zona de Estudio



1.2.2 Marco económico

Gualaceo más conocido como el Jardín del Azuay, debido a sus múltiples expresiones culturales y bellezas naturales. Atravesada por los ríos San Francisco, San José, Guaymincay y Santa Bárbara. El cantón está caracterizado por un fuerte desarrollo turístico, ya sea por sus fiestas de aniversario, festival de carnaval del Río, celebración de Santiago Apóstol, Festival del durazno y sobre todo por sus diferentes atractivos turísticos como lo son el centro histórico, mercado 25 de junio, puente Bim Bam Boo, bosque Aguarongo, bosque Collay, entre otros (Lara, 2019).

1.3 Antecedentes

Para realizar el presente tema de investigación aplicada se tuvo como finalidad aplicar el software EPA SWMM (Storm Water Management Model), el mismo es gratuito y fue creado en 1971 por la Environmental Protection Agency (EPA), hasta la actualidad ha tenido actualizaciones desde su lanzamiento, ahora mismo el programa se encuentra en la 5ta versión lanzada en el año 2004.

EPA SWMM analiza el recorrido del agua a través de un sistema compuesto por conductos, canales, dispositivos, tratamientos de bombas y elementos reguladores, además de que se puede seguir la evolución de la cantidad y calidad del agua de escorrentía en cada cuenca, así como el caudal, el nivel de agua en los pozos o la calidad del agua en cada conducto y canal, durante la simulación compuesta por múltiples intervalos de tiempo (Minaya & Santisteban, 2017).

A lo largo del tiempo se han desarrollado muchos estudios o proyectos similares, que se han realizado ya sea nacional como internacionalmente. Las tres primeras investigaciones presentadas corresponden a tesis nacionales, es decir a proyectos realizados en el Ecuador, de tal forma corroborando la existencia de proyectos similares, las cuales ayudan de cierta forma al desarrollo del presente proyecto.

Minaya, Santisteban (2017) en su trabajo de investigación titulado: “Modelo de Simulación de la Red de Alcantarillado Pluvial Futura de la Ciudad de Chone”, para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone. Plantearon lo siguiente: Objetivo: “Crear un modelo de simulación de la red de alcantarillado pluvial futura de la ciudad de Chone y con el simular y evaluar el sistema ante diferentes escenarios hidrometeorológicos”, proceso que solvento el problema de las inundaciones que se dan en la ciudad de Chone debido a las máximas precipitaciones.

El mencionado documento se compone de cuatro capítulos, el primero en el cual se presenta los principales modelos matemáticos de simulación como idea revolucionaria que se encuentra en el mercado, en el capítulo dos son tratados los fundamentos teóricos; en el capítulo tres se obtiene el modelo de drenaje urbano de la cuenca de Chone y el modelo dual de las subcuencas, en el último capítulo se aplican los modelos obtenidos teniendo en cuenta los diferentes escenarios.

Finalmente, llegaron a la conclusión de que la aplicación de esta herramienta es excelente para la toma de decisiones, en este caso en específico permitiendo evaluar y pronosticar varios escenarios de funcionamiento de la red.

Mina, Vásconez (2016) en su trabajo de investigación titulado: “Catastro técnico y modelación hidráulica de la red de alcantarillado combinado de la parroquia Nono del Distrito Metropolitano de Quito con SWMM (Versión 5.1.010)”, para obtener el título de Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Plantearon lo siguiente: Objetivo: “Desarrollar la modelación hidráulica de la red de alcantarillado combinado de la parroquia Nono del Distrito Metropolitano de Quito a través del programa SWMM (Versión 5.1.010), basándose en la elaboración del catastro técnico para el mejoramiento del sistema existente.”

El proyecto descrito anteriormente tras realizar los diferentes procesos mediante el software y el catastro que va de la mano con Arc Gis, llegan a la conclusión de independizar las redes de alcantarillado tanto pluvial como sanitaria.

Cabrera (2020) en su trabajo de investigación titulado: “Modelización Hidráulica de una Red de Alcantarillado con Epa SWMM 5.1”, para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Machala. Plantearon lo siguiente: Objetivo: “Realizar la modelización

hidráulica de una red de alcantarillado en dos escenarios, un sistema sanitario y un sistema combinado; mediante el software EPA SWMM 5.1 y Microsoft Excel determinando el comportamiento de la red y comprobando resultados”.

En conclusión, obtuvieron un sistema eficiente y de buena funcionalidad, gracias a la incorporación del software EPA SWMM, permitiendo tener un modelo hidráulico y simularlo en distintos escenarios. Esto aporta seguridad y eficiencia al proyecto mejorando exponencialmente el diseño. En cuanto al análisis comparativo con el cálculo hidráulico y el software, concluyeron que existe coincidencia en todos los tramos de análisis.

Las siguientes dos últimas tesis presentadas corresponden a proyectos Internacionales, es decir a tesis que han sido llevadas a cabo en otros países del mundo, que de igual manera aportan al desarrollo del presente proyecto.

Rojas, Humpiri (2016) en su trabajo de investigación titulado: “Evaluación, Diseño y Modelamiento del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Juliaca con la aplicación del software SWMM”, para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional del Altiplano. Plantearon lo siguiente: Objetivo: “Evaluar el proyecto actual y plantear un nuevo diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca aplicando el programa de modelamiento SWMM”. Para solventar los diferentes parámetros de diseño que no han sido considerados según la Norma.

Con respecto a la metodología de la tesis antes mencionada, los autores mencionan iniciar con un marco teórico, proseguido por la ingeniería del proyecto, diseño y modelamiento, resultados y discusión de los mismos, finalmente conclusiones y recomendaciones. Por otro lado, los autores concluyen que el diseño obtenido garantiza el funcionamiento del sistema de drenaje

pluvial, en la cual existe inundaciones de corta duración por lo que no es necesario la incorporación de bombas en el diseño, debido a que es posible su evacuación por gravedad.

Chambi (2018) en su trabajo de investigación titulado: “Análisis y Diseño de la Red de Alcantarillado y Drenaje Pluvial en el Distrito de Alto Selva Alegre “El Mirador” Provincia de Arequipa mediante el programa SWMM 5.1”, para obtener el título de Ingeniero Sanitario, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Plantearon lo siguiente: Objetivo: “Analizar, Modelar, Simular, Evaluar y Proponer Alternativas de solución a la Red de Alcantarillado y Drenaje Pluvial en el distrito de alto selva alegre “El mirador” provincia de Arequipa mediante el uso del programa SWMM 5.1”

El objetivo planteado por los autores está diseñado para solventar los problemas de inundaciones debido a las grandes precipitaciones. Concluyendo que la aplicación del software EPA SWMM les ha permitido pre dimensionar los drenajes pluviales de mejor manera.

1.4 Justificación

El saneamiento siendo parte fundamental de los servicios básicos para las personas, es un problema que afecta directamente a la salud, crecimiento y desarrollo saludable de una población. Sin lugar a dudas, en ciertas regiones o lugares del mundo, la población carece de este servicio, por ende, están condicionados a vivir una vida que contempla falta de higiene, muchas enfermedades, malos olores y más variables que vienen acompañadas con la pobreza de un país.

Gracias a la topografía de la zona es conveniente desarrollar un sistema de alcantarillado eficiente, de tal manera que al incorporar este servicio de saneamiento cause un impacto positivo no solo en la vida de las personas, sino en el desarrollo del pueblo mismo. También, es

importante mencionar la visión e inversión a largo plazo ya que las futuras familias también serán beneficiadas de este servicio.

Los asentamientos poblacionales no programados son problema para el desarrollo de estos proyectos, consecuencia del incumplimiento del ordenamiento urbanístico por parte de la población, llegando a poseer vías mal diseñadas y sin drenaje tanto pluvial como sanitario. En el país, las municipalidades tienen la competencia directa para atender con obras de agua potable y alcantarillado a la población, para lo cual el Gobierno Central debe entregar los recursos económicos necesarios oportunos y en cantidad suficiente.

Dentro de los recursos importantes se encuentra la implementación del software (EPA SWMM), el cual permitirá evaluar los puntos de interés que se desee y sobre todo en diferentes circunstancias. En la actualidad, hay estudios en los cuales analizan alcantarillados existentes y lo evalúan conforme al estado en el que esta, sin embargo son pocos los que se diseñan y validan la utilización del software como herramienta de diseño. Cabe recalcar que este es un software que se encuentra dentro del ámbito investigativo aplicativo, por tal motivo al finalizar el proyecto se pondrá en contexto la eficiencia y utilidad del mismo.

Finalmente, se recalca que este proyecto es muy extenso por lo tanto tiene sus dificultades, haciendo énfasis en la correcta consecución de datos de campo y sobre todo el tema de costos que se requiere para la ejecución del mismo, por tales razones el presente proyecto será realizado por dos estudiantes.

1.5 Objetivos de estudio

1.5.1 Objetivo general

Analizar la eficiencia de la aplicación del modelo EPA SWMM para el diseño de un sistema de alcantarillado separado, para el sector de Bullcay del cantón Gualaceo.

1.5.2 Objetivos específicos

Analizar y determinar los parámetros y aspectos poblacionales, sociales, hidrológicos e hidráulicos necesarios para el diseño del sistema de drenaje pluvial y sanitario con herramientas informáticas, de acuerdo a la normativa nacional y municipal.

Modelar el alcantarillado sanitario y pluvial en el software EPA SWMM y cuantificar los caudales de descarga en los puntos de interés por el método tradicional y por la implementación del software.

Definir un área idónea para la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Realizar el presupuesto referencial para la construcción del proyecto con sus debidas especificaciones técnicas.

2. Marco Teórico

2.1 Definiciones.

Se presenta las siguientes definiciones básicas para el desarrollo del presente estudio (Rojas Naira & Humpuri Pari, 2016)

Alcantarillado: Denominado a un sistema de tuberías y estructuras con el fin de evacuar aguas residuales, éstas aguas pueden ser pluviales o sanitarias, y son transportadas hasta el sitio en el cual se disponen a tratarlas.

Aguas pluviales: Llamada así al agua que no penetra la superficie ya sea de techos, calles, estacionamientos, edificios, entre otras superficies. Estos son evacuados por colectores pluviales y finalmente transportados por un drenaje pluvial hacia su lugar de disposición.

Áreas de aporte: Denominado así a las áreas o zonas que de alguna u otra manera aportan al escurrimiento superficial, en definitiva, las aguas drenadas se conjuntan en un mismo punto.

Capacidad hidráulica: Es la capacidad que tienen ciertas estructuras con el fin de transportar agua y están en función de la altura, la rugosidad y sección transversal. Además de otros parámetros en conjunto que ayudan a determinar las dimensiones de dicha estructura y su capacidad funcional.

Drenaje superficial: Es el agua que se encuentra en la superficie de una calzada y posteriormente evacuada a un sistema de alcantarillado pluvial.

Cuenca Hidrográfica: Es un área definida de la superficie terrestre, la cual bajo un sistema de cursos de agua es drenada, de tal manera que el caudal obtenido es descargado a través de una salida simple.

Precipitación: Es cualquier forma meteórica de agua que cae de la atmósfera hacia la superficie de la Tierra ya sea lluvia, llovizna, nieve, aguanieve y granizo.

Frecuencia de lluvia: Dicho evento está ligado al tiempo de retorno, de tal manera que su definición es el tiempo promedio que transcurre entre los sucesos de dos eventos que poseen la misma característica.

Hidrología: Ciencia que estudia el agua, sus características, sus propiedades físicas, químicas y mecánicas en la superficie de la Tierra, incluyendo las precipitaciones, escorrentía, distribución, circulación, ocurrencia, humedad del suelo, equilibrio de las masas glaciares y la evapotranspiración.

Hidráulica: Ciencia que pertenece a la rama de la física, estudia el comportamiento de los líquidos los cuales se encuentran en función de sus propiedades específicas.

Infiltración: Proceso en el cual el agua fluye hacia el interior de la Tierra a través de la superficie, el agua que tiende a filtrarse en el terreno comúnmente es un gran porcentaje de la precipitación.

Intensidad de lluvia: Volumen de agua generada por la precipitación por unidad de tiempo y su medida se expresa en mm/h, mm/min, mm/s, etc.

Tiempo de concentración: Tiempo de traslado de una gota de lluvia que cae en el punto más distante de una cuenca y escurre superficialmente hasta su salida.

Periodo de retorno: Número de años o paso del tiempo en el cual será excedido o igualado cierto evento, en los cuales incluyen lluvias torrenciales, temperaturas extremas, huracanes, etc.

Pluviómetro: Herramienta utilizada para medir la precipitación, normalmente son utilizadas en estaciones meteorológicas

Aguas residuales: Se las puede definir como el conjunto de aguas industriales, domésticas y comunitarias, que resultan de la modificación a causa de la utilización de la población.

Salubridad: Conocida como una de las ciencias que se utilizan para organizar y llevar a cabo trabajos colectivos que ayudan a fomentar, reparar y proteger la salud.

Sistemas por gravedad: Dicho sistema transporta las diferentes aguas como residuales, pluviales u otro tipo de líquido, gracias a las pendientes de las tuberías que poseen las mismas.

Pozos de revisión: Es una estructura que posee una base cilíndrica y un cuerpo conformado por un cono excéntrico, construido con la finalidad de realizar labores de mantenimiento.

Estudios Geodésicos: La geodesia es muy importante para la ingeniería civil, ya que permite conocer la forma y dimensiones de la tierra, ha sido una herramienta muy esencial para poder emplazar varias construcciones como también para la navegación, desde su concepción hasta la actualidad se ha realizado varias investigaciones y avances que ha permitido tener hoy en día a los sistemas de posicionamiento global (GPS), siendo una herramienta que ayuda de una manera rápida y eficaz en poder realizar levantamientos topográficos.

2.2 Sistemas de drenaje

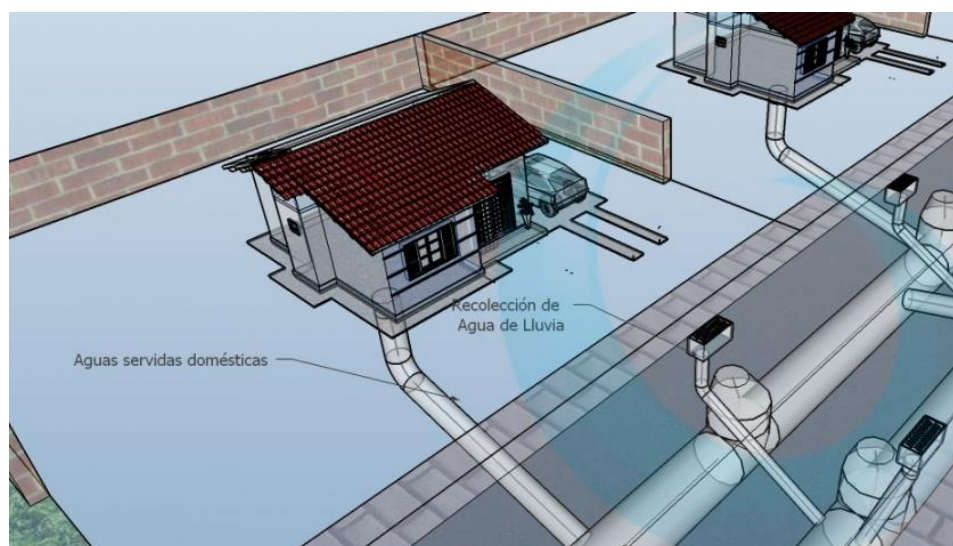
Denominado así al conjunto de tuberías, colectores, sumideros e instalaciones complementarias que tienen la función de receptor, evacuar, transportar y disponer las aguas servidas y pluviales con el fin de evitar molestias, daños materiales y humanos (Salvador Crespo, 2017).

Sistema de drenaje pluvial: Sistema de tuberías, colectores, sumideros e instalaciones complementarias que tiene la principal función de receptor, evacuar y transportar el agua de lluvia. Dentro del sistema, las variables más importantes son la intensidad de lluvia y la capacidad de absorción del suelo (Salvador Crespo, 2017).

Sistema de drenaje sanitario: Conjunto de tuberías, colectores, sumideros e instalaciones complementarias que tiene la finalidad de receptor, evacuar, transportar y disponer las aguas servidas o residuales (Salvador Crespo, 2017).

Sistema de drenaje Separado y Combinado. Un sistema de drenaje separado es aquel que poseen dos canalizaciones independientes tanto pluvial como sanitaria. De tal manera que se puede disponer de las aguas servidas en una planta de tratamiento con dimensiones mucho más pequeñas, a comparación con un sistema combinado, el cual contempla caudales tanto pluviales como sanitarios (Salvador Crespo, 2017).

Figura 2 *Sistema de drenaje separado*



Nota. Reproducida de Grafico de Sistemas de drenaje, 2020 (Sistemas de drenaje | Agroempresario.com)

Importancia del drenaje pluvial urbano. El crecimiento de la población ha llevado a urbanizar las áreas rurales o alrededores de la ciudad desorganizadamente, de tal manera que se tiene mayor cantidad de personas viviendo en zonas urbanas y sub urbanas. A consecuencia se tiene mayor número de casas, edificios, áreas pavimentadas, calles, estacionamientos y muchas estructuras más que tienden a modificar el entorno natural, generando superficies poco permeables y aumentando los niveles de agua que se escurren entre estas estructuras. Además, los diseños de drenajes artificiales son de mayor capacidad, superando por completo a las corrientes naturales originales (Salvador Crespo, 2017).

Según el Departamento de Energía y Abastecimiento de Agua (2013) se debe tener varias consideraciones: Proporcionar seguridad al momento de desalojar las aguas pluviales con la finalidad de que no afecte las zonas aguas abajo, esto incluye viviendas, vías o cualquier otra estructura. Definir los criterios de riesgo admisible ante inundaciones, analizar y minimizar los diferentes impactos que se pueden generar sobre el tráfico vehicular y peatonal en el período de desalojo de aguas pluviales en zonas urbanas (CONAGUA, 2016).

También, es importante minimizar los cambios de régimen de flujo natural del agua en la cuenca y los cuerpos receptores, sí se minimiza los cambios en el volumen de escurrimiento y por ende los cambios en el ciclo natural. En la Tabla 1 se puede observar los beneficios que se puede obtener con un sistema de recolección de agua pluvial y servida:

Tabla 1 *Parámetros clave en el diseño de sistemas de drenaje pluvial urbano y los resultados deseados (adaptados de Department of Energy and Water Supply, 2013)*

Parámetro	Resultado deseado
Eficiencia del drenaje	El sistema de drenaje debe ser capaz de evitar inundaciones o encharcamientos que puede ser foco de infecciones de atraer insectos o fauna nociva. El funcionamiento del sistema de drenaje debe garantizar la seguridad de tránsito para peatones y vehículos. Debe minimizar las afectaciones a la infraestructura urbana y a los habitantes ante la ocurrencia de tormentas.
Control de inundaciones	El sistema de drenaje debe proteger las vías de comunicación de la población ante inundaciones El funcionamiento del sistema de drenaje debe garantizar la seguridad de transporte para peatones y vehículos. El sistema de drenaje debe ser adecuado para desalojar el agua ocasionada por la precipitación de diseño determinada.
Volumen de escurrimiento	Control de inundaciones Debe ser capaz de captar el volumen de agua generado por la precipitación de diseño, el sistema debe ser resistente a la erosión provocada por el flujo. La descarga del agua pluvial no debe causar afectaciones a los ecosistemas o a los cuerpos receptores.
Descarga máxima	Control de inundaciones. El funcionamiento debe evitar disputas legales entre el organismo operador y comunidades aguas abajo. La descarga debe ser tal, que provenga la erosión en los cuerpos receptores.
Velocidad de flujo	Debe garantizar el control de inundaciones en los cuerpos receptores y zonas aguas abajo de la descarga. El funcionamiento del sistema de drenaje debe garantizar la seguridad de tránsito para peatones y vehículos. El sistema de drenaje debe ser resistente a la erosión.
Profundidad de flujo	Se debe priorizar el control de inundaciones. El funcionamiento del sistema de drenaje debe garantizar la seguridad de tránsito para peatones y vehículos. Debe minimizar las afectaciones a la infraestructura urbana y a los habitantes ante la ocurrencia de tormentas.
Estética	El sistema de drenaje debe ser acorde al paisaje urbano. Se debe procurar la protección de los sistemas naturales de drenaje.

Parámetro	Resultado deseado
Infraestructura y coste de mantenimiento	La puesta en marcha de un sistema de drenaje debe generar un costo asequible al organismo operador y a la comunidad. Debe ser tal que los requisitos de operación y mantenimiento permitan la sostenibilidad. El sistema de drenaje pluvial debe ser estructuralmente resistente ante las inundaciones que superan su capacidad.

Fuente: (CONAGUA, 2016)

Importancia del drenaje sanitario urbano y rural. El drenaje sanitario al igual que el pluvial es un servicio qué beneficia en gran medida a los ciudadanos o usuarios del mismo, estadísticamente hablando, un pueblo que contemple estos servicios posee una población con menos enfermedades, mejores estructuras y sobre todo una mejor economía a nivel general (Salvador Crespo, 2017).

Ecuaciones de tubo lleno. Para entender el comportamiento de la sección a tubo lleno se puede utilizar la ecuación de Manning, misma que puede ser obtenida con la fórmula de Chezy, con la cual se podrá calcular el caudal, velocidad y la rugosidad del conducto (Gallardo Armijos, 2018).

Ecuación de Manning

$$Q = \frac{A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (1)$$

Donde:

$Q = \text{Caudal (m}^3/\text{s)}$

$A = \text{Área de la sección de flujo (m}^2\text{)}$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{D}{4} \quad (2)$$

$R = \text{Radio Hidráulico (m)}$

$D = \text{Diametro de la tubería (m)}$

$S = \text{Pendiente de la tubería (m/m)}$

$n = \text{Coeficiente de rugosidad (adimencional)}$

Ecuación de Chézy

$$V = C * \sqrt{R * S} \quad C = \frac{1}{n} * R^{1/6} \quad (3)$$

Donde:

$V = \text{velocidad del fluido}$

$C = \text{Coeficiente de Chézy}$

$R = \text{Radio Hidráulico}$

$S = \text{Pendiente de la tubería}$

$n = \text{Coeficiente de rugosidad}$

Ecuación de Manning para flujo uniforme

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Donde:

$V = \text{Velocidad (m/s)}$

$n = \text{Coeficiente de rugosidad (adimencional)}$

$R = \text{Radio Hidráulico (m)}$

$S = \text{Pendiente de la tubería (m/m)}$

El coeficiente de rugosidad es una medida de resistencia fraccional, ejercido por el conducto sobre el flujo, depende del tipo de material empleado para el tramo de análisis, el valor del coeficiente depende del tipo de acabado y del estado de la tubería (Gallardo Armijos, 2018).

El radio hidráulico de una sección circular a tubo lleno es:

$$R = \frac{D}{4} \quad (5)$$

Donde:

$D = \text{Diametro de la tubería (m)}$

El área para tubo lleno será la siguiente ecuación:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} \quad (6)$$

Donde:

$A = \text{Área de la sección de flujo (m}^2\text{)}$

$D = \text{Diametro de la tubería (m)}$

Resolviendo la ecuación del caudal se tiene la siguiente expresión:

$$Q = \frac{\left(\frac{\pi * D^2}{4}\right) * \left(\frac{D}{4}\right)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (7)$$

La ecuación para el perímetro mojado es la siguiente:

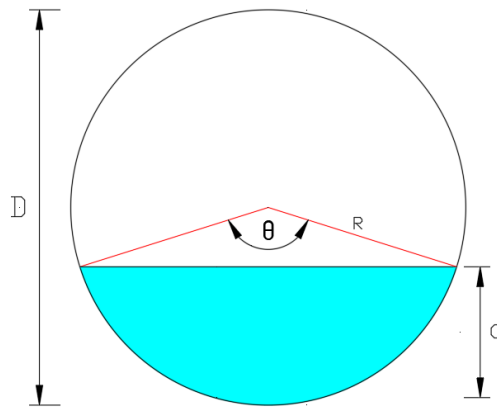
$$P = \pi * D \quad (8)$$

Donde:

$D = \text{Diametro de la tubería (m)}$

Ecuaciones de tubo parcialmente lleno. El realizar las relaciones hidráulicas es de mucha ayuda para el diseño de un alcantarillado, ya que los sistemas de alcantarillado trabajan a tubo parcialmente lleno, es por eso que se presentan a continuación las siguientes ecuaciones (Gallardo Armijos, 2018).

Figura 3 Conducto circular parcialmente lleno



Para empezar, se debe tener en cuenta que se tienen diferentes ecuaciones, cuando el calado está debajo de la mitad de la tubería como cuando está por encima de la misma, a continuación, se presentan las ecuaciones:

Cuando $d < D/2$

Primero se determina el ángulo central θ ya que es fundamental para calcular las relaciones geométricas.

Angulo central

$$\theta = 2 * \arccos\left(\frac{\frac{D}{2} - d}{\frac{D}{2}}\right) * \frac{180}{\pi} \quad (9)$$

Donde:

$D = \text{Diametro de la tubería (m)}$

$d = \text{Calado de agua (m)}$

$\text{Área de la sección de agua}$

$$A = \frac{D^2}{8} * \left(\frac{\theta * \pi}{180} - \text{sen} \left(\frac{\theta * \pi}{180} \right) \right) \quad (10)$$

Perímetro mojado

$$P = \frac{D}{2} * \frac{\pi * \theta}{180} \quad (11)$$

Radio Hidráulico

$$R = \frac{D}{4} * \left(1 - \left(\frac{\text{sen} \left(\frac{\theta * \pi}{180} \right)}{\frac{\theta * \pi}{180}} \right) \right) \quad (12)$$

Tirante

$$T = D * \text{sen} \left(\frac{\frac{\theta}{2} * \pi}{180} \right) \quad (13)$$

$\text{Cuando } d > D/2$

Angulo central

$$\theta = 2 * \text{arc cos} \left(\frac{d - \frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} \right) * \frac{180}{\pi} \quad (14)$$

Donde:

$D = \text{Diametro de la tubería (m)}$

$d = \text{Calado de agua (m)}$

Área de la sección de agua

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} * \left(\frac{D^2}{8} * \left(\frac{\theta * \pi}{180} - \text{sen} \left(\frac{\theta * \pi}{180} \right) \right) \right) \quad (15)$$

Perímetro mojado

$$P = \frac{D}{2} * \left(2\pi - \frac{\pi * \theta}{180} \right) \quad (16)$$

Radio Hidráulico

$$R = \frac{D}{4} * \left(1 + \left(\frac{\text{sen} \left(\frac{\theta * \pi}{180} \right)}{2\pi - \frac{\theta * \pi}{180}} \right) \right) \quad (17)$$

Tirante

$$T = D * \text{sen} \left(\frac{\frac{\theta}{2} * \pi}{180} \right) \quad (18)$$

Relaciones hidráulicas en conductos circulares. En alcantarillado la sección circular se la diseña para que trabaje parcialmente llena, es decir un flujo superficialmente libre. Las relaciones hidráulicas ayudan a determinar el caudal, velocidad, tirante y radio hidráulico, simplificando dicho proceso (Gallardo Armijos, 2018).

Las relaciones hidráulicas se obtienen de la relación entre las características de flujo a sección llena y parcialmente llena, a continuación, se presenta las siguientes ecuaciones de las relaciones, además, dependen si el calado es mayor a la mitad del diámetro:

Cuando $d < D/2$

Relación hidráulica entre áreas

$$\frac{A_h}{A_H} = \frac{\theta}{360} * \left(1 - \frac{180 * \sin\left(\frac{\theta * \pi}{180}\right)}{\pi * \theta} \right) \quad (19)$$

Relación entre radios hidráulicos

$$\frac{R_h}{R_H} = 1 - \frac{180 * \sin\left(\frac{\theta * \pi}{180}\right)}{\pi * \theta} \quad (20)$$

Relación entre velocidad

$$\frac{V_h}{V_H} = \left(1 - \frac{180 * \sin\left(\frac{\theta * \pi}{180}\right)}{\pi * \theta} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (21)$$

Relación entre perímetros mojados

$$\frac{P_h}{P_H} = \frac{\theta}{360} \quad (22)$$

Relación entre Caudales

$$\frac{Q_h}{Q_H} = \frac{\theta}{360} * \left(1 - \frac{180 * \sin\left(\frac{\theta * \pi}{180}\right)}{\pi * \theta} \right)^{\frac{5}{3}} \quad (23)$$

Cuando $d > D/2$

Relación hidráulica entre áreas

$$\frac{A_h}{A_H} = 1 - \frac{\theta}{360} * \left(1 - \frac{180 * \sin\left(\frac{\theta * \pi}{180}\right)}{\pi * \theta} \right) \quad (24)$$

Relación entre radios hidráulicos

$$\frac{R_h}{R_H} = 1 + \frac{180 * \sin\left(\frac{\theta * \pi}{180}\right)}{2 * \pi - \frac{\theta * \pi}{180}} \quad (25)$$

Relación entre velocidad

$$\frac{V_h}{V_H} = \left(1 + \frac{\sin\left(\frac{\theta * \pi}{180}\right)}{2 * \pi - \frac{\theta * \pi}{180}}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (26)$$

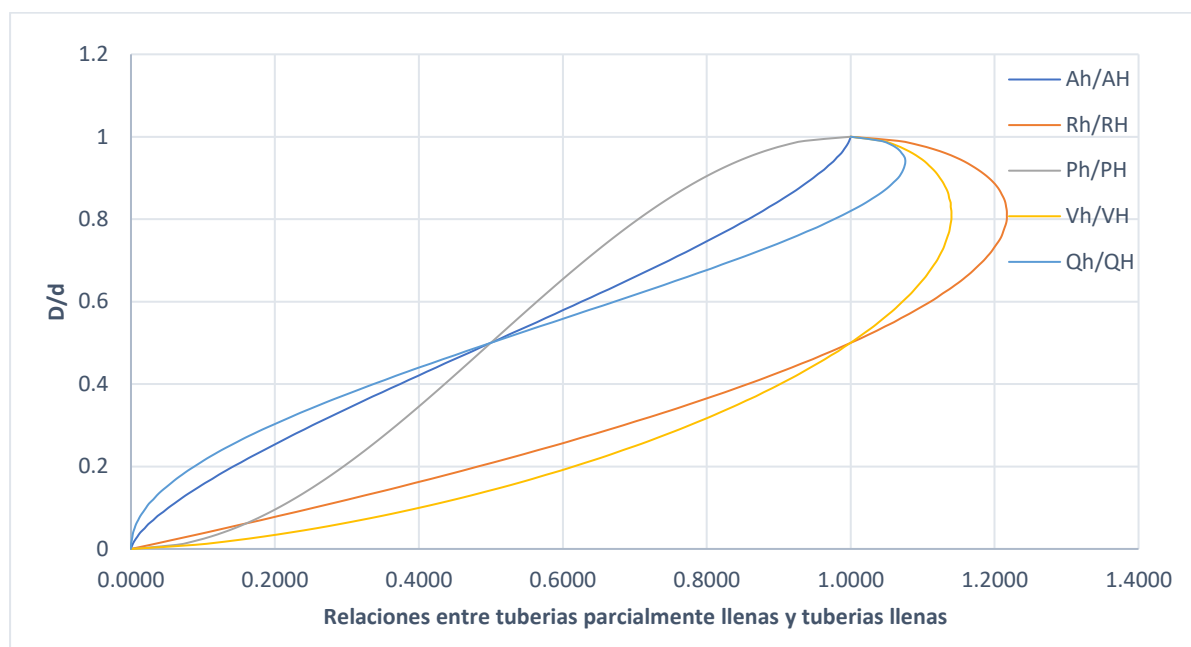
Relación entre perímetros mojados

$$\frac{P_h}{P_H} = 1 - \frac{\theta}{360} \quad (27)$$

Relación entre Caudales

$$\frac{Q_h}{Q_H} = \frac{\left(\frac{\pi * D^2}{4} - \frac{D^2}{8} * \left(\frac{\theta * \pi}{180} - \sin\left(\frac{\theta * \pi}{180}\right)\right)\right) * \left(\frac{D}{4} * \left(1 + \frac{\sin\left(\frac{\theta * \pi}{180}\right)}{2 * \pi - \frac{\theta * \pi}{180}}\right)\right)^{\frac{2}{3}}}{\frac{\pi * D^2}{4} * \left(\frac{D}{4}\right)^{\frac{2}{3}}} \quad (28)$$

Según el libro de elementos de diseño para acueductos y alcantarillados desarrollado por el ingeniero civil Ricardo Alfredo López Cualla, presenta la tabla de relaciones hidráulicas para diferentes rugosidades que se empleen dependiendo del material que se utilice en la construcción del mismo (ANEXO 1), a continuación se presenta la gráfica de las relaciones hidráulicas (López Cualla, 1995):

Figura 4 *Grafica de Relaciones Hidráulicas*

Nota. La gráfica presenta en el eje de las ordenadas la relación entre diámetros de tubería según los valores que presenta, en el eje de las abscisas se encuentra la relación entre el radio hidráulico al caudal de diseño (Rh), perímetro mojado al caudal de diseño (Ph), velocidad de diseño (Vh) y caudal de diseño (Qh), sobre las características mencionadas, pero a tubo lleno AH, RH, PH, VH y QH.

Criterios generales de diseño para alcantarillados. Para sistemas de alcantarillado sanitario el diámetro mínimo será de 0.2, para las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo será de 0.1 m con una pendiente mínima del 1% (SENAGUA, 2010).

Las tuberías y colectores siguen la dirección o son puestas según la pendiente del terreno natural, las mismas se diseñan como canales o conductos a superficie libre sin presión y se calculan tramo por tramo. Las redes de alcantarillado sanitario serán diseñadas de manera que queden por debajo de la red de agua potable, las mismas deben estar a una altura libre de 0.3 m cuando ellas sean paralelas y de 0.2 m cuando se crucen (SENAGUA, 2010).

En el caso de que se desarrolle un alcantarillado separado, las tuberías de la red sanitaria estarán en el lado opuesto de la calzada en el que se ha instalado la tubería de agua potable y las tuberías de la red pluvial irán al centro de la calzada. Las tuberías se diseñarán a profundidades que sean suficientes para recoger las aguas servidas o lluvias de las casas más bajas a uno u otro lado de la calzada. Si la tubería debe soportar tránsito vehicular, para su seguridad se considerará un relleno mínimo de 1.2 m de alto sobre la clave del tubo (SENAGUA, 2010).

Para el diseño hidráulico también se deberá tener en cuenta que la solera de la tubería nunca forme gradas ascendentes, la cual solamente fomenta acumulación de sólidos, también la gradiente de energía sea continua y descendente, la tubería nunca funcionara llena y que la superficie del líquido según los cálculos de saltos u otros fenómenos siempre estén por debajo del tubo, permitiendo la presencia de un espacio para la ventilación para así no permitir la acumulación de gases tóxicos, también se deberá tomar en cuenta que el caudal de diseño para la capacidad hidráulica del sistema tenga una velocidad del flujo que produzca auto limpieza (SENAGUA, 2010).

Si no se tiene una capacidad de auto limpieza en la alcantarilla y si la topografía lo permite con la finalidad de evitar la formación de depósitos en la alcantarilla, se incrementará la pendiente de la tubería hasta que la misma sea auto limpiante. Para la selección del material de tuberías la SENAGUA (2010) considera las características físico – químicas de las aguas y su septicidad, agresividad y otras características del terreno.

Las tuberías y su cimentación deben diseñarse de forma que no resulten dañadas por las cargas externas, es por eso que se debe tomar en cuenta el ancho y la profundidad de la zanja para el cálculo de las cargas (SENAGUA, 2010).

Los pozos de revisión se colocarán en todos los cambios de pendientes, cambios de dirección, exceptuando el caso de alcantarillas curvas y en las confluencias de los colectores. La máxima distancia entre pozos de revisión será de 100 m para diámetros menores de 350 mm; 150 m para diámetros comprendidos entre 400 mm y 800 mm, y 200 m para diámetros mayores que 800 mm. Se deberá tomar en cuenta que para los diámetros de los colectores los pozos podrán colocarse a distancias mayores, dependiendo de las características topográficas y urbanísticas del proyecto, pero siempre tomando en cuenta que la longitud máxima de separación entre los pozos no deberá exceder a la permitida por los equipos de limpieza (SENAGUA, 2010).

La abertura superior del pozo será como mínimo 0.6 m, el cambio de diámetro desde el cuerpo del pozo hasta la superficie se la realiza usando un tronco de cono excéntrico, para facilitar el descenso al interior del pozo. El diámetro de cuerpo del pozo estará en función del diámetro de la máxima tubería conectada al mismo, a continuación, se presenta la siguiente tabla (SENAGUA, 2010).

Tabla 2 *Diámetros recomendados de pozos de revisión*

Diámetro de la tubería (mm)	Diámetro del pozo (m)
Menor o igual a 550	0,9
Mayor a 550	Diseño especial

Fuente: (SENAGUA, 2010)

La tapa de los pozos de revisión tendrá geometría circular y generalmente de hierro fundido, tapas de materiales como hormigón armado, podrán utilizarse previa utilización de la Subsecretaría de Agua Potable y Saneamiento básico (SAPYSB). No se recomienda el uso de peldaños en los pozos, se utilizarán escaleras portátiles (SENAGUA, 2010).

Para el caso de tuberías laterales que entran a un pozo en el cual el flujo principal es en otra dirección, los canales de fondo serán constituidos de manera que la entrada se haga a un ángulo de 45 grados respecto al eje principal del flujo, con objetivo de que los trabajadores den mantenimiento en los pozos de revisión. Se deben evitar descargar libremente el agua de una alcantarilla poco profunda hacia un pozo más profundo, la misma será una altura máxima de descarga libre de 0.6 m (SENAGUA, 2010).

Redes de recolección. La hidráulica de las redes de recolección funciona a gravedad, es decir, las redes se diseñan con una pendiente fija que cumpla la condición de auto limpieza para limitar la sedimentación de material sólido en los colectores, se los diseñan como flujo de superficie libre y calculados por tramos secuenciales, estas tuberías deben trabajar a un 75% de su capacidad para alcantarillado sanitario y un 90% para alcantarillado pluvial, en tuberías parcialmente llenas (López Rodríguez & Medina Gualan, 2021).

Velocidad máxima, mínima y de auto limpieza. Para garantizar la buena circulación de las aguas residuales, con el objetivo que se impida la acumulación del gas sulfhídrico en el líquido además de cumplir con la condición de auto limpieza, en la misma bajo las condiciones de caudal máximo instantáneo, la velocidad mínima recomendada es de 0.45 m/s pero que preferiblemente sea mayor a 0.6 m/s (SENAGUA, 2010).

La conservación de los materiales en los que se ha de construir un sistema de alcantarillado depende mucho de la velocidad máxima a la que se diseñara el mismo, estas varían dependiendo del tipo de material aplicado, se recomienda los siguientes valores (SENAGUA, 2010).

Tabla 3 *Velocidades máximas para tuberías*

Material	Velocidad máxima (m/s)	Coefficiente de rugosidad
Hormigón simple con uniones de mortero	4	0.013
Hormigón simple con uniones de neopreno para nivel freático alto	3,5 - 4	0,013
Asbesto cemento	4,5 - 5	0,011
Plástico	4,5	0,011

Fuente: (SENAGUA, 2010)

En el sistema de alcantarillado con tuberías del material de PVC la velocidad máxima en sistemas sanitarios es de 4.5 m/s, mientras que para sistemas pluviales estas pueden ser mayores a las sanitarias, en este caso se optó por una velocidad máxima de 5 m/s (SENAGUA, 2010).

Componentes de un sistema de alcantarillado Sanitario. Los componentes de una red de alcantarillado sanitario son:

Colectores Terciarios. Tuberías de pequeño diámetro (150 a 250 mm de diámetro interno) que mayoritariamente están colocadas debajo de veredas a las cuales se conectan las acometidas domiciliarias (Sanitario, 2014).

Colectores secundarios. Estas tuberías recogen las aguas de los terciarios y los conducen a los colectores principales, se sitúan enterradas en las vías públicas (Sanitario, 2014).

Colectores Principales. Son tuberías de gran diámetro, situadas generalmente en las partes más bajas de las ciudades y transportan las aguas servidas hasta su destino final (Sanitario, 2014).

Pozos de revisión. Son cámaras verticales que permiten el acceso a los colectores principales para facilitar su mantenimiento (Sanitario, 2014).

Conexiones Domiciliares. Son pequeñas cámaras de hormigón ladrillo o plástico que conectan el alcantarillado privado interior a la propiedad con el público en las vías (Sanitario, 2014).

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Es una planta de depuración de aguas sanitarias, en la cual se emplea procesos de distinta naturaleza que permiten convertir el agua contaminada en agua potable (Sanitario, 2014).

Vertido final de las aguas tratadas. La misma puede ser, llevada a un río o arroyo, vertida al mar en proximidad de la costa, vertida al mar mediante emisario submarino, llevándola a varias centenas de metros de la costa o reutilizarla para riego y otros menesteres apropiados (Sanitario, 2014).

Componentes de una red de alcantarillado Pluvial. Los componentes de una red de alcantarillado pluvial son:

Cunetas: Recogen y concentran las aguas pluviales de las vías y de los terrenos colindantes (CONAGUA, 2016).

Sumidero: Son estructuras verticales que permiten la entrada del agua lluvia a los colectores, reteniendo parte importante del material sólido transportado (CONAGUA, 2016).

Colectores secundarios: Son las tuberías que recogen las aguas lluvias desde los sumideros y las conducen a los colectores principales, se encuentran enterradas bajo las vías públicas (CONAGUA, 2016).

Colectores Principales: Son tuberías de gran diámetro, situadas generalmente en las partes más bajas de las ciudades y transportan las aguas pluviales hasta su destino final (CONAGUA, 2016).

Pozos de revisión: Son cámaras verticales que permiten el acceso a los colectores principales, para facilitar su mantenimiento (CONAGUA, 2016).

Vertido final de aguas de lluvia: Son estructuras destinadas a evitar la erosión en los puntos en que las aguas de lluvia recogidas se vierten en cauces naturales de ríos, arroyos o mares (CONAGUA, 2016).

2.3 Criterios para el diseño del alcantarillado pluvial

Objetivo El objetivo de este apartado es realizar un sistema de alcantarillado pluvial que se haga cargo de las aguas lluvias que se dan en la zona de estudio, estará conformado por el conjunto de colectores y canales necesarios para trasladar la esorrentía superficial producida por la lluvia. El sistema deberá trabajar de manera óptima para cumplir con las necesidades de los pobladores garantizando una red en buenas condiciones con un óptimo comportamiento.

Disposiciones específicas. Con respecto a las dimensiones, criterios y parámetros asumidos para el diseño del alcantarillado pluvial estas se rigen bajo la Norma del INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN), CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. C.E.C.; NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES.

2.3.1 Cuenca hidrográfica

La Cuenca hidrográfica se define como la superficie de terreno drenada por un sistema de drenaje natural, cuyo fin es transportar el agua en su totalidad a través de una serie de corrientes, formando un solo curso de agua las cuales tienen un punto de salida en común y fluyen al mismo río, lago o mar (Ordoñez, 2011).

Cuenca urbana. Las cuencas urbanas nacen del desarrollo de una ciudad dando como resultado áreas urbanizadas, mismas que poseen mayor volumen de escorrentía y mínimos tiempos de concentración, debido a la alta impermeabilización del suelo de las zonas urbanísticas (Ordoñez, 2011).

Cuenca rural. Las cuencas rurales son aquellas áreas que no poseen densidades poblacionales altas, por ende, las estructuras son escasas, además, por encontrarse en áreas con vegetación y suelos permeables, tienen bajos volúmenes de escurrimiento y altos tiempos de concentración.

2.3.2 Precipitación

Definida como cualquier forma de humedad que nace de las nubes y llega a la superficie de la Tierra, el suelo, en forma de lluvias, granizo, garúas y nevadas. Caracterizada por depender de varios factores como la temperatura, presión y radiación solar. Normalmente, estas partículas de agua poseen un diámetro menor a 0,5 mm (Morán, 2010).

Comúnmente, la precipitación se mide en términos de la altura de lámina de agua (hp) y se expresa en milímetros. La altura es un indicador de qué el agua se acumularía en forma horizontal, siempre y cuando la precipitación se mantuviese en la superficie sin considerar evaporación o infiltración sobre un área unitaria. En cuanto a los aparatos de medición estos se

clasifican en pluviómetros, los cuales miden la acumulación de la precipitación en un intervalo de tiempo determinado, usualmente entre 24 horas y los pluviógrafos los cuales tiene la capacidad de generar un pluviograma, gráfica con registros de precipitación (Morán, 2010).

Gracias a los registros pluviograficos se tiene la gran posibilidad de calcular intensidades máximas de lluvia, para ciertas duraciones determinadas, las cuales después de varios procesos se pueden obtener gastos de diseño, que posteriormente servirán para el diseño de estructuras de drenaje (Morán, 2010).

2.3.3 Hietograma de diseño

El objetivo del hietograma de diseño es dar a conocer la evolución de las lluvias que se han registrado a lo largo de un determinado tiempo, para este caso en concreto se realizará la obtención del hietograma de diseño por el método de bloques alternos, cabe recalcar que este método trabaja con las curvas intensidad - duración - frecuencia (IDF) (Aparicio Mijares, 1989).

- a) En primera instancia se obtiene la precipitación generada por cada intervalo de tiempo y se aplica la ecuación (29), dónde (P) es la precipitación en (mm) e (I) la intensidad de lluvia de un período de retorno específico (mm/hora), (t) el tiempo en horas de los intervalos que se desean estudiar.

$$P = I * t \quad (29)$$

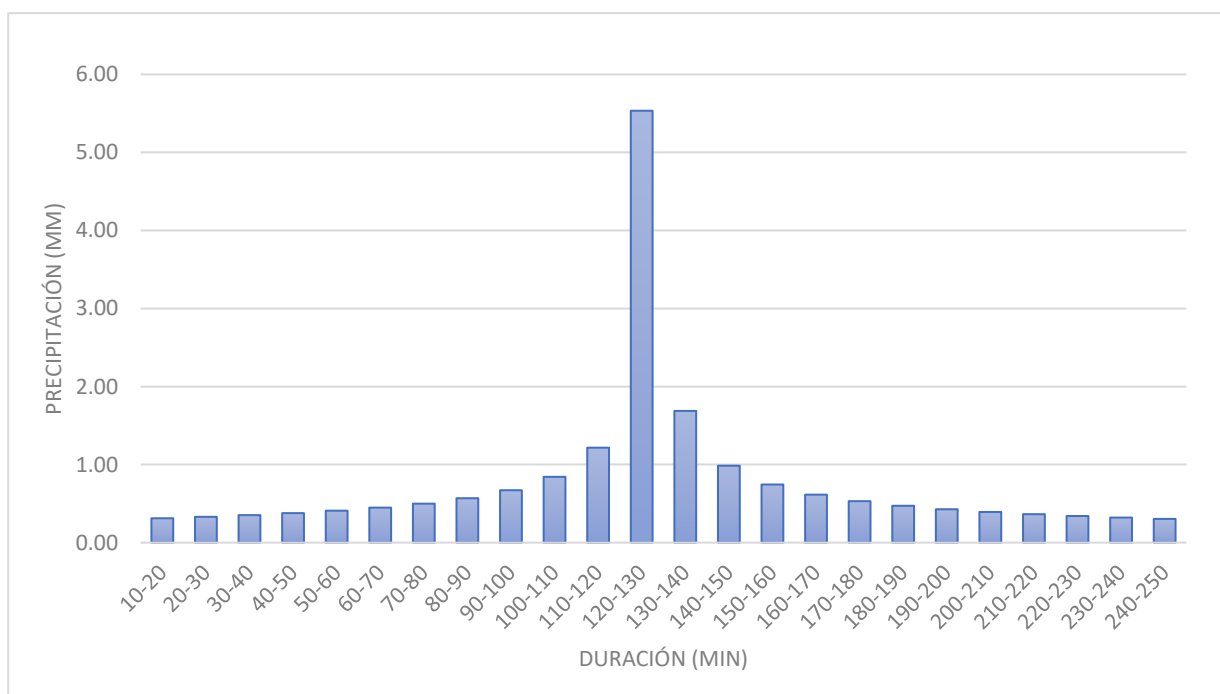
- b) Después se encuentra la variación entre precipitaciones, tomando en cuenta los intervalos de tiempo más lluviosos y sobre todo el valor en el que se encuentran los mismos. Dónde en la ecuación (30) ΔP es la variación entre dos precipitaciones P1 y P2 las cuales son precipitaciones consecutivas. En este

apartado se analizan los periodos de tiempo más lluviosos determinados para un aguacero en específico, en cada uno de los periodos de tiempo se revisará la variación existente entre las precipitaciones consecutivas ΔP .

$$\Delta P = P1 - P2 \quad (30)$$

- c) Finalmente, se realizan los gráficos con los registros de precipitación, los cuales se encuentran en función de los intervalos de tiempo analizados en el aguacero mencionado. Además, es importante mencionar qué se considera los mayores tiempos de lluvia del análisis.

Figura 5 *Hietograma de diseño*



2.3.4 Bases de diseño para alcantarillado pluvial

En este apartado se presenta todas las características y propiedades que se deben considerar para obtener el caudal de aguas lluvia para la zona de estudio.

Recopilación de información. Para realizar el diseño del alcantarillado pluvial se debe realizar un estudio hidrológico, por lo cual se requiere la siguiente información.

- Plano catastral del sector Bullcay
- Plano de redes de agua y desagüe del sector Bullcay
- Datos meteorológicos del sector de Bullcay

Trabajos de campo

Reconocimiento del área de estudio. El objetivo del presente apartado es realizar las visitas en campo para conocer el contexto del área de estudio, misma que abarca análisis de vías, suelos, sanidad, topografía, contaminación medio ambiental, análisis estructural, entre otras.

Análisis conceptual de la alternativa de diseño. Haciendo énfasis en el diseño del sistema de alcantarillado pluvial se tiene en consideración varios aspectos que son importantes para el mismo, uno de los puntos a tratar son las pendientes del terreno, como antes ya se mencionó el área de estudio posee pendientes planas y onduladas, mismas que facilitan el traslado del agua, además es importante recalcar que este sistema pluvial trabaja a gravedad, de tal manera que la pendiente es un factor importante en el diseño del sistema de alcantarillado.

Otra índole de gran importancia es la deposición del agua, al encaminarla hacia las tuberías y a los diferentes sumideros, esta tiene que ser depositada en algún lugar, de tal manera que el agua pluvial será vertida sobre el río Santa Bárbara.

Caudales de diseño

Caudal de aguas lluvias. Para obtener el caudal de aguas lluvias se puede emplear cualquier modelo de aguas lluvia – esorrentía, si la superficie de estudio tiene un área menor a 1300 Ha es recomendable usar el método racional, sin embargo, si el área de estudio supera la

misma se debe considerar modelos más apropiados a las características de la cuenca, estas pueden ser el método de hidrograma unitario, el método del Soil Conservation Service u otros métodos (López Cualla, 1995).

Método Racional. Este modelo ayuda a obtener el caudal superficial producido por una precipitación, su ecuación es la siguiente (Carrera Orbe, 2011):

$$Q = 2,778 * C * I * A \quad (31)$$

En donde:

Q = caudal de aguas lluvias (lt/s).

C = coeficiente de escurrimiento (adimensional).

I = intensidad de lluvia (mm/h).

A = área de drenaje o aportación (Ha).y

2.778= Coeficiente de conversión de unidades.

$$\frac{mm}{hora} \times \frac{1m}{1000mm} \times \frac{1000L}{1m^3} \times \frac{1 hora}{3600 s} \times \frac{10000m^2}{1Ha} = \frac{mm}{hora} \times 2.78 = \frac{L}{Ha/s}$$

Área de aporte (A). Son áreas que aportan a la esorrentía de las aguas pluviales, mismas que serán divididas en figuras geométricas en base a la topografía del terreno y los aspectos urbanísticos similar a la del alcantarillado sanitario, se debe tomar en cuenta que, si en la zona de estudio existe una cuenca con un gran aporte de volumen de agua, se deberá diseñar canales interceptores para evitar que los colectores iniciales sean grandes (López Cualla, 1995).

En el área de estudio existe un gran número de habitantes, la mayoría de ellas se encuentra consolidada junto a la vía colectora (594), pero en zonas aledañas no se encuentra mayoritariamente poblada, por tal motivo no se considera como una cuenca urbana, sin embargo,

para realizar el estudio se delimito el área de aporte como una cuenca rural, tomando en cuenta la dirección que tomara el flujo de agua al momento de una precipitación, el área de aporte se lo definió con ayuda de las curvas de nivel y el catastro de la zona de estudio, la cual tiene 10.0563 ha.

Según Campos, las diferencias entre una cuenca rural y una urbana son tres, la primera, en sus dimensiones, las cuencas rurales normalmente tienen áreas de varios kilómetros cuadrados y pueden llegar a cientos y miles de km², mientras que la urbana son varias hectáreas y difícilmente llegan a decenas de km², segundo, tiene que ver con el tamaño ya que el tiempo de respuesta de las cuencas rurales a una tormenta es de varias horas y hasta días, mientras que la cuenca urbana es de minutos y a lo máximo de horas, y tercero las trayectorias de flujo, en las cuencas rurales las pendientes y los cauces definen el patrón de escurrimiento, mientras que en las cuencas urbanas el modelo natural es alterado por calles, muros, etc, además de que pueden ser alterados por algún sistema de alcantarillado u otras obras de encauzamiento de cauces naturales (Campos Aranda, 2010).

Intensidad de lluvia (I). Definida como la cantidad de lluvia que tiende a caer sobre un punto exacto por unidad de tiempo, es decir la cantidad de agua de la precipitación y se mide en milímetros por unidad de tiempo, puede ser instantánea o promedio, pero usualmente se ocupa el promedio y se expresa de la siguiente manera (Morán, 2010):

$$i = \frac{P}{t} \quad (32)$$

i = intensidad (mm/h)

P = precipitación (mm)

t = duración (h)

Frecuencia de lluvia o periodo de retorno. En la ingeniería el período de retorno se define como un estimador de probabilidades de ocurrencia de (x) o (y) evento en un período determinado, dicho período suele estimarse mediante cálculos de distribuciones de probabilidad. Dentro de la hidrología se realiza un análisis a partir de un registro de precipitación máxima de cada 24 horas, a lo largo de años consecutivos (*Período de retorno - Wikipedia, la enciclopedia libre, s/f*).

Para el diseño de determinadas obras es un requisito poseer un estudio que contemple el periodo de retorno, entre ellas están la velocidad del viento, intensidad de un sismo, precipitación, caudales, altura de olas, etc. Estos análisis permiten establecer cierto nivel de seguridad y funcionalidad en las estructuras a realizar (*Período de retorno - Wikipedia, la enciclopedia libre, s/f*).

Por otro lado, dentro de la seguridad se contempla las variables de diseño óptimo, como evitar el uso de valores extremos, evitando sobre dimensionamientos y sobre todo estructuras o propuestas muy costosas. Además, es importante mencionar los diseños conservadores, ya que el fin es proponer o dar soluciones que tengan un balance óptimo entre la confiabilidad, economía y función social (*Período de retorno - Wikipedia, la enciclopedia libre, s/f*).

$$P = \frac{1}{Tr} \quad (33)$$

El riesgo es la probabilidad de ocurrencia de algún evento hidrológico, con cierto periodo de retorno (T) durante los próximos años, donde n es la vida útil de la estructura, y está definida por la siguiente fórmula:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{Tr}\right)^n \quad (34)$$

La normativa indica que para sistemas de macro drenaje se diseñaran para escurrimientos de frecuencias superiores a 50 años, el mismo será seleccionado tomando en cuenta un análisis de los daños a propiedades y vidas humanas que puedan ocasionar escurrimientos de frecuencias superiores (SENAGUA, 2010).

Duración de la lluvia. El caudal producido será el máximo si la duración de la lluvia es igual al tiempo de concentración del área drenada, el tiempo de concentración es el tiempo que tarda el agua en llegar desde el punto más alejado de la cuenca hasta el colector, el tiempo de concentración puede ser dividido en dos, 1) el tiempo de concentración inicial, que es considerado como aquel que recorrió la montaña, terreno plano, cunetas, zanjas y depresiones, y 2) es considerado el tiempo de recorrido en el colector (López Cualla, 1995).

Coefficiente de escorrentía. Es un concepto similar al coeficiente de retorno en el alcantarillado sanitario, ya que no toda el agua lluvia precipitada llega al sistema de alcantarillado, parte se puede perder por factores tales como evapotranspiración, intercepción vegetal, detención superficial en cunetas, zanjas o depresiones y por infiltración, la misma está en función de la impermeabilidad del terreno. En la siguiente tabla se presentan algunos coeficientes típicos para alcantarillados (López Cualla, 1995).

Tabla 4 *Coefficientes de escorrentía típicos*

Tipo de superficie	Coefficiente
Zonas comerciales	0.9
Desarrollos residenciales con casa continuas y predominio de zonas duras	0.75
Desarrollos residenciales multifamiliares con bloques contiguas y predominio de jardines.	0.75

Tipo de superficie	Coefficiente
Desarrollo residencial unifamiliar con casas contiguas y predominio de jardines	0.55
Desarrollo residencial con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0.45
Áreas residenciales con predominio de zonas verdes y cementerios tipo jardines.	0.3
Laderas desprovistas de vegetación	0.6
Laderas protegidas con vegetación	0.3

Fuente: (López Cualla, 1995)

Curvas de intensidad, duración, frecuencia (IDF). Las curvas de intensidad duración frecuencia comúnmente conocidas como las curvas IDF, son aquellas que representan la intensidad de lluvia expresada en milímetros por hora, para ciertas duraciones (D) que comúnmente se las puede encontrar para tiempos de 30, 60, 90, 120 y 360 minutos, también posee una frecuencia (F) que se expresa en años (Tapia et al., 2008).

Construcción de curvas de intensidad, duración, frecuencia (IDF). Para la obtención de las curvas IDF, se tomó como referencia al libro del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología “DETERMINACIÓN DE ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DE INTENSIDADES MÁXIMAS DE PRECIPITACIÓN”, misma que contiene ecuaciones para la determinación de las intensidades de un área en específico.

Como se mencionó en apartados anteriores Bullcay está ubicado en las afueras de la ciudad de Gualaceo, lo que la hace parte de la misma y sobre todo con características hidrológicas y meteorológicas muy similares. Por tal motivo se consideró la estación pluviométrica M0139 para el estudio, ubicada en Colegio Miguel Malo Gonzales en el centro urbano de la ciudad de Gualaceo.

Como tal el instituto brinda las ecuaciones necesarias para la determinación de las intensidades para cualquier periodo de retorno y duración, mismas que sirven para obtener las curvas intensidad, duración, frecuencia (IDF), las ecuaciones para la estación M0139 – Gualaceo se muestra en las ecuaciones 34 y 35.

$$5 \text{ Min} < 51.88 \text{ Min} \quad I_{TR} = 125.44 * Idt_{TR} * t^{-0.434} \quad R^2 = 0.9935 \quad (35)$$

$$51.88 \text{ Min} < 1440 \text{ Min} \quad I_{TR} = 892.87 * Idt_{TR} * t^{-0.931} \quad R^2 = 0.9992 \quad (36)$$

Donde:

I_{TR} = Intensidad para cualquier periodo de retorno y duración.

Idt_{TR} = Intensidad diaria para un periodo de retorno dado en (mm/h)

El valor de la intensidad diaria para un periodo de retorno dado se obtiene de las tablas que ofrece el instituto, en el apartado de “Intensidades Máximas en 24 horas determinadas con Información Pluviométrica”, pagina 161, los valores expuestos en la tabla se encuentran para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años, véase la Tabla 5.

Tabla 5 *Valores de Intensidad diaria ($IdTR$) para un periodo de retorno dado*

Tr (Años)	IdTR (mm/h)
2	1.55
5	1.96
10	2.23
25	2.57
50	2.82
100	3.07

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2015)

Se consideró tomar las ecuaciones que propone el INAMHI, debido a que las intensidades que se generaron son superiores a las que se obtienen con diversas distribuciones probabilísticas, las cuales se hicieron con registros pluviográficos que va de 1997 al 2013. Debido a esto se tomó dichas ecuaciones con el fin de que el diseño sea conservador.

2.4 Criterios para el diseño de alcantarillado sanitario.

Objetivo. El objetivo principal del proyecto es diseñar un sistema de alcantarillado sanitario, que cumpla con los requerimientos para un sistema óptimo y eficiente, el mismo que será fundamental para el desarrollo de la comunidad de Bullcay, partiendo de la premisa de la Organización Mundial de la Salud (OMS), que menciona el saneamiento como un factor primordial para la salud de las personas. Además, es importante recalcar las bases de diseño y las recomendaciones que estipulan los reglamentos para obtener un sistema de saneamiento con las mejores condiciones.

Disposiciones específicas. El presente proyecto se guía de la normativa del Ecuador para alcantarillados, conocida como INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN), CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. C.E.C. NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES, dicha norma es la establecida para este tipo de diseños y la más vigente.

2.4.1 Bases de diseño para alcantarillado sanitario

Periodo de diseño. El periodo de diseño es el tiempo en la cual la obra construida funcionara de manera óptima sin necesidad de alguna ampliación o intervención, el mismo está en función de las siguientes variables como el factor de economía y de la tasa de actualización, también de la vida útil de los materiales de construcción (SENAGUA, 2010).

Tabla 6 *Periodos de diseño para diferentes obras y materiales*

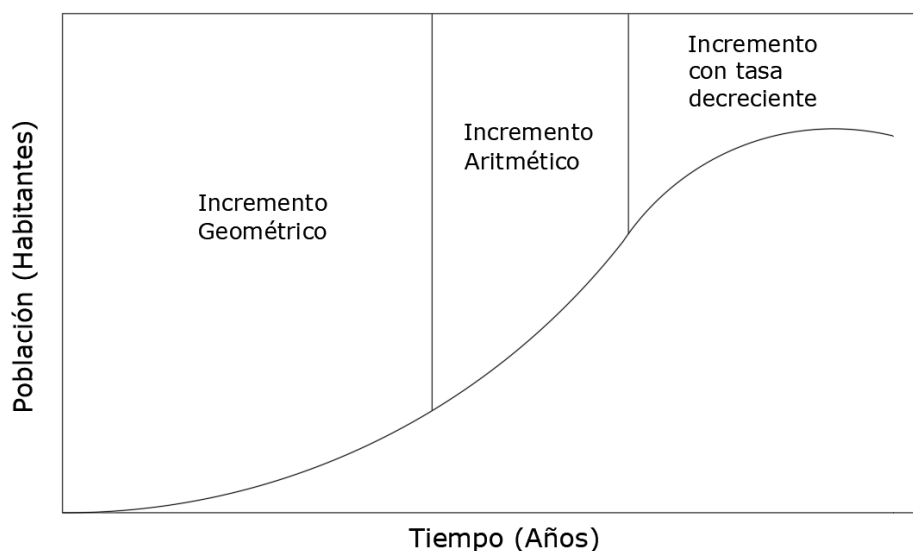
COMPONENTES Y EQUIPOS	AÑOS
Obras de captación	25 a 50
Conducciones PVC	20 a 30
Plantas de tratamiento	20 a 30
Tuberías principales y secundarias de la res de distribución: PVC	20 a 30

Fuente: (SENAGUA, 2010)

Con respecto a las normas establecidas por las entidades nacionales, recomiendan que los periodos de diseño se encuentren entre 20 a 25 años, las cuales tienen mayor facilidad de ampliación, las estructuras más comunes son tuberías, estaciones de bombeo, colectores, etc. Por otro lado, las obras construidas para un período de diseño de 50 años resultan difícilmente ampliables, por tal motivo muchas de estas estructuras son captaciones de aguas superficiales, embalses y diques (SENAGUA, 2010).

Además, es importante mencionar que las estructuras y componentes de sistemas de agua potable y alcantarillado tienen que diseñarse para periodos de diseño mayores a los 15 años. Sin embargo, un período de 20 años es óptimo para sistemas de agua potable o sistemas de disposición de residuos líquidos. Por todo lo mencionado anteriormente se adopta un periodo de diseño de 25 años (SENAGUA, 2010).

Población a beneficiarse. Para obtener las proyecciones de crecimiento de población futura se realiza el cálculo por el modelo de análisis matemático, esto debido a que no existen datos de censos de años anteriores del área de estudio. Cabe mencionar que existen datos de todo el cantón, sin embargo, no se puede obtener datos de áreas en específico cómo es el caso de la comunidad de Bullcay (Carrera Orbe, 2011).

Figura 6 Metodología del Modelo Matemático

Fuente: (Carrera Orbe, 2011)

El método matemático está representado en una curva por el crecimiento poblacional en función de la población y el tiempo, el método empieza con un aumento logarítmico de tal manera que los factores geográficos y económicos decaigan su ritmo de desarrollo, trasladándose a una forma lineal para finalmente llegar a la tercera y última etapa, en la cual se describe una disminución progresiva hasta llegar a la población de saturación. Cabe mencionar que en esta última no se registran variaciones significativas en el total de habitantes (Carrera Orbe, 2011).

En base a las normas INEN, y debido a la ausencia de datos se toman los índices de crecimiento que se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 7 Tabla de incremento poblacional

COEFICIENTES DE INCREMENTO GEOMÉTRICO	
REGIÓN GEOGRÁFICA	r (%)
Sierra	1

COEFICIENTES DE INCREMENTO GEOMÉTRICO	
REGIÓN GEOGRÁFICA	r (%)
Costa, Oriente y Galápagos	1.5

Fuente: (INEN, 1997)

Método matemático

Crecimiento geométrico. La fórmula del crecimiento geométrico es (Carrera Orbe, 2011):

$$Pf = Pi * e^{r*Δt} \quad (37)$$

En dónde:

Pf: población final

Pi: población inicial

r: coeficiente de incremento geométrico

Δt: variación de tiempo o periodo de diseño

Como antes ya se mencionó Bullcay es una comunidad que no tiene datos históricos de población, para el proyecto se decidió realizar un censo, resultado del mismo se obtuvo un valor de 1256 habitantes, dato que será considerado como la población inicial.

Densidad poblacional. También conocida como población relativa, la cual equivale al número de habitantes en cada territorio sobre el área de aportación, se la puede obtener a través de la siguiente fórmula (López Cualla, 1995).

$$Dpf = \frac{\text{Población (hab)}}{\text{Área (ha)}} \quad (38)$$

Áreas tributarias. Las áreas tributarias son el resultado de dividir el área total de estudio. El área total de la zona de estudio es de 26.43 HA. Los criterios de división de área son los siguientes (López Cualla, 1995):

- Si el área tiene geometría cuadrada, se lo obtiene trazando diagonales entre los pozos de revisión (López Cualla, 1995).
- Si su geometría es rectangular, por los lados de menor dimensión se trazará desde los pozos rectas inclinadas en 45°, para formar triángulos y trapecios como área de drenaje (López Cualla, 1995).

Para el área de aportación final se debe tener en cuenta que se deben restar lo comprendido por los caminos de acceso.

Dotación. La dotación es la cantidad de agua que se requiere para cubrir las necesidades de la población, el valor del mismo se toma dependiendo de las diversas condiciones particulares de cada población, como son las condiciones climáticas del sitio, las necesidades de los distintos servicios públicos, las necesidades de agua potable para la industria, los volúmenes de protección contra incendios, las dotaciones para el lavado de mercados, camales, plazas, calles, piletas, para riego de jardines, etc. (SENAGUA, 2010).

A continuación, se presentan las dotaciones que recomienda la secretaria del agua:

Tabla 8 Dotaciones recomendadas

Población (habitantes)	Clima	Dotación media futura (l/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160

	Cálido	170 – 200
De 5000 a 50000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 - 230
Más de 50000	Frío	>200
	Templado	>220
	Cálido	>230

Fuente: (SENAGUA, 2010)

Coefficiente de retorno. Este coeficiente ayuda a tomar en cuenta el hecho de que no toda el agua consumida dentro del domicilio es devuelta al alcantarillado, debido a varios factores como lo es el uso para riego, lavado de pisos, cocina, entre otros (López Cualla, 1995). Entonces este factor proporciona el porcentaje del total de agua consumida que es devuelta hacia el alcantarillado, por tal motivo la Política de Salud Ocupacional, Seguridad Industrial y Control Ambiental (SSA) ha establecido un consumo de agua potable que vierte al sistema de alcantarillado entre un 70 y 80% (Carrera Orbe, 2011).

Caudales de diseño. Para el diseño del alcantarillado sanitario se debe tomar en cuenta cierta cantidad de caudales que son parte del día a día de los residuos del ser humano, entre ellas están las aguas residuales domésticas, aguas residuales industriales, comerciales e institucionales, aguas de infiltración y conexiones erradas (López Cualla, 1995).

Caudal de aguas residuales domésticas. Se lo define como la contribución durante un periodo de 24 horas, obtenida como el promedio durante un año. Cuando no se dispone de datos de aportes de aguas residuales, que es lo más usual en la mayoría de casos, se debe cuantificar tomando en cuenta el aporte en base al consumo de agua potable (López Cualla, 1995).

El caudal de aguas residuales domesticas se expresa como:

$$Q_{ar} = \frac{CR * C * D * A}{\frac{86400 \text{ s}}{\text{día}}} \quad (39)$$

En donde:

Q= Caudal de aguas residuales domésticas, L/s.

CR= Coeficiente de retorno

C= Consumo de agua potable, L/Hab*d

D= Densidad poblacional (Hab/Ha)

A= Área de drenaje de la zona (Ha)

Caudal industrial. Este aporte de aguas residuales debe ser evaluado para cada caso en particular ya que depende de la industria, para pequeñas industrias este aporte medio puede tomarse de 1.5 L/s*Ha (López Cualla, 1995).

Caudal comercial. Para sectores comerciales se lo puede ponderar un aporte medio diario de 2 L/s*Ha, pero se deberá analizar en zonas mixtas, comerciales y residenciales (López Cualla, 1995).

Caudal Institucional. Se lo considera como el caudal industrial, varía de acuerdo con el tipo y el tamaño de la institución, por lo que debe considerarse cada caso en particular. Pero para instituciones pequeñas puede tomarse un aporte medio diario de 0.8 L/s*Ha (López Cualla, 1995).

Caudal medio diario de aguas residuales. Este caudal resulta de sumar los aportes domésticos con los industriales, comerciales e institucionales, véase la ecuación (40) (López Cualla, 1995).

$$Q_m = Q_{ar} + Q_{ind} + Q_{com} + Q_{ins} \quad (40)$$

Factor de mayoración y simultaneidad de Harmon (K). Su función es mayorar el caudal de aguas residuales, ya que se debe tener en cuenta la simultaneidad de caudales a la hora de máxima demanda. En poblaciones numerosas este valor tiende a ser igual a 2.5. Se lo puede calcular con la siguiente ecuación (Jácome & Solis García, 2018).

$$k = \frac{18 + \sqrt{\frac{P}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}} \quad (41)$$

Donde:

P: Representa el número de habitantes en miles de habitantes.

Caudal máximo horario de aguas residuales. Es el caudal de diseño de los colectores, se lo determina a partir de factores de mayoración o simultaneidad del caudal medio diario obtenido anteriormente, los cuales se seleccionan de acuerdo con las características propias de la población. Para poblaciones menores a 1000 habitantes puede emplearse los factores de Babbitt y si la población es mayor a 1000 habitantes se utilizará el método o coeficiente de simultaneidad de Harmon (López Cualla, 1995).

$$Q_{max\ horario} = Q * \frac{18 + \sqrt{\frac{P}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}} \quad (42)$$

En donde

Q= Caudal máximo horario de aguas residuales

P= Población en miles de habitantes

Caudal de infiltración. Generalmente, no es posible evitar la infiltración de aguas subterráneas, comúnmente las aguas freáticas cruzan a través de las fisuras en los colectores, cómo también por las juntas mal llevadas a cabo y sobre todo las mismas estructuras que de cierta manera permiten la infiltración del agua. También es importante mencionar el coeficiente de infiltración, la cual está en función de la altura del nivel freático, estado, tipo, cuidado y dimensiones de la alcantarilla, pero sobre todo de las diferentes precipitaciones y la permeabilidad del suelo (López Cualla, 1995). En este estudio este caudal no se lo tomará en cuenta debido a que el material de la tubería es de PVC.

Caudal de conexiones erradas. Proviene de las conexiones que equivocadamente se hacen de las aguas lluvias domiciliarias y de conexiones clandestinas, se puede adoptar un caudal entre 1 y 3 L/s.Ha.

Caudal de diseño.

Con respecto al caudal de diseño este se obtiene al sumar el caudal máximo horario más el caudal de infiltración y el de conexiones erradas.

$$Q_{diseño} = Q_{max\ horario} + Q_{erradas} + Q_{infiltración} \quad (43)$$

2.5 Sumideros

Los sumideros son aquellas estructuras destinadas a interceptar o captar el agua de lluvia, mejor conocida como el escurrimiento que proviene de las áreas impermeables como, calles, viviendas, veredas, zonas pavimentadas, un porcentaje de áreas verdes, etc. El caudal interceptado por el sumidero es transportado a la red de alcantarillado y finalmente vertida en el punto de descarga.

Por temas de costos se considera un solo tipo de sumidero, al igual que sus dimensiones. El diseño de los mismo contempla gran variedad de variables a considerar, como: la capacidad misma que es directamente proporcional a su tamaño, sección libre de pasaje, pendiente transversal, pendiente longitudinal, profundidad de depresión y rugosidad de la calle (Agua, 2007).

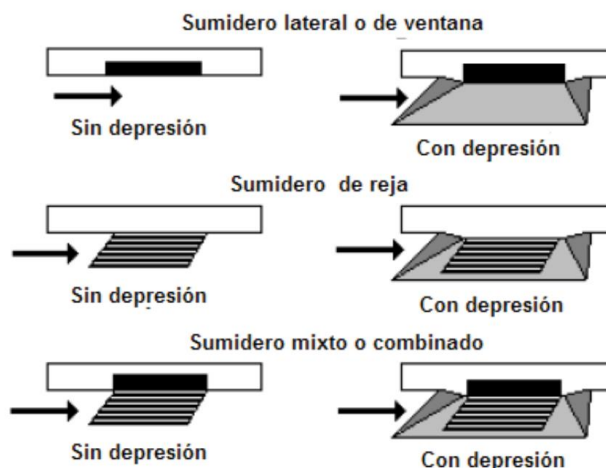
2.5.1 Tipos de sumideros

Existe gran variedad de sumideros, entre los más comunes y más utilizados se encuentran los verticales y horizontales, el primero hace referencia a su verticalidad debido a que se encuentra en la pared del bordillo, la horizontal se encuentra implantado en la solera de la cuneta ya sea transversal o longitudinalmente, en definitiva, los sumideros son definidos por las características topográficas (Agua, 2007).

- Sumideros que se caracterizan por la entrada, véase la Figura 7.
 - Sumideros de ventana
 - Combinados o mixtos
 - Enrejados en cunetas
 - Enrejados en la calzada
 - Especiales
- Sumideros que se caracterizan por su ubicación
 - Intermedios
 - De puntos bajos
 - De cruce o boca calles
- Sumideros que se caracterizan por su funcionamiento
 - Saturados

➤ Libres

Figura 7 Clasificación de sumideros de acuerdo a la entrada



Nota. Reproducida de la Norma Boliviana, Fuente: (Agua, 2007)

2.5.2 Consideraciones generales para el diseño de sumideros.

Con el fin de tomar el caudal de escorrentía, se coloca el número adecuado y de forma estratégica cada uno de los sumideros.

Para lugares que posean pendientes continuas se considera un espaciamiento de tal manera que el 90 % a 95% del caudal sea interceptado por la rejilla del sumidero, cuando la pendiente longitudinal supere el 5% el diseño se considera para sumideros en solera, estos pueden poseer depresión o no.

Para el caso de poseer puntos bajos se considerará un diseño en bordillo o combinado, en el caso de los sumideros de solera se toma un factor de seguridad de 2, esto para el caso de existir taponamiento de la reja.

El correcto drenaje de las aguas pluviales va de la mano con un adecuado sumidero colector, este se encuentra en función de factores físicos e hidráulicos, los cuales se describen a

continuación: ubicación, pendiente longitudinal y transversal de la cuneta, caudal del proyecto, obstrucciones e interferencia en el tráfico.

Los sumideros deberán cumplir con el objetivo de interceptar todo el caudal de las aguas de escurrimiento que se consideraron para el periodo de diseño.

Los sumideros de puntos bajos deben considerar una holgura adicional, debido a las posibles obstrucciones aguas arriba del sumidero. La obligación de esta unidad es captar el 100% de las aguas, aun en el caso de no encontrarse en un cruce de vía.

La altura de agua de la cuneta es directamente proporcional a la capacidad del sumidero, por otro lado, si el sumidero se encuentra ubicado con pendiente uniforme, esta dependerá de las características, como sección transversal, rugosidad de la cuneta, pendiente y de la superficie de del pavimento, mismas que son atribuidas como conducto libre.

Las características de escurrimiento en conducto libre necesitan ser conocidas en primera instancia, esto para determinar la capacidad del sumidero.

El diámetro de las tuberías de conexión de los sumideros no debe ser menor a 200 mm, no superar los 15 m de longitud y poseer una pendiente superior al 2% (Agua, 2007; Flores Túquerez, 2021).

2.5.3 Ubicación y espaciamiento entre sumideros

Generalmente el espacio entre sumideros y ubicación de los mismos está en función de la magnitud del caudal del proyecto, como también de los lugares que resulten inconvenientes para los peatones y tráfico vehicular. A continuación, se exponen algunos criterios para una ubicación correcta:

- Lugares bajos, mejor conocidos como puntos bajos y depresiones de las calzadas.
- En lugares en donde se reduce la pendiente longitudinal de la calle.
- Lugares en los cuales se encuentren antes de terraplenes y puentes.
- Antes de los cruces peatonales y cruces de calles de preferencia.

De preferencia se debe analizar con anterioridad los planos topográficos y calles del área de estudio, esto con el objetivo de ubicar un número de sumideros de forma estratégica, posteriormente este número de sumideros va a disminuir o aumentar dependiendo del caudal del proyecto.

Consideraciones para la construcción de los sumideros

- Se debe analizar la geometría de la calle, con el fin de elegir el número y lugar adecuado del sumidero, en algunos casos se considera dos sumideros, en otras ocasiones solamente uno, este último puede ocurrir en el caso de poseer un lado bajo.
- Para las intersecciones de las calles en algunos casos se considera bajar la depresión del sumidero, esto con el fin de evitar el flujo transversal y sobre todo para su total captación.
- En cuanto a su ubicación no se debe considerar cercano a lugares que afecten los servicios básicos como teléfono y energía eléctrica.

Generalmente se establece la ubicación de pares de sumideros a cada 40 o 60 metros de distancia de la calle. Sin embargo, la norma boliviana establece los siguientes rangos, véase la Tabla 9.

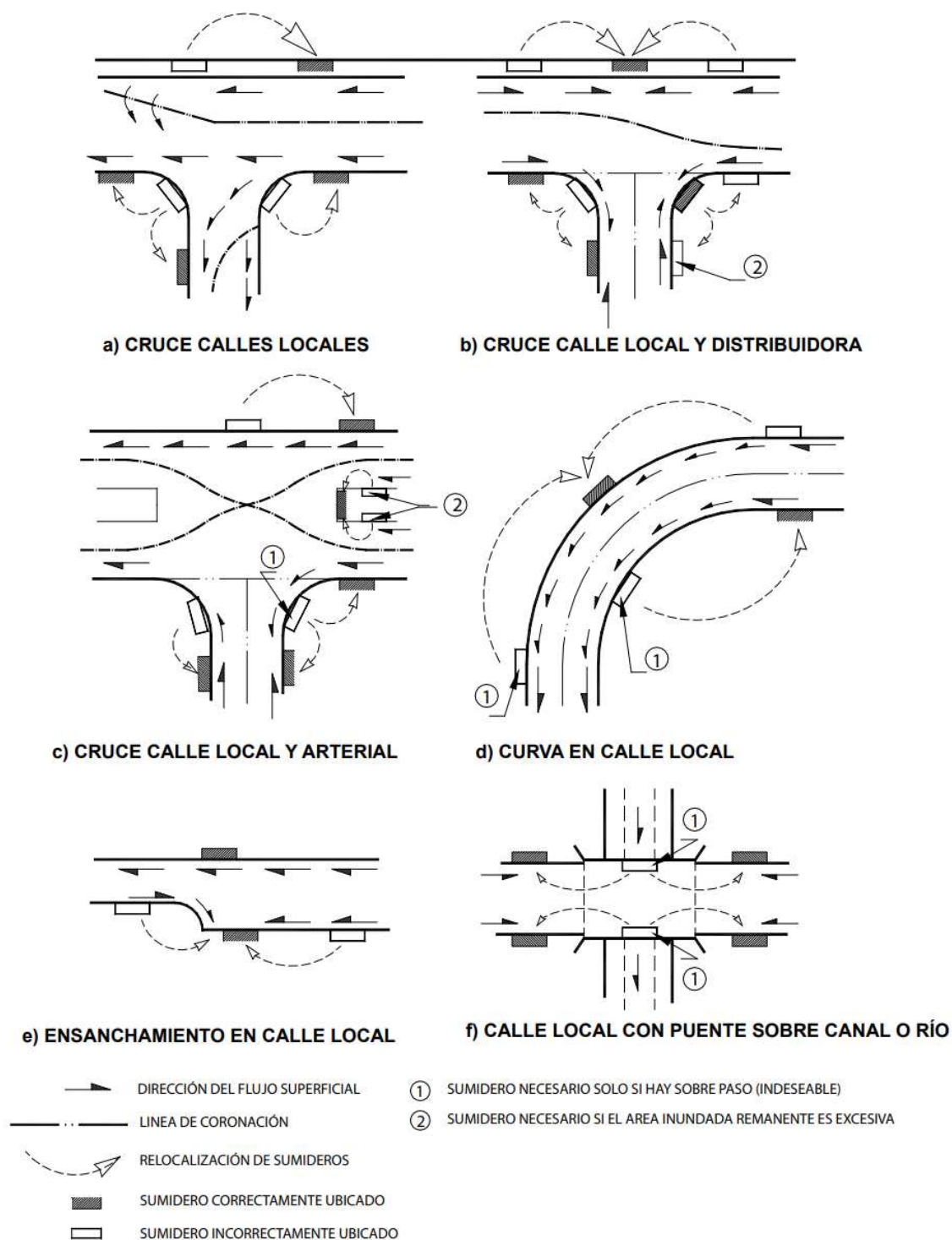
Tabla 9 *Ubicación de sumideros*

Pendiente (%)	Espaciamiento (m)
0.4	50
0.4 - 0.6	60
0.6 - 1	70
0.6 - 3	80

Fuente: (Agua, 2007)

Además, para calles con anchos superiores a 20 m y pendientes mayores, se considera una distancia máxima de 50 metros, se presenta las siguientes figuras.

Figura 9 *Ubicación de los sumideros*



Fuente: (Agua, 2007)

2.5.4 *Diseño del sumidero*

Para determinar las dimensiones del sumidero se consideró utilizar la ecuación (44), misma que corresponde a un sumidero con rejilla, esta cumple el objetivo de captar el caudal total que llega al mismo (López Cualla, 1995).

$$Q = 2.96 * A_o * (Y + a)^{1/2} \quad (44)$$

Q = Caudal en la cuneta

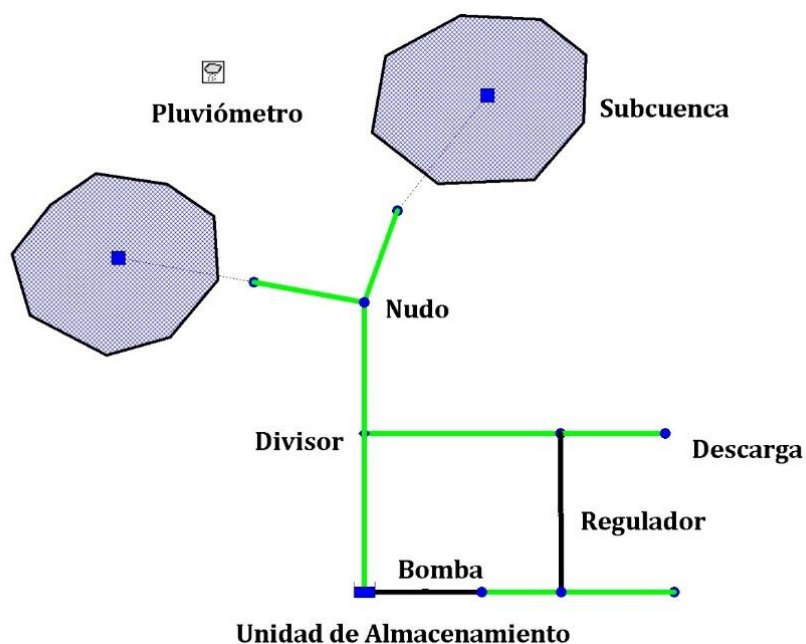
Ao = área neta de la rejilla (m²)

Y = profundidad de agua en aproximación al sumidero (m)

A = depresión de la cuneta (m)

Para el diseño del sumidero se consideró las observaciones generales expuestas en apartados anteriores, para la determinación de la longitud y ancho del sumidero se ocupó la ecuación (44), de la cual se obtuvo una longitud de 0.7 metros y 0.5 metros de ancho, la cual abarca un caudal de 130 lt/s, debido a la gran variedad de dimensiones se considera una única medida, la cual deberá interceptar el caudal de escorrentía. El diseño del sumidero se expone en el ANEXO 3.

Figura 10 Componentes Físicos Empleados en el Modelo de un Sistema de Drenaje



Nota. Reproducida de Visión Conceptual del Fenómeno de la Escorrentía en SWMM de Manual de Usuario de EPA SWMM, Fuente: (EPA, 2005)

Pluviómetros (Rain Gages). Los Pluviómetros (Rain Gages) suministran los datos de entrada de las precipitaciones que ocurren sobre una o varias de las cuencas definidas en el área de estudio, estos datos de lluvia pueden ser definidos por el usuario mediante series temporales de datos o provenir de un archivo externo al programa. Las propiedades principales de entrada de un pluviómetro son:

- **Formato de lluvia:** Existen tres opciones de agregar el formato de lluvia:
 - **INTENSITY:** (hietograma) en la cual el valor de las precipitaciones es la intensidad media de lluvia del registro en (mm/h o in/h).

- **VOLUMEN:** (Pluviograma) el volumen de lluvia está representado por cada valor de precipitación que se ha tomado a lo largo del intervalo de registro y se expresa en (mm o in).
- **CUMULATIVE:** (Pluviograma acumulado), la acumulada está conformada por los valores de precipitación desde el comienzo de la misma y se expresa en (mm o in)
- **Intervalo de lluvia:** Este es el tiempo que transcurre entre las lecturas del pluviómetro, puede ser cada hora, cada 15 minutos, etc.
- **Serie temporal (TIME SERIES)** Las series temporales en EPA SWMM son consideradas para definir las propiedades de algunos objetos, los cuales varían a lo largo del tiempo, estos pueden ser datos de lluvia, temperatura, evaporación, entre otros.
- **Nombre de la serie:** Apartado en el cual se ingresa la serie temporal.

2.6 Descripción del software EPA SWMM para diseño de Alcantarillado

El Storm Water Management Model (Modelo de Gestión de Aguas Pluviales) de la EPA es un software que utiliza un modelo dinámico para la simulación de precipitación escurriente, que se lo puede utilizar para un único acontecimiento o para realizar una simulación continua en un periodo extendido.

El módulo de escurriente de SWMM actúa con una serie de cuencas donde cae agua de lluvia y que genera la escurriente, luego el modelo hidráulico de SWMM analiza el recorrido de estas aguas por medio de un sistema compuesto por tuberías, canales, dispositivos de almacenamiento y tratamiento, bombas y elementos reguladores.

Para poder interpretar el modelo de transformación lluvia escorrentía, la EPA desarrollo un modelo numérico para el estudio, diseño y análisis de sistemas de drenaje urbano, que puede simular la calidad y cantidad de la escorrentía en cuencas urbanas.

2.6.1 Modelo conceptual utilizado por SWMM

El software EPA SWMM tiene un concepto del modelo de sistema de drenaje, donde colecciona parametros dentro de módulos, donde cada uno de ellos representara diversos procesos hidrológicos o hidráulicos como la precipitación, la generación de escorrentía superficial y el flujo de estas aguas.

Para representar la lluvia el software utiliza el elemento “Rain Gage”, aquí es donde se almacena los datos de precipitación, esta información podrá ser ingresada por el usuario como una serie temporal en el caso de tormentas de diseño o históricas, o a través de un archivo que contenga datos de precipitación muy extensos, como registros históricos de lluvias en pasos de tiempos discretos de un pluviómetro.

Los antecedentes del elemento “Rain Gage” son recibidos por el módulo denominado “RUNOFF” el mismo está conformado por elementos tipo “Subcatchment”, aquí se puede producir dos procesos hidrológicos como lo es las pérdidas de precipitación que considera fenómenos de infiltración, almacenamiento, intercepción en que una parte del volumen precipitado se mantiene en el módulo “RUNOFF” y la escorrentía superficial en donde el volumen precipitado restante se considera como escorrentía superficial y se envía hacia el módulo “TRANSPORT”.

El módulo “TRANSPORT” representa la red de drenaje que puede estar compuesta de secciones de cauce natural, conductos, calles, elementos de almacenamiento, etc; siendo todos

ellos los que transfieren el flujo hacia los puntos de salida de la red (disposición final), los elementos del módulo “TRANSPORT” son representados por nudos (Nodes) y conductos (Links).

Para el modelamiento de una cuenca, el elemento de captación de aguas representados por subcuencas que definen la unidad hidrológica básica de la superficie de terreno, cuyas características topográficas, hidrológicas e hidráulicas dirigen la escorrentía hacia un punto único a la salida de la subcuenca, que puede ser hacia un nudo perteneciente a la red de drenaje o directamente a otro sistema o cuenca. Cada objeto tipo de captación de aguas requiere información del área, el ancho, el ‘Rain Gage’ asociado a ella, pendiente media, etc. Además, es posible asignar una altura de almacenamiento o detención a la superficie permeable y a la impermeable, diferenciando en ésta última las superficies que permiten un almacenamiento como aquellas de poca pendiente (veredas, calles, estacionamientos, etc.) de otras de mayor pendiente donde no es posible una detención. Para cada una de estos elementos, considerados ‘Subcuenca’, se requieren sus magnitudes (ancho y perímetro) y respectivas rugosidades.

2.6.2 Componentes Físicos requeridos por el software

Los componentes físicos pueden representarse en un sistema de drenaje de aguas pluviales, estos componentes pueden representarse dentro del mapa SWMM, la siguiente figura describe cada uno de los objetos.

Cuencas (Subcatchments) o áreas de aporte

Las cuencas son unidades hidrológicas de terreno cuya topografía y elementos del sistema de drenaje conducen la escorrentía directamente hacia un punto de descarga. El usuario

del programa es el encargado de dividir el área de estudio en el número adecuado de cuencas e identificar el punto de salida (outlet) de cada una de ellas. Los puntos de salida (outlet) de cada una de las cuencas pueden ser bien nudos del sistema de drenaje o bien otras cuencas.

Las cuencas pueden dividirse en subáreas permeables e impermeables. La escorrentía superficial puede infiltrarse en la parte superior del terreno de las subáreas permeables, pero no a través de las subáreas impermeables. Las áreas impermeables pueden dividirse a su vez en dos subáreas: una que contiene el almacenamiento en depresión y otra que no lo contempla.

La infiltración de lluvia de las zonas permeables de una determinada cuenca sobre la parte superior del suelo no saturado puede describirse utilizando tres modelos diferentes:

- El modelo de infiltración de Horton.
- El modelo de infiltración de Green-Ampt.
- El modelo de infiltración basado en el Número de Curva del SCS.

El resto de los parámetros principales de entrada de una cuenca son:

- **Área:** Este apartado hace referencia al área que tendrá la subcuenca, la misma es variable en todo el proyecto.
- **Ancho característico:** Se define como el área de la cuenca entre la longitud del cauce principal, este ancho es perpendicular a la dirección del agua que drena.
- **Pendiente:** Hace referencia a la media ponderada de todas las pendientes correspondientes a aquellas superficies enmarcadas dentro de cada subcuenca, además este criterio es importante porque repercute mucho en los resultados según (Gaceta et al., 2019).

- **Área impermeable:** Es toda aquella superficie que impide que el agua generada por la precipitación sea absorbida por el suelo, este es un parámetro importante para el análisis que tiene mucha influencia en los resultados.
- **Coeficiente *N impermeable y permeable de Manning:*** Este valor identifica la rugosidad del material presente en la superficie estudiada, este parámetro es fundamental para el resultado de la simulación, se presenta la siguiente tabla.

Tabla 10 *Tabla de coeficientes *n* de Manning para escorrentía superficial en la subcuenca.*

Superficie	n
Asfalto liso	0.011
Hormigón liso	0.012
Revestimiento de hormigón basto	0.013
Madera pulida	0.014
Ladrillo con mortero de cemento	0.014
Arcilla vitrificada	0.015
Fundición de hierro	0.015
Tuberías de metal corrugada	0.024
Superficie de escombrera	0.024
Terreno improductivo (libre de residuos)	0.05
Terreno cultivado	
Cubierta de residuos < 20%	0.06
Cubierta de residuos > 20%	0.17
Pasto natural	0.13
Hierba	
Corta, pradera	0.15
Densa	0.24
Hierba Bermuda	0.41
Bosque	
Con cubierta ligera de arbustos	0.40
Con cubierta densa de arbustos	0.80

Fuente: (EPA, 2005)

- **Almacenamiento en depresión:** Es el estancamiento que se genera en las subcuencas cuando se produce una precipitación, el valor de la profundidad de almacenamiento en depresión se expresa en mm, se presenta la siguiente tabla.

Tabla 11 *Tabla con valores típicos de almacenamiento en depresión*

Superficie impermeable	1.25 - 2.5 mm
Césped y hierva	2.5 - 5 mm
Pastos y prados	≈ 5 mm
Lecho forestal	≈ 7.5 mm

Fuente: (EPA, 2005)

- **Área impermeable sin almacenamiento en depresión:** Indica el porcentaje de área impermeable que no tiene almacenamiento en depresión.
- **Flujo entre subáreas:** Aquí se selecciona el sentido del flujo interno entre las áreas impermeable y permeable de la cuenca, se tiene las siguientes:
 IMPERV: Flujo desde permeable hacia impermeable.
 PERV: Flujo desde impermeable hacia permeable.
 OUTLET: Ambas áreas aportan directamente la descarga.

Nudos de Conexión. Las conexiones son nudos del sistema de drenaje donde se conectan diferentes líneas entre sí, físicamente representan la confluencia de canales superficiales naturales, pozos de registro (manholes) del sistema de drenaje, o elementos de conexión de tuberías. Los aportes externos de caudal entran en el sistema a través de las conexiones. El exceso de agua en un nudo se traduce en un flujo parcialmente presurizado mientras las conducciones conectadas se encuentren en carga. Este exceso de agua puede perderse

completamente del sistema o por el contrario estancarse en la parte superior para posteriormente volver a entrar de nuevo en la conexión.

Los parámetros principales de entrada de una conexión son:

- ***Profundidad máxima:*** Profundidad máxima del nudo, medido desde la cota del terreno, esta información también es conocida como la profundidad de corte para la incorporación del pozo.
- ***Aportes:*** En este apartado se puede añadir caudales por aportes externos directos, de tiempo seco o de infiltración de la red (RDII) a un nudo del sistema de drenaje.

El mismo considera tres apartados:

- **Componente:** Se asigna la naturaleza del aporte.
- **Valor medio:** Es el valor del caudal del aporte directo hacia el nudo.
- **Serie temporal:** Muestra el valor de la serie temporal que contiene los datos del aporte para el componente seleccionado.

Vertidos (Outfalls). Son nudos terminales del sistema, definen las condiciones de contorno finales aguas abajo del sistema.

- ***Tipo:*** Hace referencia al tipo de conducción en la descarga o vertido, SWMM ofrece las siguientes:
 - ***FREE:*** Nivel de descarga determinado por el mínimo entre el calado crítico y el calado uniforme del conducto.
 - ***NORMAL:*** Nivel de descarga basado en el calado uniforme del conducto.
 - ***FIXED:*** Nivel de descarga constante.

- **TIDAL:** Nivel de descarga dado por una curva de nivel de la marca a cada hora del día.
- **TIMESERIES:** Nivel de descarga a un nivel aportado en forma de serie temporal.
- **Vertido variable en el tiempo**
 - **Nombre serie temporal:** Debido a que se considera para información pluviográfica, se indica el nombre de la serie temporal que obtiene dicha información.

Conductos. Los conductos son tuberías o canales por los que se desplaza el agua desde un nudo a otro del sistema de transporte, es posible seleccionar la sección transversal de las distintas variedades de geometrías abiertas y cerradas definidas en el programa, asimismo, el programa permite también definir áreas de sección transversal irregular permitiendo representar con ello cauces naturales. EPA SWMM emplea la ecuación de Manning para establecer la relación entre el caudal que circula por el conducto (Q), la sección del mismo (A), su radio hidráulico (Rh) y la pendiente (S) tanto para canales abiertos como para conductos cerrados parcialmente llenos.

En unidades del Sistema Internacional la ecuación de Manning se escribe:

$$Q = \frac{1}{n} * AR_h^{2/3} \sqrt{S} \quad (45)$$

Donde:

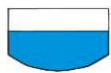
n: Coeficiente de rugosidad de Manning

S: Pendiente de la conducción

Los principales parámetros de entrada para los conductos son:

- Alturas del conducto respecto de la cota de fondo de los nudos inicial y final.
- Coeficiente de Manning para el conducto.
- Geometría de la sección transversal del conducto: el programa presenta varias características geométricas de la sección transversal para los conductos, véase la Tabla 12. A continuación, se presentan las diferentes secciones transversales de conductos que presenta el software EPA SWMM:

Tabla 12 *Diferentes secciones transversales de conductos disponibles en EPA SWMM*

Nombre	Parámetros	Forma	Nombre	Parámetros	Forma
Circular	Profundidad		Circular rellena	Profundidad, profundidad del relleno	
Rectangular Cerrado	Profundidad, ancho		Rectangular abierto	Profundidad, ancho	
Trapezoidal	Profundidad, ancho en la parte posterior, pendiente lateral.		Triangular	Profundidad, ancho en la parte superior	
Elipse Horizontal	Profundidad		Elipse Vertical	Profundidad	
Arco	Profundidad		Parabólica	Profundidad; ancho en la parte superior	
Potencial	Profundidad. Ancho en la parte superior, exponente		Rectangular - Triangular	Profundidad, ancho	
Rectangular Redondeado	Profundidad, ancho		Cesta de mano modificada	Profundidad, ancho	

Nombre	Parámetros	Forma	Nombre	Parámetros	Forma
Huevo	Profundidad		Huella de caballo	Profundidad	
Gótico	Profundidad		Catenaria	Profundidad	
Semi elíptica	Profundidad		Cesta de mano	Profundidad	
Semicircular	Profundidad				

Fuente: (EPA, 2005)

- Desnivel de líneas: este apartado en especial cuenta con dos opciones DEPTH Y ELEVATION, la primera profundidad y la segunda elevación de cotas, mismas que hacen referencia al desnivel de tuberías, o bien conocidas como saltos.
- Altura (Prof. Max): Hace referencia al diámetro de la tubería
- Desnivel de entrada y salida: Hace referencia al desnivel entre la base de la tubería y del pozo final.

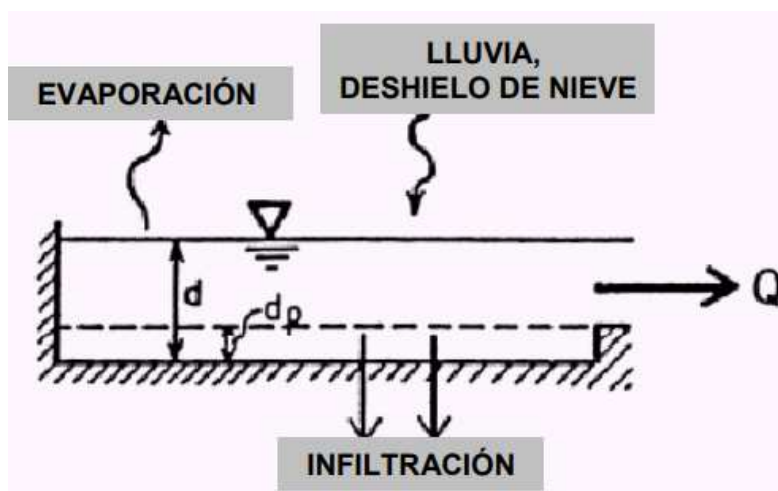
2.6.3 Métodos Computacionales para cálculo de escorrentía

SWMM es un modelo de simulación basado en fenómenos físicos, que utiliza una solución discreta en el tiempo del fenómeno. En su formulación emplea los principios de conservación de la masa, de la energía y de la cantidad de movimiento siempre que es posible. En este apartado se describen brevemente los diferentes métodos empleados por SWMM, para modelar tanto la cantidad como la calidad de la escorrentía derivada de la lluvia a lo largo de los siguientes procesos físicos:

- Escorrentía superficial.
- Infiltración.
- Aguas subterráneas.
- Deshielo de nieves.
- Comportamiento hidráulico del sistema.
- Inundaciones en la superficie del terreno.
- Comportamiento y evolución de la calidad del agua.

Escorrentía Superficial. La visión conceptual del fenómeno de la escorrentía utilizado por SWMM se presenta en la Figura 11, cada una de las cuencas se trata como un depósito no lineal. Los aportes de caudal provienen de los diferentes tipos de precipitación (lluvia, nieve) y de cualquier otra cuenca situada aguas arriba. Existen diferentes caudales de salida tales como la infiltración, la evaporación y la escorrentía superficial. La capacidad de este “depósito” es el valor máximo de un parámetro denominado almacenamiento en depresión, que corresponde con el máximo almacenamiento en superficie debido a la inundación del terreno, la superficie mojada del suelo y los caudales interceptados en la escorrentía superficial por las irregularidades del terreno. La escorrentía superficial por unidad de área, Q , se produce únicamente cuando la profundidad del agua en este “depósito” excede el valor del máximo almacenamiento en depresión, dp , en cuyo caso el caudal de salida se obtiene por aplicación de la ecuación de Manning. La profundidad o calado de agua en la cuenca (d expresado en pies) se actualiza continuamente en cada uno de los instantes de cálculo (con el tiempo expresado en segundos), mediante la resolución numérica del balance de caudales en la cuenca.

Figura 11 *Visión conceptual del fenómeno de escorrentía*



Nota. Reproducida de Visión Conceptual del Fenómeno de la Escorrentía en SWMM de Manual de Usuario de EPA SWMM, Fuente: (EPA, 2005)

Infiltración. La infiltración es el fenómeno por el cual el agua de lluvia penetra la superficie del terreno de los suelos no saturados de las áreas permeables de la cuenca. SWMM permite seleccionar tres modelos diferentes de infiltración:

- **La ecuación de Horton.** Este método se basa en observaciones empíricas y propone que la infiltración decrece exponencialmente desde un valor inicial máximo hasta un cierto valor mínimo a lo largo del evento de lluvia. Los parámetros de entrada necesarios para este modelo son los valores de infiltración máxima y mínima, el coeficiente de decaimiento que describe lo rápido que se produce la disminución de la infiltración a lo largo del tiempo, y el tiempo necesario para saturar completamente un suelo que inicialmente estaba completamente seco.
- **El método Green-Ampt.** Para modelar el fenómeno de la infiltración este método asume la existencia de un frente húmedo brusco (sharp wetting front) en el suelo,

que separa el suelo con un determinado contenido inicial de humedad del suelo completamente saturado de la parte superior. Los parámetros necesarios son el valor del déficit inicial de humedad del suelo, la conductividad hidráulica del suelo y la altura de succión en el frente húmedo.

- ***El método del Número de Curva.*** Este método es una aproximación adoptada a partir del denominado número de Curva de NRCS (SCS) para estimar la escorrentía. Se asume así que la capacidad total de infiltración del suelo puede encontrarse en una tabla de Números de Curva tabulados. Durante un evento de lluvia esta capacidad se representa como una función de la lluvia acumulada y de la capacidad de infiltración restante. Los parámetros de entrada para este método son el número de curva, la conductividad hidráulica del suelo (utilizada para estimar un tiempo de separación mínimo entre los distintos eventos de lluvia) y el tiempo que tarda el suelo en saturarse completamente cuando inicialmente era un suelo completamente seco.

Tabla 13 *Tabla con definiciones de tipo de suelo según el NRCS*

Tipo	Descripción	H (mm/h)
A	Bajo potencial de escorrentía. Suelos con una alta tasa de infiltración incluso cuando están completamente mojados. Consisten principalmente en arenas y gravas con drenaje profundo entre bueno y excesivo.	≥ 11
B	Suelos con tasa de infiltración media cuando están completamente mojados. Consisten principalmente en suelos con drenaje profundo a moderado y texturado de grano mediano. Ejemplo: marga arcillosa o loess poco profunda.	3.75 - 7.5
C	Suelos con tasa de infiltración baja cuando están completamente mojados. Consisten principalmente en suelos con una capa que impide el flujo de agua hacia abajo, o suelos con textura de grano fino. Ejemplo: marga arcillosa o marga arenosa poco profunda.	1.25 - 3.75
D	Alto potencial de escorrentía. Suelos con tasa de infiltración muy baja cuando están completamente mojados. Consisten principalmente en	≤ 1.25

Tipo	Descripción	H (mm/h)
	suelos arcillosos con un alto potencial de expansión, con un nivel freático permanentemente alto, con cubierta de arcilla o cerca de la superficie y suelos poco profundos con una capa impermeable cerca de la superficie.	

Fuente: (EPA, 2005)

Tabla 14 Tabla con número de curva para escorrentía (CN) según el SCS.

Descripción del Uso del Suelo	Tipo de Suelos			
	A	B	C	D
Tierra cultivada				
Sin tratamiento de conservación	72	81	88	91
Con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastos y prados				
En malas condiciones	68	79	86	89
En buenas condiciones	39	61	74	80
Pradera				
En buenas condiciones	30	58	71	78
Terreno boscoso				
Poco denso, cubierta forestal pobre o inexistente	45	66	77	83
Buena cubierta forestal	25	55	70	77
Espacios abiertos (césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.)				
En buenas condiciones (75% o más de hierba)	39	61	74	80
En pobres condiciones (50 - 75% de hierba)	49	69	79	84
Zonas comerciales (85% impermeable)	89	92	94	95
Polígonos industriales (72% impermeable)	81	88	91	93
Zona residencial				
Tamaño medio de la parcela (% impermeabilidad)				
<500 m ² (65%)	77	85	90	92
1000 m ² (38%)	61	75	83	87
1500 m ² (30%)	57	72	81	86
2000 m ² (25%)	54	70	80	85
4000 m ² (20%)	51	68	79	84
Aparcamientos pavimentados, tejados, caminos asfaltados, etc.	98	98	98	98
Calles y carreteras				
Pavimentados, con cunetas y colectores de drenaje	98	98	98	98
Caminos de grava	76	85	89	91
Sucios	72	82	87	89

Fuente: (EPA, 2005)

Modelo hidráulico de transporte. El transporte de agua por el interior de cualquiera de los conductos representados en SWMM está gobernado por las ecuaciones de conservación de la masa y de la cantidad de movimiento, tanto para el flujo gradualmente variado como para el flujo transitorio (es decir, las ecuaciones de Saint Venant). El usuario de SWMM puede seleccionar el nivel de sofisticación con que desea resolver estas ecuaciones. Por ello existen tres modelos hidráulicos de transporte:

- ***Modelo de Flujo Uniforme (Steady State Routing).*** El modelo de flujo uniforme representa la forma más simple del comportamiento del agua en el interior de los conductos. Para ello se asume que en cada uno de los incrementos de tiempo de cálculo considerados el flujo es uniforme, de esta forma el modelo simplemente traslada los hidrogramas de entrada en el nudo aguas arriba del conducto hacia el nudo final del mismo, con un cierto retardo y cambio en el aspecto del mismo, para relacionar el caudal con el área y el calado en el conducto se emplea la ecuación de Manning. Este tipo de modelo hidráulico no puede tener en cuenta el almacenamiento de agua que se produce en los conductos, los fenómenos de resalto hidráulico, las pérdidas a la entrada y salida de los pozos de registro, el flujo inverso o los fenómenos de flujo presurizado.
- ***Modelo de la Onda Cinemática (Kinematic Wave).*** Este modelo hidráulico de transporte resuelve la ecuación de continuidad junto con una forma simplificada de la ecuación de cantidad de movimiento en cada una de las conducciones, esta última requiere que la pendiente de la superficie libre del agua sea igual a la pendiente de fondo del conducto. El caudal máximo que puede fluir por el interior

de un conducto es el caudal a tubo lleno determinado por la ecuación de Manning. Cualquier exceso de caudal sobre este valor en el nudo de entrada del conducto se pierde del sistema, o bien puede permanecer estancado en la parte superior del nudo de entrada y entrar posteriormente en el sistema cuando la capacidad del conducto lo permita. El modelo de la onda cinemática permite que tanto el caudal como el área varíen tanto espacial como temporalmente en el interior del conducto, esto origina una cierta atenuación y retraso en los hidrogramas de salida respecto de los caudales de entrada en los conductos.

- ***Modelo de la Onda Dinámica (Dynamic Wave)***. El modelo de transporte de la Onda Dinámica (Dynamic Wave Routing) resuelve las ecuaciones completas unidimensionales de Saint Venant y por tanto teóricamente genera los resultados más precisos, estas ecuaciones suponen la aplicación de la ecuación de continuidad y de cantidad de movimiento en las conducciones y la continuidad de los volúmenes en los nudos, con este tipo de modelo de transporte es posible representar el flujo presurizado cuando una conducción cerrada se encuentra completamente llena, de forma que el caudal que circula por la misma puede exceder del valor de caudal a tubo completamente lleno obtenido mediante la ecuación de Manning. Las inundaciones ocurren en el sistema cuando la profundidad (calado) del agua en los nudos excede el valor máximo disponible en los mismos, este exceso de caudal bien puede perderse o bien puede generar un estancamiento en la parte superior del nudo y volver a entrar al sistema de saneamiento posteriormente. El modelo de transporte de la Onda Dinámica puede contemplar efectos como el almacenamiento en los conductos, los resaltos

hidráulicos, las pérdidas en las entradas y salidas de los pozos de registro, el flujo inverso y el flujo presurizado, dado que resuelve de forma simultánea los valores de los niveles de agua en los nudos y los caudales en las conducciones puede aplicarse para cualquier tipo de configuración de red de saneamiento, incluso en el caso de que contengan nudos con múltiples divisiones del flujo aguas abajo del mismo o incluso mallas en su trazado. Se trata del método de resolución adecuado para sistemas en los que los efectos de resalto hidráulico, originados por las restricciones del flujo aguas abajo y la presencia de elementos de regulación tales como orificios y vertederos, sean importantes.

2.7 Estudios topográficos

Los estudios topográficos son un conjunto de actividades que al ser ejecutadas cumplen con el propósito de detallar áreas en específico, que se encuentran en la superficie de la Tierra definidas por el hombre. Esta disciplina se encarga de observar la superficie de la Tierra, tanto naturales como artificiales y sobre todo comprende muchos métodos para medir, procesar y difundir datos e información acerca de la misma (Castro-Moreira & Vélez-Gilces, 2017).

Los levantamientos topográficos pueden ser planimétricos, es decir, determina los puntos en el plano mediante las coordenadas (X, Y) respecto a un sistema de referencia, los levantamientos altimétricos determinan solamente la altura de los puntos sobre el plano mediante el cálculo de cotas y el levantamiento taquimétrico es el que realiza un levantamiento planimétrico y altimétrico simultáneamente, en la actualidad y gracias a la tecnología el levantamiento taquimétrico es el más realizado, ayudando a obtener el relieve de zonas de estudio con mayor precisión y en 3D, es decir con coordenadas (X, Y, Z).

2.7.1 Generalidades del estudio topográfico.

Objetivo

La finalidad de este proceso es llevar a cabo el levantamiento topográfico, con el fin de determinar las elevaciones de los puntos del terreno con respecto a un plano de referencia, para finalmente representar el relieve del área de estudio, Bullcay.

Metodología del Trabajo de campo para el estudio topográfico

Primera fase. En primera instancia el proceso llevado a cabo es el reconocimiento del lugar, proceso que depende de la magnitud del área.

Segunda fase. En segunda instancia se procede a realizar el levantamiento, para este proceso existen herramientas y equipos que ayudan para la obtención de la información, como estación total y Real Time Kinematic (RTK) herramientas muy utilizadas en el medio actual.

Tercera fase. Finalmente, con los datos obtenidos en campo, el siguiente proceso es el trabajo en gabinete, se puede utilizar el software Civil 3D y Excel, de tal manera que permita la obtención de las curvas de nivel del área estudiada.

2.8 Análisis del área para la planta de tratamiento de aguas residuales

Para determinar el área que servirá para la implantación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), se tomó las consideraciones y recomendaciones del CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. C.E.C., NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES, mismas que son establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 2012).

La ubicación idónea para la implementación del PTAR se caracteriza por considerar parámetros que estipula la norma antes mencionada, en vista de que se tiene una población futura de 1613 habitantes, se establece las siguientes consideraciones:

- a) El área debe poseer vías de fácil acceso, mismas que deben estar disponibles en todas las épocas del año.
- b) El área debe poseer redes de abastecimiento de energía eléctrica cercanas, como también la facilidad de evacuar las aguas, comúnmente que provienen de los procesos y lodos.
- c) Características de estabilidad del suelo y facilidad para construir.
- d) Poseer espacios suficientes que permitan la implantación del PTAR, las estructuras de complemento y sobre todo posibles áreas de ampliación a futuro.

La casa del operador y el área consideradas para la disposición de lodos es opcional, sin embargo, no debe estar muy lejos de la planta.

La zona del proyecto que contempla la implantación del PTAR, cumple con las características que la norma impone. En primera instancia el área posee dos vías de fácil acceso y sobre todo están disponibles en todas las épocas del año, por otra parte, el sitio considerado se encuentra cercano al río Santa Barbara y al río Cuenca, véase la Figura 12, lo cual facilita la evacuación de las aguas procesadas.

Para el abastecimiento de energía eléctrica existen postes a no más de 300 metros de distancia, lo cual facilita la incorporación de energía a la planta. Además, el área considerada posee geología de depósito aluvial que tiene un comportamiento geotécnico con niveles freáticos poco a medianamente profundos y alta permeabilidad de los depósitos y depósito coluvial con un comportamiento geotécnico susceptible a la erosión hídrica y flujos (Gualaceo, 2015).

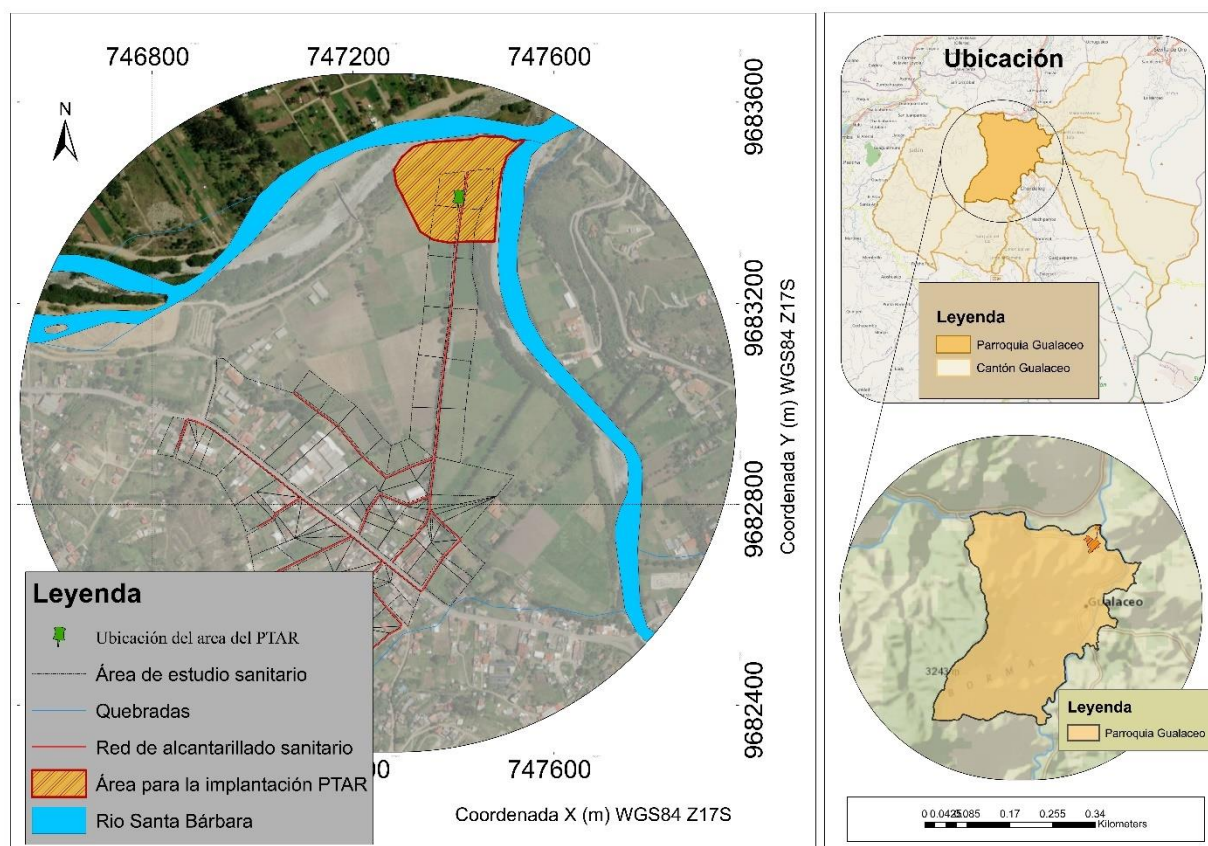
2.8.1 Georreferenciación del área para el PTAR.

Ubicación: Bullcay

Altitud: 2212 msnm

Coordenadas UTM: 17 M - 747427.67 m E - 9683456.77 m S

Figura 12 Ubicación Geográfica de la Planta de Tratamiento en la Comunidad de Bullcay



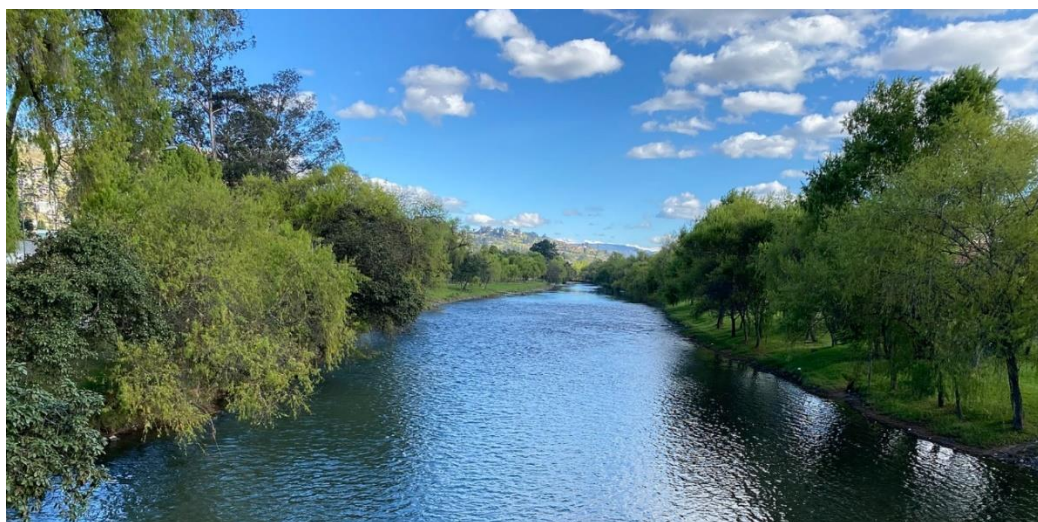
3. Ingeniería del Proyecto del Alcantarillado Separado

3.1 Análisis del Ámbito del Proyecto

3.1.1 Problemática del estado situacional de Bullcay

Como se explicó en el Planteamiento del Problema, Bullcay es una comunidad visitada y transitada por múltiples turistas y gente de fuera, por obvias razones tiende a ocupar y depender en gran medida de los servicios sanitarios, en la comunidad no existe infraestructura sanitaria, a pesar de esto existen muchos restaurantes, hosterías, hoteles y lugares muy concurridos por la gente. Además, es importante recalcar que todas las aguas servidas de estas zonas son transportadas y vertidas sobre el río Santa Bárbara, la misma se puede identificar en la Figura 13.

Figura 13 *Rio Santa Barbara, Cantón Gualaceo*



Nota. Reproducida de Cauce de Rio Santa Barbara, ubicado en el cantón Gualaceo, en la provincia del Azuay de Wikipedia, 2015 (bit.ly/3NYsGGt)

La contaminación hídrica como el caso expuesto el río Santa Bárbara es un tema de bastante complejidad, debido a que acarrea diversos problemas consigo como la destrucción de

ecosistemas, pérdida de la biodiversidad, paisajes, desequilibrio ecológico y sobre todo se ven afectada la calidad de sus aguas. La gran contaminación que puede llegar a presentarse no solo es por la falta de un alcantarillado, sino por la no existencia de una planta de tratamiento (PTAR) y está va de la mano con el sistema sanitario.

Como también ante la falta de alcantarillado pluvial, se presentan encharcamientos en diferentes áreas de las calles, esto genera un mal aspecto y problemas para la gente que transita en la zona, ya que el contar con una atarjea para que se encargue de su desfogue, no es suficiente en la comunidad.

3.1.2 Aspectos Relevantes

Para la implantación de un sistema de saneamiento como lo son la evacuación de aguas residuales y pluviales, es necesario disponer de varios estudios previos al diseño, de tal forma que permitan caracterizar el área desde un punto de vista físico y socioeconómico, entre ellos es indispensable conocer los sistemas de abastecimiento de agua potable existentes y sobre todo saneamiento básico, también conocer los planes de desarrollo urbano y sobre todo de ordenamiento territorial. Estos múltiples aspectos contribuirán a identificar la alternativa más factible e idónea, económica, técnica y sobre todo de menor impacto ambiental.

Otro aspecto importante son las pendientes, la zona se caracteriza por poseer relieves ondulados y en algunos casos relieves planos, por tal motivo el criterio del diseñador es muy importante en este apartado, de cierta manera las pendientes facilitan la dirección del flujo de las aguas.

3.1.3 Base legal

En la ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua, art 27 de servicios básicos, trata acerca del saneamiento ambiental, en donde dispone que las comunidades

deberán disponer de alcantarillado sanitario y pluvial, los mismos sistemas serán independientes sin interconexión posible. Además, el artículo 79 indica que se debe preservar todas las formas de vida, en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y de libre contaminación, el artículo 37 hace referencia a servicios públicos, en el mismo indica sobre el saneamiento ambiental del agua, que es un deber y un derecho contar con el mismo (Secretaría del Agua, 2014).

La ley orgánica de ordenamiento territorial uso y gestión del suelo, en el artículo 11 indica que los gobiernos autónomos descentralizados delimitaran los ecosistemas de escala regional y las cuencas hidrográficas para localizar las infraestructuras hidrológicas, de conformidad con las directrices de la autoridad única del agua, la infraestructura de transporte y tránsito, así como el sistema vial de ámbito regional (Asamblea Nacional del Ecuador, 2016).

Además, se ayuda a cumplir uno de los Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) más importantes, el cual es: “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”.

3.1.4 Rol de las Instituciones

El GAD Municipal Gualaceo, de acuerdo a sus competencias constitucionales es la entidad encargada de evaluar diseñar y construir infraestructura de agua potable y alcantarillado que permite progresar al cantón. Por lo tanto, el mencionado GAD municipal ha creado el EMAPAS para atender de mejor manera las necesidades de saneamiento, la cual tiene la competencia en el tema, igualmente, las comunidades pertenecientes al mismo están involucradas dentro de este servicio, sin embargo, son muchas de estas comunidades que aún no poseen servicios de alcantarillado, planta de tratamiento de aguas servidas, etc.

Por otra parte, también son responsables de controlar la contaminación que se da en el cantón ya sea por basura, aguas residuales, pluviales, químicos, lavado de autos, etc. Como en el caso de las comunidades que no poseen un sistema de alcantarillado y una planta de tratamiento, o las comunidades que no tienen un recolector de basura, etc. Son muchos los problemas que se generan a nivel del cantón, sin embargo, el rol de las autoridades es analizar, estudiar y mejorar los servicios básicos.

Además, es necesario mencionar que se deben priorizar las obras de saneamiento a construir, los diferentes inconvenientes generados a nivel del cantón pueden ser muchos, sin embargo, los de mayor magnitud deberían ser los problemas solucionados en primera instancia, bajo el punto de vista del gobierno, el servicio de alcantarillado es uno de ellos.

3.2 Estudios básicos de ingeniería

3.2.1 Generalidades

Los estudios básicos de ingeniería son los encargados de definir los lineamientos básicos de un proyecto, generalmente es un grupo de ingenieros designados a cargo de la ingeniería básica, los cuales tienen la responsabilidad de realizar a detalle la elaboración de diseños.

Recopilación de información. En primera instancia, la primera actividad programada es el reconocimiento en campo del área de estudio, por otro lado, se obtuvo información gracias al GAD Municipal de Gualaceo, cuyos técnicos trabajaron conjuntamente en el desarrollo del presente proyecto.

Evaluación de la información. La información recaudada es muy poca, a más del reconocimiento en campo se pudo obtener el catastro del área de estudio, cómo también los datos

hidrológicos, los cuales se obtuvieron del INAMHI según la estación meteorológica más cercana a la zona de estudio, en este caso de la estación M-039 de la ciudad de Gualaceo.

Reconocimiento de campo. Las visitas en campo son una de las primeras actividades que se realizaron en el proyecto, dicha actividad permitió evaluar las variables más importantes de Bullcay, algunas de ellas se presentaron en el apartado de Problemática del estado situacional de Bullcay.

Otra variable de gran relevancia es la planificación urbanística, de lo cual se pudo observar que no existe dicha planificación, sin embargo, existen calles terciarias que se han generado gracias a los asentamientos humanos, dichos asentamientos se han desarrollado paralelamente a la vía colectora (Vía Gualaceo – Gualaquiza (594)). Además, es importante mencionar la calidad de las vías, con respecto a la vía colectora se encuentra pavimentada y en buenas condiciones, caso contrario a la que se encuentran las vías aledañas.

Además, se definieron las calles para realizar el trazado de las redes de drenaje, también, es importante mencionar que el área tiene pendientes bajas, pero totalmente trabajables, en cuanto al levantamiento topográfico del área, se encuentra descrita en los siguientes apartados. Cabe recalcar que no existe levantamiento topográfico o proyectos realizados en esta área, de tal manera que todo lo que se realizó es nuevo.

Con lo mencionado anteriormente se llega a la conclusión de que Bullcay es una zona con carencias de salubridad e higiene, por tal razón la implementación del servicio de alcantarillado es una solución viable.

3.2.2 Resultados de Estudios topográficos

Trabajos de campo

Reconocimiento del área del proyecto para el estudio topográfico. Durante el proyecto se han realizado múltiples recorridos para localizar puntos estratégicos para la colocación de puntos de control, como también para encontrar puntos de control (BM) para tener una mejor referencia a la hora de realizar el levantamiento topográfico.

Se realizó una red de Hitos con estacas en el suelo del área de estudio, siempre en zonas estratégicas, teniendo así una red de Hitos tipo poligonal la cual se realizará con el uso de una estación total y RTK.

Equipos utilizados. Los equipos utilizados para la obtención de la topografía del área de estudio son los siguientes:

Tabla 15. Equipos utilizados para realizar el levantamiento topográfico

Equipo	Marca	Modelo	Cantidad
GPS Navegador	GARMIN	Oregón 550	1
Estación Total	Trimble	M-3 n2	1
Trípode de aluminio	Trimble	AST 9	1
Bastones para prisma	Trimble	NLS 31	1
Prismas con Porta prismas	Trimble	NOR	1
GPS Navegador	Garmin	Oregón 550	1
RTK	Trimble	R8s	1

Fuente: Elaborado por los autores.

Procedimiento de trabajo. Teniendo conocimiento del área de estudio, además de los BM, la topografía se apoyará de varios Hitos ubicados en la zona de estudio para el control horizontal y vertical, las coordenadas de estos puntos estarán determinadas de acuerdo a las

coordenadas señaladas debidamente IN SITU, para posteriormente ser enlazados a una estación total y continuar con el levantamiento. Utilizando los puntos de base, se realizará el empalme de nuevos puntos o referencias que van a ser ubicadas en sitios estratégicos para su conservación y uso posterior, los mismos puntos están ubicados en sitios visibles que permiten su conservación y posterior localización.

Referenciación. Para la georreferenciación de la zona de estudio se utilizó una estación total y RTK, una vez determinada la red de topografía que está constituida por hitos de control, a partir de los cuales se enlazaron los restos de vértices secundarios para el levantamiento de la zona de estudio.

Trabajos de gabinete. Los puntos levantados fueron procesados mediante hojas de Excel para verificación de datos obtenidos como son (coordenadas, descripción de puntos, puntos de elevación, nomenclatura designada, etc.) para posteriormente ser insertados en el software AutoCAD Civil 3D 2021 que permite realizar el trazado de la zona de Bullcay y post proceso de puntos de acuerdo a su posicionamiento, facilitando el proceso de triangulación y modelación de superficies.

En cuanto a la triangulación esta permite la utilización de líneas de rotura de acuerdo a la trayectoria de la vía, quebradas, y pendientes de la zona, obteniéndose un modelo digital del terreno en 3D lo más cercano a la realidad, este modelo digital del terreno con curvas cada metro servirá para posteriormente realizar el diseño horizontal y vertical del diseño de alcantarillado de la zona de Bullcay. La visualización de la topografía se presenta en el ANEXO 2.

3.2.3 Resultados de los criterios para el diseño del alcantarillado pluvial

La información expuesta en el presente segmento hace referencia a los resultados obtenidos, mismos que se ejecutaron con ayuda de la información proporcionada gracias al GAD Municipal de Gualaceo, INAMHI y sobre todo a las visitas de campo llevadas a cabo, con la finalidad de comprender el problema del área de estudio y poder dar solución a la misma.

Caudales de diseño. Para la obtención del caudal de aguas lluvias se utilizó el método racional, su fórmula se muestra en la ecuación (31), la cual requiere de datos de escorrentía, área e intensidad.

Coefficiente de escorrentía. Teniendo en cuenta las características de la zona de estudio, se toma un promedio de los dos coeficientes expuestos en la Tabla 4, el objetivo de llevar a cabo este proceso es considerar un parámetro de escorrentía lo más cercano a la realidad, y por ende llegar a tener un sistema eficiente, mismo que parte de la premisa de poseer un diseño conservador.

Tabla 16 Coeficientes de escorrentía

Tipo de superficie	Coefficiente
Desarrollos residenciales multifamiliares con bloques contiguas y predominio de jardines.	0.75
Desarrollo residencial unifamiliar con casas contiguas y predominio de jardines.	0.55

Fuente: : (López Cualla, 1995)

El valor asumido para el coeficiente de escorrentía es de 0.65, promedio de los tipos de superficie expuestos anteriormente, cabe mencionar que este valor es adimensional.

$$C = \frac{0.75 + 0.55}{2} = 0.65$$

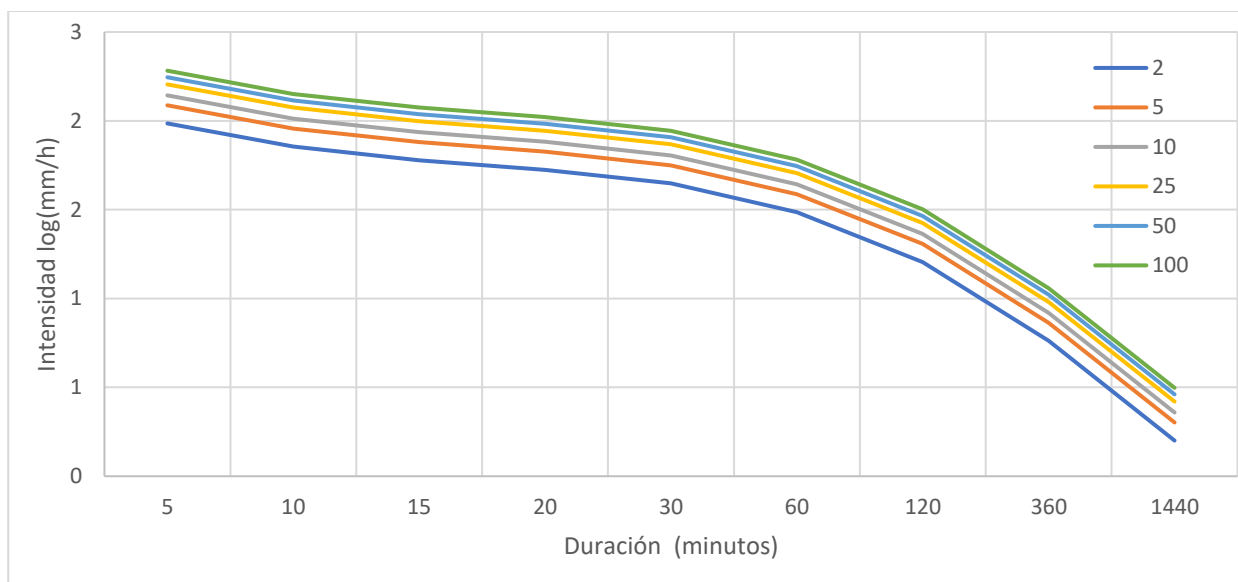
Área de drenaje (A). El área de aporte total de la zona de estudio para el alcantarillado pluvial es de 10.0563 ha. Sin embargo, en el diseño se considera áreas para cada tramo.

Intensidad (I). Para la obtención de la intensidad se requiere de un proceso metodológico, en este caso se consideró las intensidades generadas con la ayuda de las ecuaciones (35) y (36) del INAMHI, a continuación, se detalla los resultados.

Tabla 17 Intensidades para diferentes periodos de retorno y duraciones.

	Tr	IdTR	t (minutos)									
			5	10	15	20	30	60	120	360	1440	
Años	2	1.55	96.7	71.58	60.03	52.98	44.43	30.6	16.05	5.77	1.59	Intensidad (mm/h)
	5	1.96	122.28	90.51	75.9	67	56.19	38.69	20.29	7.3	2.01	
	10	2.23	139.12	102.98	86.36	76.22	63.92	44.02	23.09	8.3	2.28	
	25	2.57	160.33	118.68	99.53	87.85	73.67	50.73	26.61	9.57	2.63	
	50	2.82	175.93	130.22	109.21	96.39	80.84	55.66	29.2	10.5	2.89	
	100	3.07	191.52	141.77	118.89	104.94	88	60.6	31.78	11.43	3.14	

Nota. Las intensidades que se presentan en esta tabla son valores que corresponden al periodo de retorno de 25 años. Fuente: Elaboración propia

Figura 14 *Curvas de Intensidad, Duración, Frecuencia (IDF) del Proyecto*

Nota. Curvas IDF obtenidas gracias a las ecuaciones del INAMHI

Cálculo del caudal de diseño. Para el cálculo del caudal de diseño se utilizó el método racional, mismo que fue expuesto con anterioridad, para la obtención del caudal se utilizó la ecuación (31). Las variables con sus valores respectivos se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 18 *Valores de variables para el cálculo del caudal de aguas lluvias*

Descripción	Valor	Unidad
Coeficiente de escurrimiento	0.75	Adimensional
	0.55	Adimensional
Área de aportación total	10.072	ha
Intensidad de lluvia	variable	mm/h

Fuente: Elaboración propia

$$Q = 2,778 * 0.65 * I * 10.072$$

3.2.4 *Diseño del alcantarillado pluvial por el método racional*

Los cálculos y procesos respectivos del diseño del alcantarillado pluvial por el método racional se encuentran en el ANEXO 5.

3.2.5 *Resultados de los criterios para el diseño del alcantarillado sanitario*

Los resultados expuestos en el presente apartado comprenden el tema del alcantarillado sanitario, fundamentada con la respectiva norma y base teórica, que se encuentra en la página 44 del presente estudio.

Cálculos hidráulicos de la red de alcantarillado sanitario

Periodo de diseño. Con respecto la normativa vigente se optó por un periodo de diseño de 25 años.

Población. Para la estimación de la población futura se tomó la decisión de realizarla mediante el modelo de análisis matemático, misma que no requiere de datos de años anteriores, sin embargo, se requiere de información actual, por tal motivo, se realizó un censo poblacional a la comunidad de Bullcay, en la cual se obtuvo el dato de 1256 habitantes.

Dicho método requiere de variables como la población inicial, coeficiente de incremento geométrico y el periodo de diseño, valores que serán utilizadas en la ecuación (37) del crecimiento geométrico, para la estimación de la población futura.

El área de estudio se encuentra en la provincia del Azuay, la cual pertenece a la región Sierra, permitiendo tomar el coeficiente de incremento geométrico igual a 1 según la Tabla 7. La población inicial se considera como la población actual, por tal motivo se toma el valor de 1256 habitantes, finalmente para un periodo de diseño de 25 años.

$$r = 1\% = 0.01$$

$$\Delta t = 25 \text{ años}$$

$$Pf = 1256 * e^{0.01*25}$$

$$Pf = 1613 \text{ Habitantes}$$

Densidad poblacional. Dato obtenido mediante la ecuación (38), en la cual se obtuvo una densidad poblacional de 61.029.

$$Dpf = \frac{1613 \text{ hab}}{26.43 \text{ ha}}$$

$$Dpf = 61.029 \frac{\text{hab}}{\text{ha}}$$

Dotación. Para considerar una dotación se debe regir los reglamentos de la secretaria del agua según la Tabla 8, para el caso de estudio se cuenta con una población de 1613 habitantes, esto da a entender que se tomara los valores de la primera casilla, el clima del lugar es templado por lo que la dotación estará entre los valores de 130 – 160 l/hab/día, al realizar interpolación como se indica en la Tabla 19 se obtiene una dotación de 135 l/hab/día para el estudio.

Tabla 19 Interpolación para la obtención de la dotación

Interpolación de dotación		
1000		130
1613		X
5000		160
Dotación del área de estudio		
X	135	l/hab/día

Fuente: Elaboración propia

Caudal de aguas residuales domésticas. Para la obtención del caudal de las aguas residuales domesticas se empleó la ecuación (39), ocupando un 80% del coeficiente de

escurrimiento, una dotación del 135 lt/(hab*día), una densidad poblacional de 61.029 hab/Ha y el área que es un dato variable:

$$Q_{ar} = \frac{0.8 * 135 \frac{lt}{hab * día} * 61.029 \frac{hab}{Ha} * 26.43 Ha}{\frac{86400s}{día}}$$

$$Q_{ar} = 2.016 \frac{lt}{s}$$

Lo expresamos en unidades de área

$$Q_{ar} = \frac{2.016 \frac{lt}{s}}{26.43 Ha}$$

$$Q_{ar} = 0.076 \frac{lt}{\frac{s}{Ha}}$$

Caudal industrial. Se adopta un valor de 1.5 L/s*Ha (López Cualla, 1995).

Caudal comercial. Se adopta un valor de 2 L/s*Ha (López Cualla, 1995).

Caudal institucional. Se adopta un valor 0.8 L/s*Ha (López Cualla, 1995).

Cálculo del caudal medio de aguas residuales. Para calcular el caudal medio de aguas residuales se empleó la ecuación (42).

$$Q_m = 0.076 + 1.5 + 2 + 0.8 = 4.37 \frac{lt}{\frac{s}{Ha}}$$

Caudal máximo horario de aguas residuales. Para la obtención del caudal máximo horario de aguas residuales se empleó la ecuación (42).

$$Q_{\max \text{ horario}} = 4.376 * \frac{18 + \sqrt{\frac{1613}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{1613}{1000}}}$$

$$Q_{\max \text{ horario}} = 16 \frac{\text{lt}}{\text{s}}/\text{Hab}$$

Caudal de infiltración. No se considera este caudal ya que se utilizó tubería de PVC.

Caudal de conexiones erradas. Se considero 2 L/s.Ha, las mismas serán tomadas en cuenta en los lugares en donde no se emplace el alcantarillado pluvial.

Caudal de diseño. El caudal de diseño es igual al caudal máximo horario más el caudal de conexiones erradas como lo indica la ecuación (43), no se consideró el caudal de infiltración.

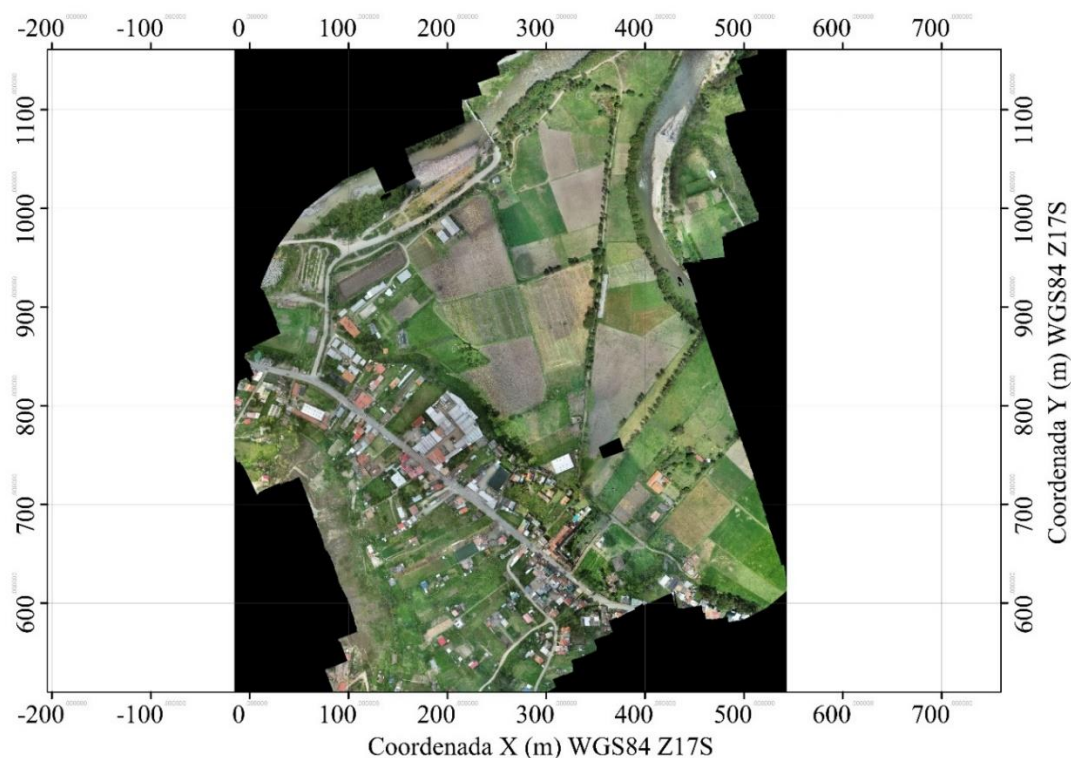
3.2.6 *Diseño del alcantarillado sanitario por el método de áreas*

Los cálculos pertinentes para el alcantarillado sanitario por el método de áreas se encuentran en el ANEXO 4, en el cual se puede apreciar datos de gran relevancia como diámetros, cotas, velocidades, pendientes y más variables.

3.3 **Modelamiento de alcantarillado separado con EPA SWMM**

En el segmento siguiente se encuentran descritos los criterios para la obtención del modelo hidrológico - hidráulico, proceso que requiere de múltiples datos y características para cada uno de los sistemas que conlleva el proyecto.

Figura 15 *Mapa de Proyecto para Modelar en EPA SWMM*



Nota. Ortofoto del área de estudio utilizada para modelamiento en EPA SWMM

3.3.1 *Criterios para el modelo de alcantarillado pluvial*

Cuencas (áreas de aporte): A continuación, se presentan los criterios que se tomaron en cuenta en subcuencas en base a las características físicas del área de estudio.

- **Ancho Característico:** La anchura característica interpretando su concepto explicado en el capítulo 2.6.2, se tiene tres en el proyecto. Para la primera anchura característica se tiene 92.25 m, la segunda con un valor 95.47 m y para la tercera de 41.98 m.
- **Área:** Este apartado hace referencia al área que tendrá la cuenca (área de aporte), puesto que la misma es variable en todo el proyecto.

- **Pendiente:** En el proyecto se tiene varias pendientes, según las características de las áreas de aporte o cuenca.
- **Área impermeable:** En el proyecto se consideró que el área impermeable vaya acorde a la cantidad de impermeabilidad que tenga el área de estudio en 25 años. Según datos de la INEC se tiene un promedio de 3.88 habitantes por vivienda (Unidad de Procesamiento (UP) de la dirección de Estudios Analíticos Estadísticos (DESAE) - Vladimir Almeida Morillo, 2010). Entonces se tiene 1613 habitantes en el año 2047 para un promedio de 3.88 habitantes por vivienda, esto quiere decir que se tendrá 416 viviendas para ese año. Luego mediante una regla de tres, en donde el área de estudio es un total de 10.0563 HA y en la actualidad con 105 viviendas ocupa 2.041 HA, con 416 viviendas se tendrá 8.086 HA, que representa el 80% de área impermeable, este dato se lo utilizará para el programa EPA SWMM.
- **Coeficiente N impermeable y permeable de Manning:** En el proyecto se tiene dos consideraciones, la primera que es para toda la vía colectora (Gualaceo – Gualaquiza (594)), la cual según la Tabla 10 se toma un valor de 0.011 para asfalto liso, mientras que para las calles secundarias se adopta un valor de 0.013 considerando revestimiento de hormigón basto.
- **Almacenamiento en depresión:** Para el proyecto según la Tabla 11 y haciendo referencia a superficie impermeable se toma el valor de 2.5 mm, mientras que para superficie permeable se considera 5 mm para césped y hierba.
- **Flujo entre subáreas:** Para el proyecto se consideró OUTLET ya que ambas áreas aportan directamente la descarga.

- **Modelo de infiltración:** El modo de infiltración para el caso de estudio del proyecto se ha tomado el número de curva, en la cual se definió un valor para toda el área de estudio, en donde se consideró datos del PDOT de Gualaceo del año 2015, la geología de la zona del proyecto en donde menciona que son depósitos aluviales de corrientes fluviales antiguas, compuestas por conglomeráticas de matriz areno-arcillosa distribuidas en los márgenes del río Paute (Gualaceo, 2015), por lo que según la Tabla 13 y lo descrito según el PDOT se elige el tipo de suelo C, consiguientemente según la Tabla 14 se define la descripción del uso del suelo como pastos y prados en buenas condiciones, con un número de curva de 74 para el proyecto.

Líneas o conductos. A continuación, se presentan los criterios y características que se tomaron en cuenta para las líneas.

- **Geometría de conductos:** Para el proyecto se consideró una tubería con sección circular parcialmente llena.
- **Coefficiente n de Manning en conductos:** Para el caso de estudio del proyecto se adoptó el valor de 0.009 debido a que en el diseño se consideró trabajar con tuberías de policloruro de vinilo (PVC).
- **Desnivel de líneas:** Se considero el apartado DEPTH por defecto, ya que en primera instancia se requiere de tuberías unidas en la base del nudo, esta se modificará según requiera el diseño.
- **Desnivel entrada y salida:** Generalmente es muy utilizada para representar saltos hidráulicos, este dato será considerado según el diseño lo requiera.

Nudos o pozos de revisión. En el presenta apartado se encuentra los criterios considerados para su implementación.

- **Modelo calculo hidráulico:** para el modelo del cálculo hidráulico se ocupa la onda cinemática, ya que su uso es exclusivamente para redes ramificadas, además mantienen una estabilidad numérica adecuada.

Vertido (descargas)

- **Tipo:** Se eligió la opción de TIMESERIES.

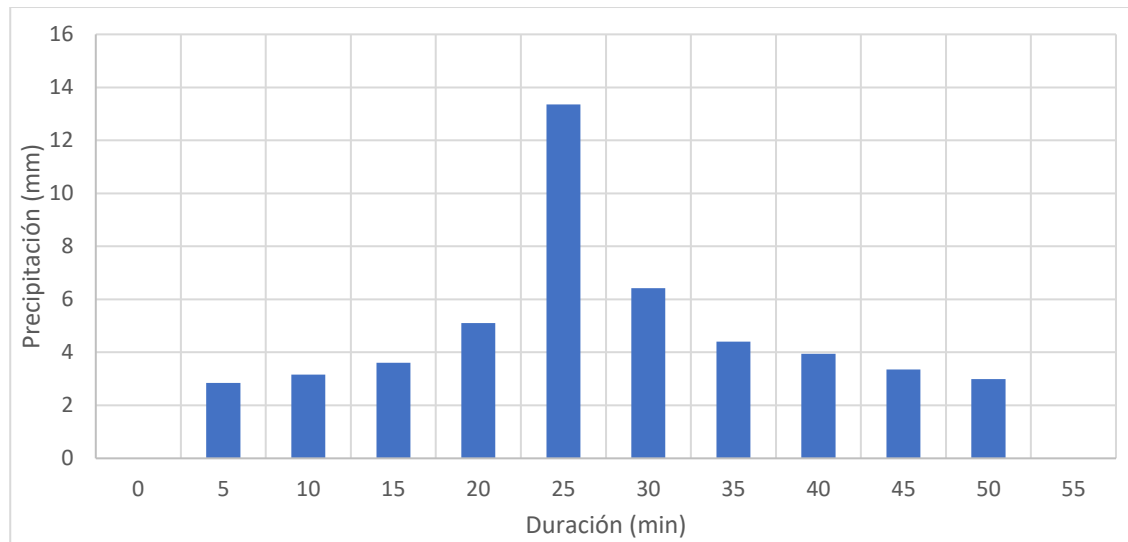
Pluviómetro (información pluviográfica requerida)

- **Formato de lluvia:** Por temas del caso de estudio se toma el formato de lluvia VOLUMEN.
- **Intervalo de lluvia:** Para el proyecto se tomó el tiempo de cada 00:05 o cada 5 minutos.
- **Origen de datos:** Para el proyecto se tomó la opción de las series temporales o TIMESERIES.
- **Serie temporal (TIME SERIES)**
 - **Nombre de la serie:** Para la incorporación de esta se trabajó con las intensidades de las curvas IDF con las ecuaciones (35) y (36), sin embargo, antes de lo comentado se realizó un estudio de tormentas del año 1997 hasta el 2019, de las cuales se obtuvo una intensidad máxima para una tormenta de duración de 50 minutos. Con lo anterior mencionado se calcularon las intensidades para el tiempo de 50 minutos, con un intervalo de tiempo de cada 5 minutos, las ecuaciones del INAMHI proporcionan intensidades acumuladas, hecho por el cual se tuvo que sacar el valor de

precipitación alternadamente para cada intervalo de tiempo, ya que se trabajó con el formato de lluvia “VOLUMEN”, con lo expuesto se presenta la Tabla 20, la columna 6 de precipitación alternada, será considerada para el programa.

Tabla 20 *Precipitaciones de series temporales*

Tiempo (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad Parcial (mm/hr)	Precipitación alternada (mm)	Intensidad parcial Alternada (mm/h)
5	160.331	13.361	13.361	160.331	2.847	34.168
10	118.678	19.780	6.419	77.025	3.156	37.867
15	99.528	24.882	5.102	61.229	3.612	43.340
20	87.846	29.282	4.400	52.800	5.102	61.229
25	79.738	33.224	3.942	47.304	13.361	160.331
30	73.671	36.836	3.612	43.340	6.419	77.025
35	68.904	40.194	3.358	40.299	4.400	52.800
40	65.024	43.349	3.156	37.867	3.942	47.304
45	61.784	46.338	2.988	35.861	3.358	40.299
50	59.022	49.185	2.847	34.168	2.988	35.861

Figura 16. *Serie temporal*

3.3.2 Criterios para el modelo de alcantarillado sanitario

Propiedades de líneas y nudos. Las propiedades para este apartado son las siguientes:

- **Coeficiente n de Manning para conductos:** Para el proyecto se adoptó el valor de 0.009 debido a que en el diseño se consideró trabajar con tuberías de policloruro de vinilo (PVC).
- **Desnivel de líneas:** Para este apartado se deja DEPTH por defecto ya que en primera instancia se requiere de tuberías unidas en la base del nudo, esta se modificará según requiera el diseño.
- **Modelo calculo hidráulico:** para el modelo del cálculo hidráulico se ocupa la de flujo uniforme, ya que representa el comportamiento del agua en el interior de los conductos, de esta manera se tendrá que trasladar los caudales hacia cada nudo final de cada tramo del alcantarillado sanitario.
- **Ecuación tubo forzada:** Se ocupa la ecuación de Darcy – Weisbach.

- ***Aportes:*** Para este apartado se consideró el aporte de los caudales calculados mediante la metodología de áreas, en este caso se asigna Flow, haciendo énfasis al caudal de alcantarillado sanitario que tendrá cada nudo.
- ***Forma:*** Para el proyecto se eligió una tubería con sección circular parcialmente llena.
- ***Desnivel entrada y salida:*** Este dato será considerado según el diseño lo requiera.

4. Discusión y Análisis de Resultados del diseño con el método racional, método de áreas y EPA SWMM

4.1 Análisis de Resultados con EPA SWMM

El análisis de resultados hace referencia a los cálculos matemáticos generados por el modelamiento en SWMM, la cual brinda información tras haber simulado el comportamiento del alcantarillado pluvial y sanitario, las cuales han sido consideradas con las características reales del área de estudio, tanto a las cuencas, nudos, líneas, descargas y pluviómetro.

Por otro lado, se expone los resultados generados del diseño de los sistemas por los métodos tradicionales, como también su comparativa con el uso del software, este último es uno de los apartados con mayor relevancia ya que el objetivo es exponer la eficiencia de EPA SWMM con respecto a las metodologías tradicionales, motivo por el cual a continuación se detalla los resultados generados.

4.2 Resultados del Modelamiento del Alcantarillado Pluvial

El resumen estadístico mostrado en este informe se basa en los resultados obtenidos en todos los intervalos de cálculo, no sólo en los intervalos registrados en el informe, como se mencionó en el capítulo Serie temporal (TIME SERIES) se consideró una tormenta de 50 minutos para la simulación.

Figura 17 *Plano de Red de Alcantarillado Pluvial*

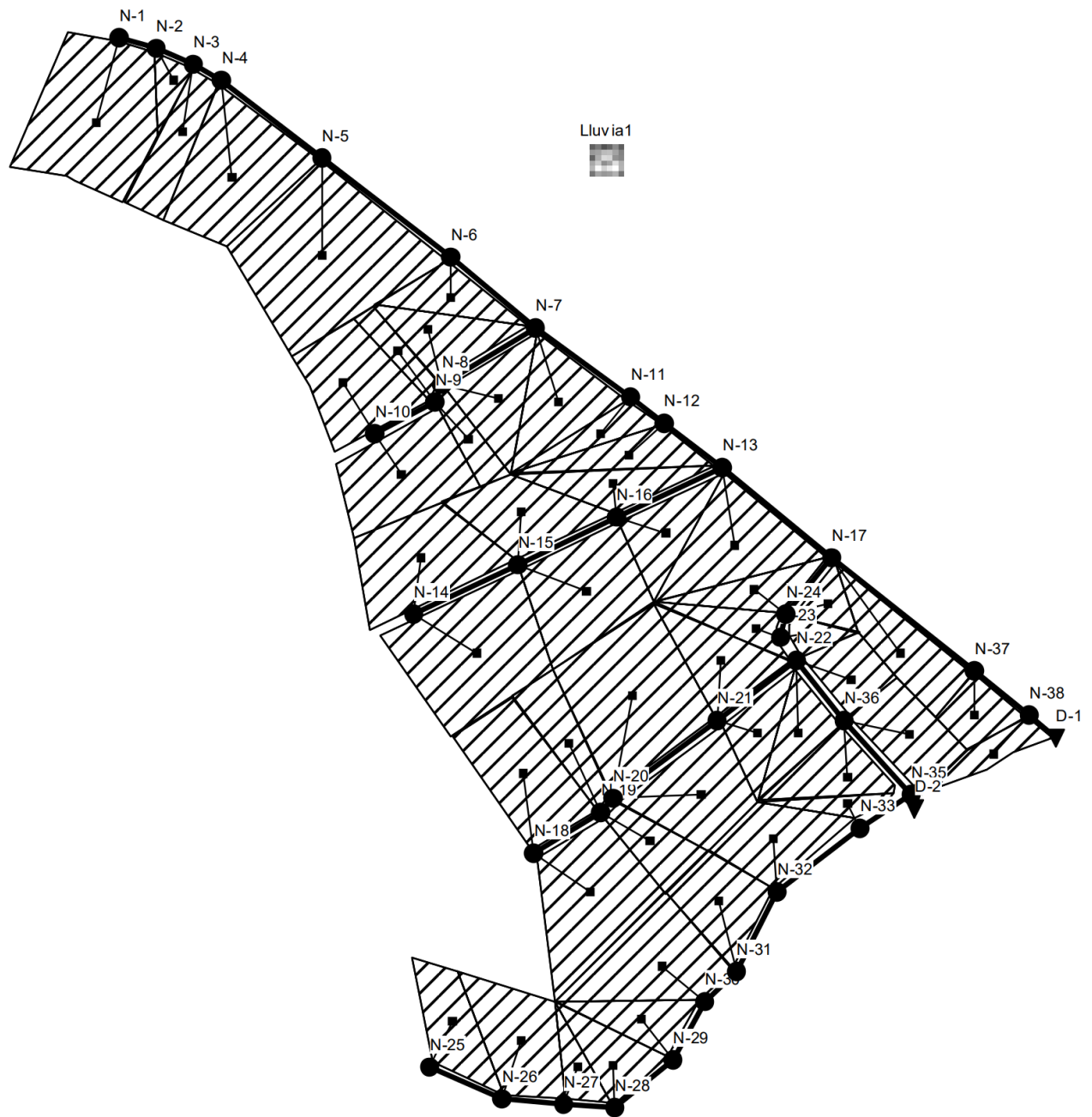
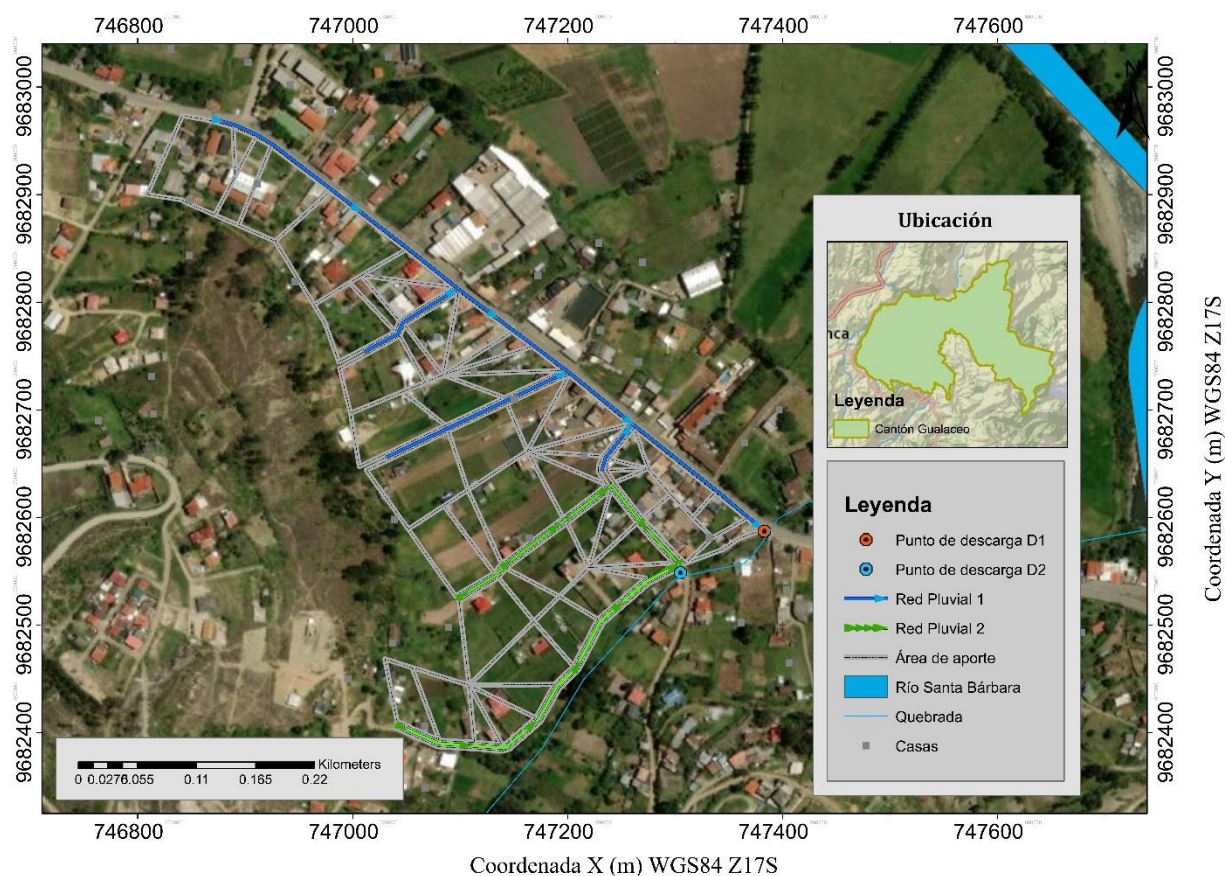


Figura 18 Especificación del área de estudio del alcantarillado pluvial



4.2.1 Calidad de la simulación

Para determinar la calidad de la simulación realizada en el software es necesario corroborar con los datos de escorrentía superficial y calculo hidráulico, los cuales no deben superar el 10% de error. Estos errores dependen de la diferencia del flujo que entra y el flujo que sale, los errores obtenidos son de -0.13% y -0.72% para escorrentía superficial y calculo hidráulico respectivamente.

4.2.2 Escorrentía superficial

La precipitación que se genera sobre el área de estudio es de 49.185 mm, de la cual 7.43 mm se infiltra en el terreno lo que quiere decir que 39.547 mm se convierte en la escorrentía

superficial, este último es dato de gran relevancia ya que es el agua de escorrentía que llega a los conductos del alcantarillado, y por último 2.273 mm corresponde al almacenamiento final en superficies permeables e impermeables, véase la Tabla 21.

Tabla 21 *Escorrentía superficial total que presenta el modelo*

Escorrentía Superficial	Volumen (Ha*m)	Altura (mm)	—
Precipitación Total	0.495	49.185	
Pérdidas Evaporación	0	0	
Pérdidas Infiltración	0.075	7.43	
Escorrentía Superficial	0.398	39.547	
Almacen. Final en Sup.	0.023	2.273	
% Error Continuidad	-0.132		

Fuente: Elaborado por el software EPA SWMM

4.2.3 Cálculo hidráulico

Del aporte de la escorrentía superficial que son los 3979 m³, la descarga total que se va por los conductos de la red de alcantarillado es de 3625 m³, mientras que 382 m³ salen por los nudos debido a que se presentan reboses por los nudos de la red de alcantarillado.

Tabla 22 *Aportes y Descargas en la simulación del modelo en EPA SWMM*

Cálculo Hidráulico	Volumen (ha*m)	Volumen (10 ³ m ³)
Aporte Tiempo Seco	0	0
Aporte Tiempo Lluvia	0.398	3.979
Aporte Ag. Subterránea	0	0
Aportes dep. Lluvia	0	0

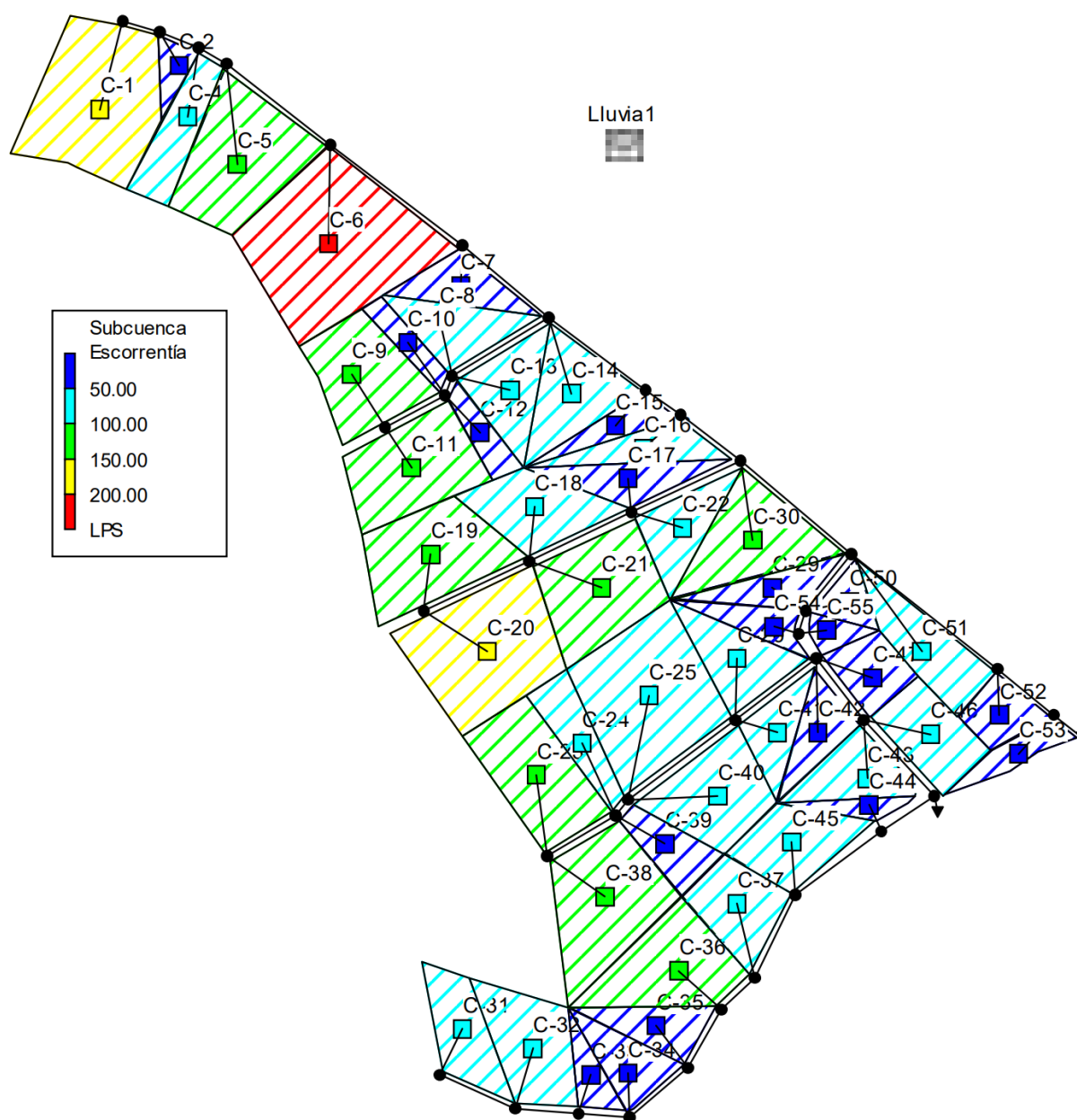
Cálculo Hidráulico	Volumen (ha*m)	Volumen (10³ m³)
Aportes Externos	0	0
Descargas Externas	0.362	3.625
Descargas Internas	0.038	0.382
Perdidas Almacenamiento	0	0
Vol. Almacenado Inicial	0	0
Vol. Almacenado Final	0	0
% Error Continuidad	-0.717	

Fuente: Elaborado por el software EPA SWMM

4.2.4 Resumen de escorrentía en subcuencas (por áreas de aporte)

La escorrentía total de las áreas de aporte es de 3582.387 LPS, por otro lado, en la Figura 19 se expone el caudal de escorrentía de cada subcuenca, estos valores corresponden al minuto 30 de la tormenta base para la simulación, que corresponde al minuto de máxima aportación a los conductos, estos caudales se encuentran en diferentes rangos, de la cual la subcuenca C-6 supera los 200 LPS, para visualizar los valores de escorrentía véase el ANEXO 8.

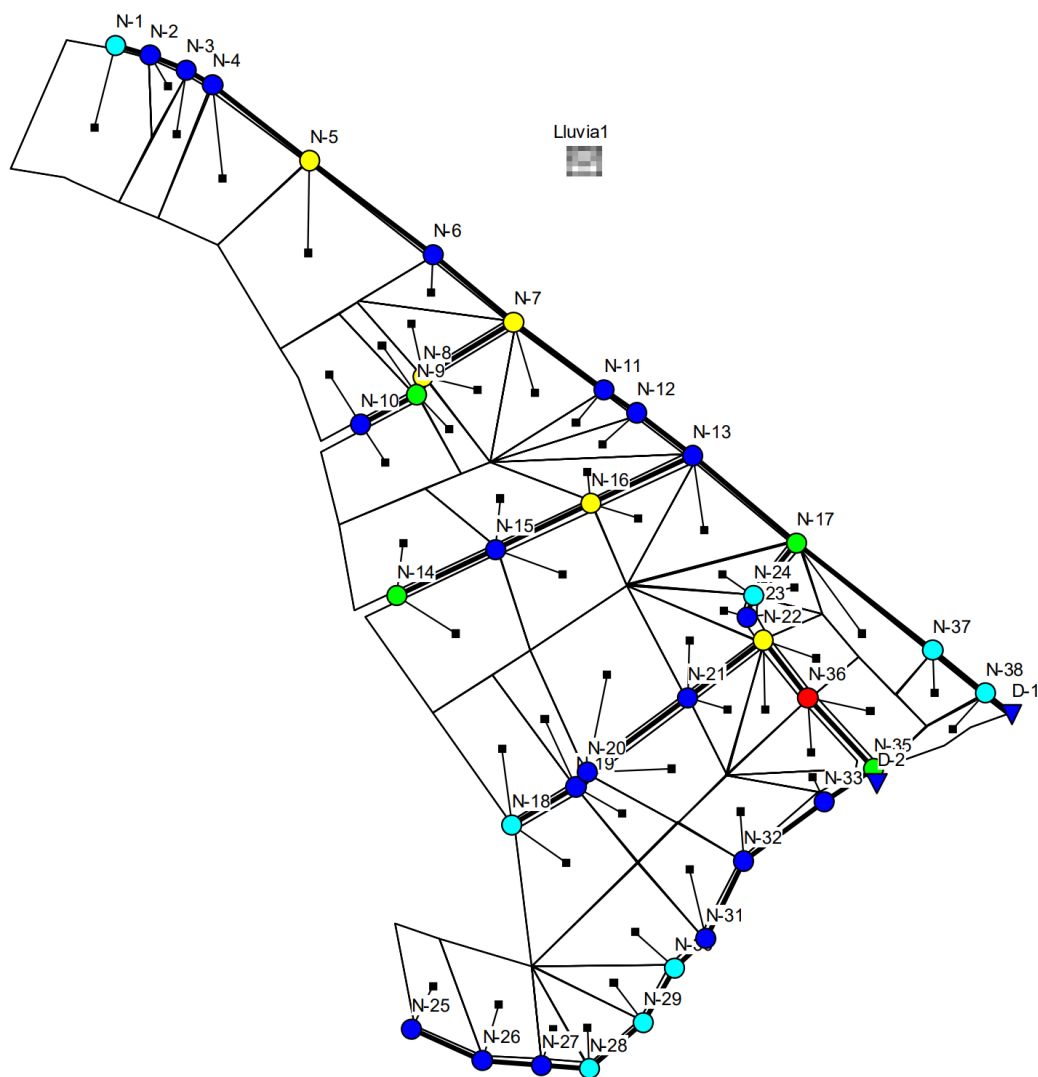
Figura 19 *Escorrentía de las Subcuencas en el minuto 30 de la Duración de Tormenta*



4.2.5 Resumen de aportes de nudos

En la Figura 20 se puede apreciar los caudales totales que llega a cada nudo, se puede observar 4 de los mismo que superan los 1200 LPS, los cuales recogen la mayor aportación de caudal de la red pluvial, la simulación expuesta corresponde al minuto 30 para el primer y

Figura 21. Reboses de agua en los nudos.



Nota. Todos los puntos que son diferentes del color azul presentan reboses de agua en la red pluvial.

Tabla 23 *Resumen de aporte lateral y aporte total máximo en el instante de máximo aporte en los nudos*

Nudo	Aporte lateral máximo (LPS)	Aporte total máximo (LPS)	Instante máximo de aporte	
			Días	Hora
N-18	248.62	248.62	0	00:30
N-19	97.56	340.33	0	00:30
N-20	155.38	495.3	0	00:30
N-21	121.42	613.93	0	00:30
N-22	93.72	705.13	0	00:30
N-36	142.29	708.39	0	00:27
N-35	0	873.04	0	00:30
D-2	0	857.17	0	00:30

Nota. Caudales de la Calle 2 y Calle 1 que se encuentra entre los nudos N-18 y el vertido D-2.

4.2.7 Resumen de vertidos

Como se mencionó anteriormente se tiene dos tramos en el sistema, por tal motivo se tiene dos puntos de descarga. Como se puede apreciar en la Tabla 24 se encuentra el caudal medio y máximo que salen de los puntos de vertido.

Tabla 24 *Caudal Medio y Máximo por cada Vertido del Sistema de Alcantarillado*

Nudo de Vertido	Frec. Vertido % Porc	Caudal Medio LPS	Caudal Máximo LPS
D-1	95.03	208.29	1367.53
D-2	95.03	142.98	857.17
Sistema	95.03	351.26	2224.71

Fuente: Elaborado por el software EPA SWMM

4.2.8 Resumen de caudales en líneas

En la Figura 22 se puede apreciar los caudales de cada conducto, en la cual se puede observar que la mayoría de las tuberías se encuentran en un rango de caudal de 300 LPS. Por otro lado, el caudal máximo generado en las tuberías corresponde a las conectadas a los vertidos, según la Tabla 24 son de 1367.53 LPS que corresponde al primer tramo, mientras que para el segundo tramo se tiene un caudal de 857.17 LPS, en el minuto de máxima aportación, para visualizar el valor del caudal en cada una de las tuberías, véase el ANEXO 10.

En la Figura 23 se expone las velocidades de las tuberías de la red de alcantarillado, en el minuto 29 existen la mayor cantidad de conductos que sobrepasan la velocidad máxima de 5 m/s, de las cuales son 11 tuberías.

En la Figura 24 se expone las capacidades de los conductos, de los cuales 18 tuberías superan el 90 % de su capacidad.

Figura 22 Caudales en los Conductos en el Minuto 30 de Duración de la Tormenta

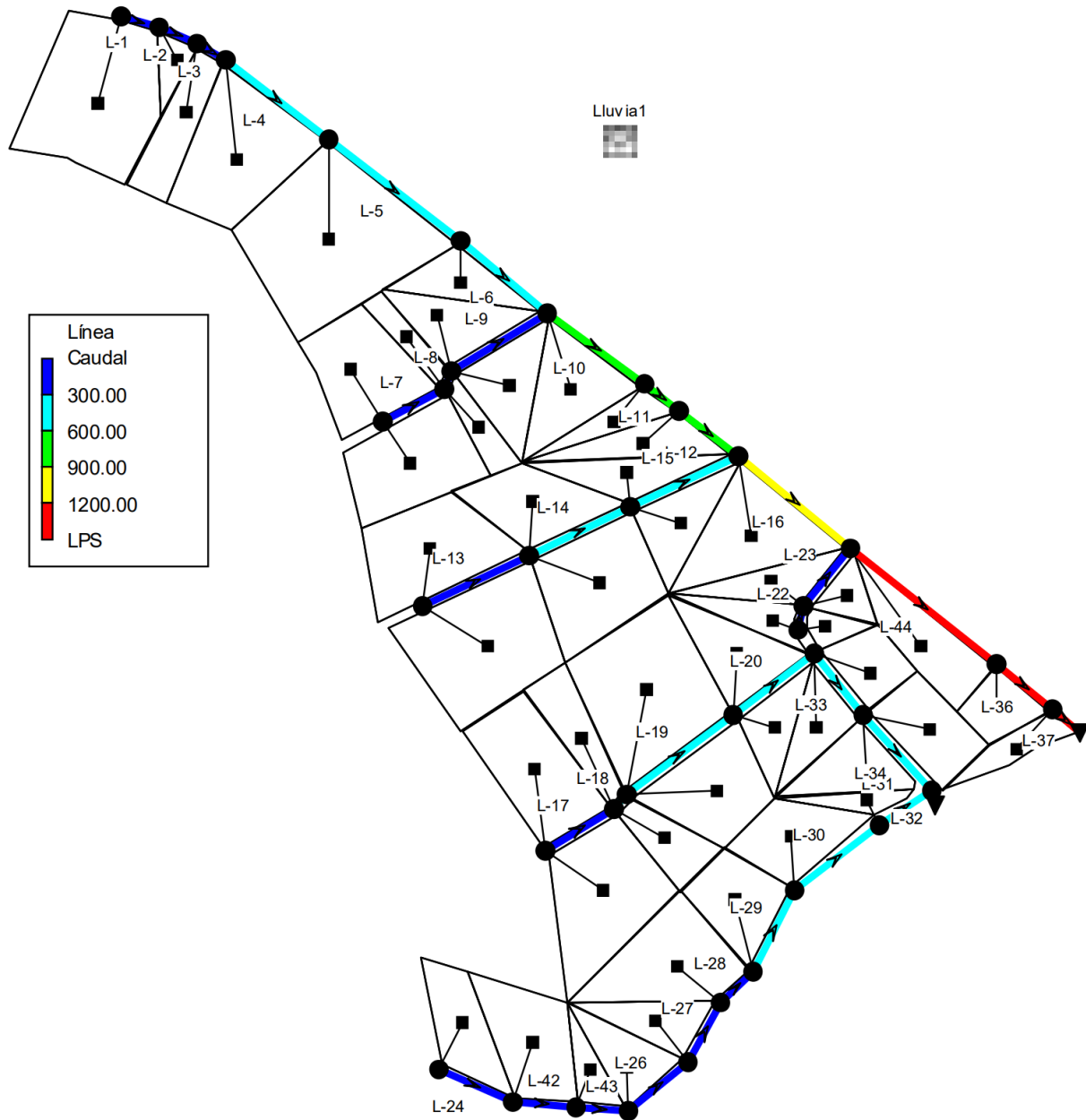
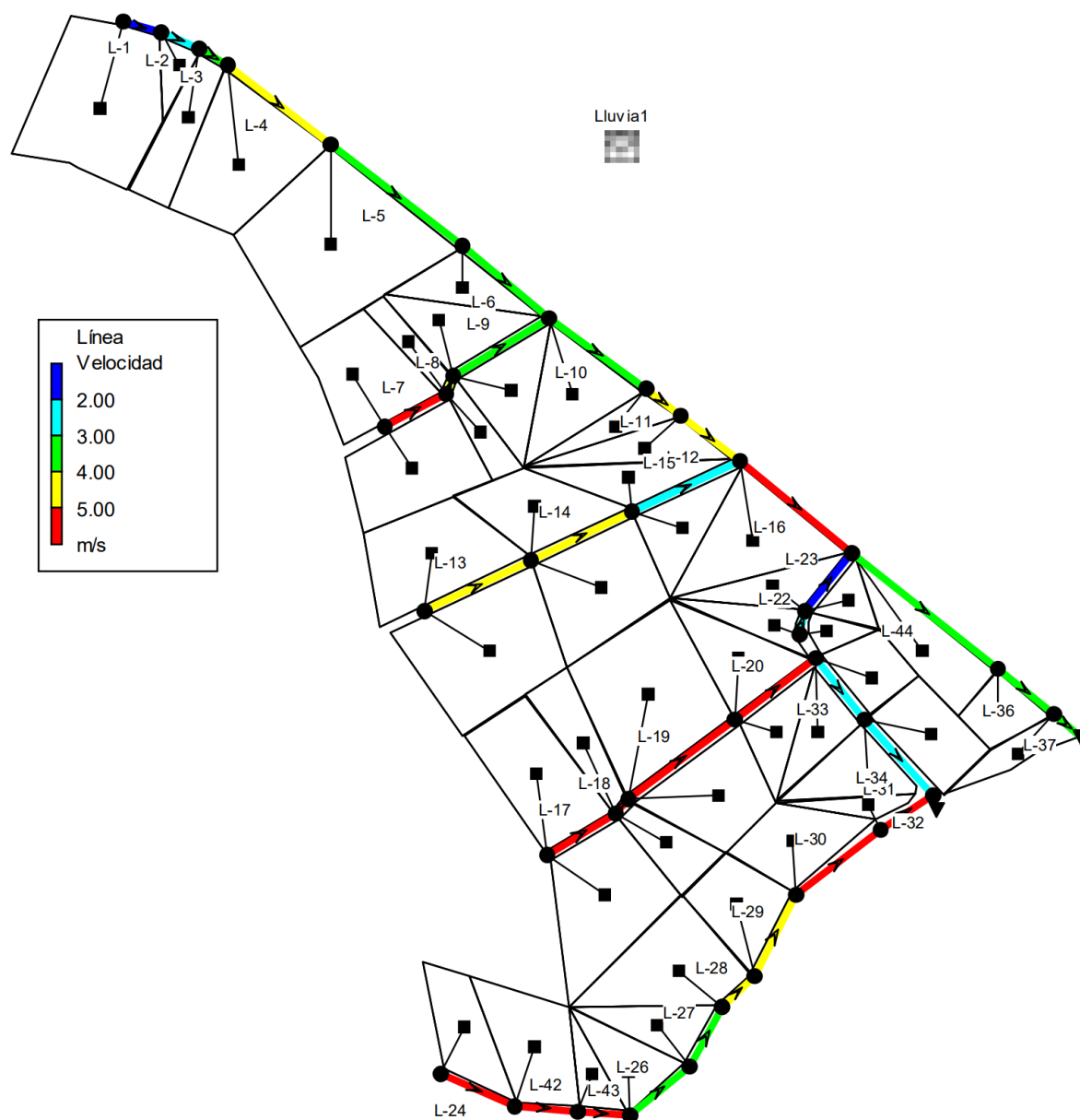


Figura 23 *Velocidades en los Conductos en el Minuto 29 de la Duración de la Tormenta*



Nota. Además, la línea “L-13” también supera la velocidad máxima, pero es en otro lapso de tiempo.

Figura 24 Capacidad del agua sobre los Conductos del Proyecto de alcantarillado pluvial en el minuto 30 de Tormenta

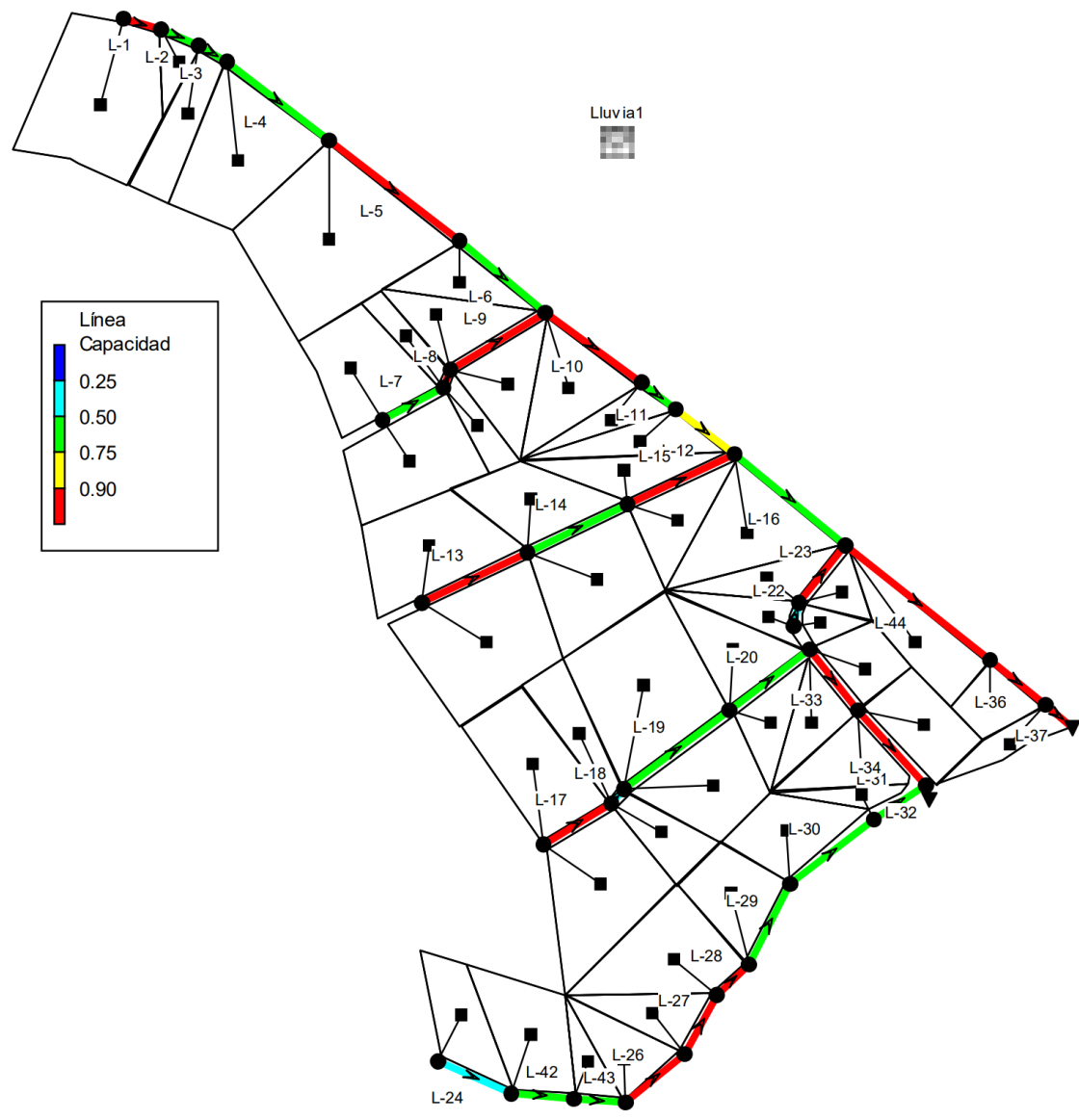


Tabla 25 Caudal máximo y velocidad máxima en el instante de caudal máximo

Conductos	Caudal máximo LPS	Instante de caudal máximo		Velocidad máxima (m/s)
		Días	Hora	
L-17	242.77	0	00:30	5.63

Conductos	Caudal máximo LPS	Instante de caudal máximo		Velocidad máxima (m/s)
		Días	Hora	
L-18	339.92	0	00:30	6.14
L-19	492.51	0	00:30	5.64
L-20	611.41	0	00:30	5.19
L-33	575.74	0	00:27	3.35
L-34	456.31	0	00:36	2.57
L-32	857.17	0	00:30	4.76

Nota. Caudales de la Calle 2 y Calle 1 que se encuentra entre los conductos L-17 y L-32.

4.2.9 Perfiles de lámina de agua del proyecto.

A continuación, se presentan los perfiles de lámina de agua del proyecto, los mismo que haciendo referencia a los resultados antes mencionados, existen conductos que sobrepasan el 90% de su capacidad, como también presentan rebose de agua en los nudos, las ilustraciones que se presentan posteriormente representan el instante de mayor aportación de caudal a la red de alcantarillado.

Figura 25 Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-1 al D-1

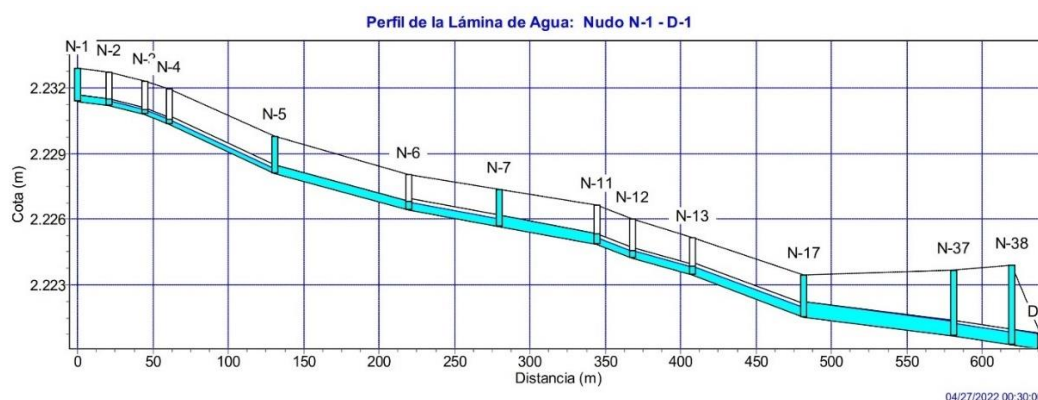


Figura 26 Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-10 al N-7

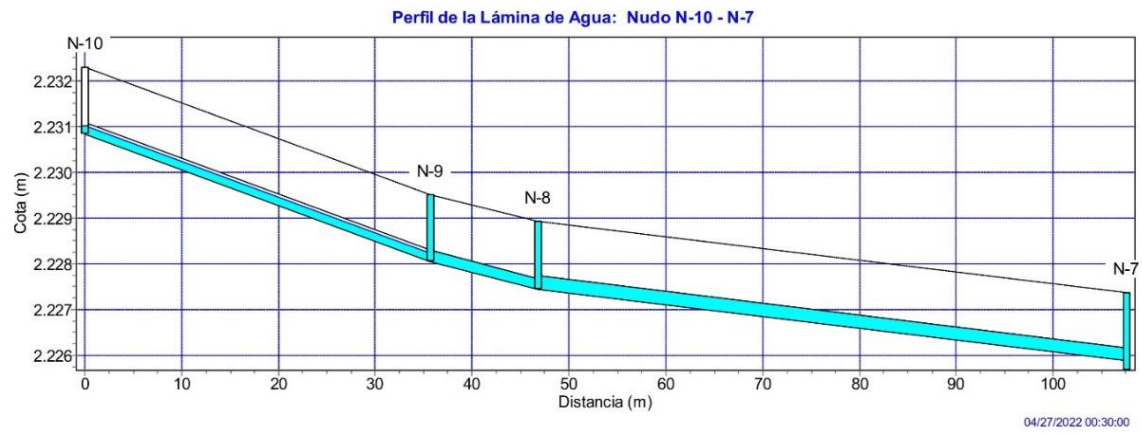


Figura 27 Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-14 al N-13

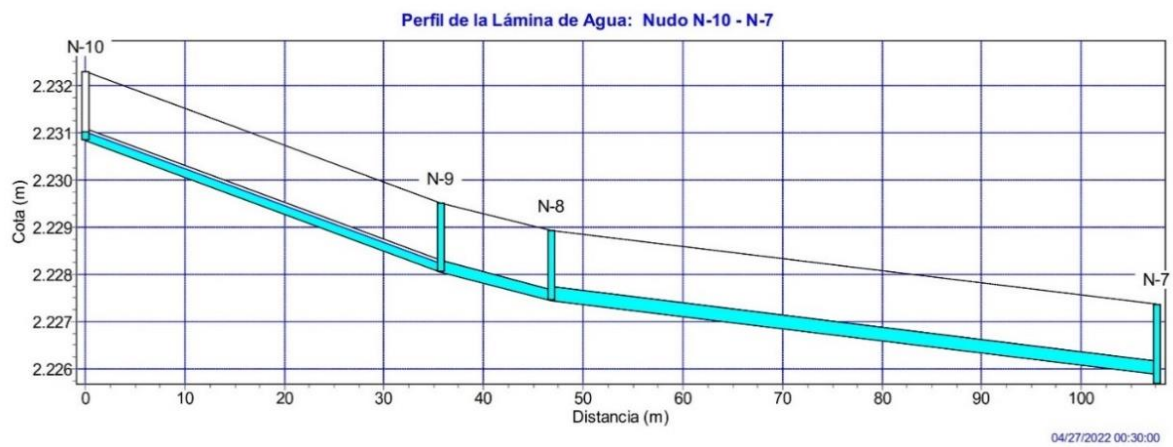


Figura 28 Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-23 al N-17



Figura 29 Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-25 al D-2

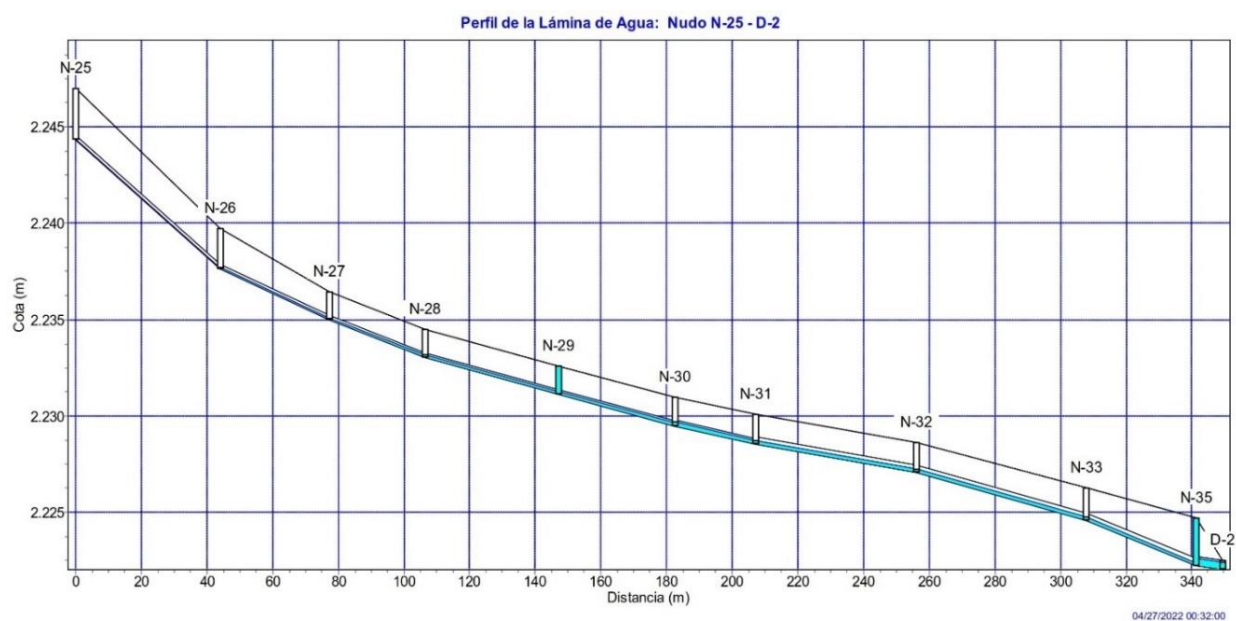
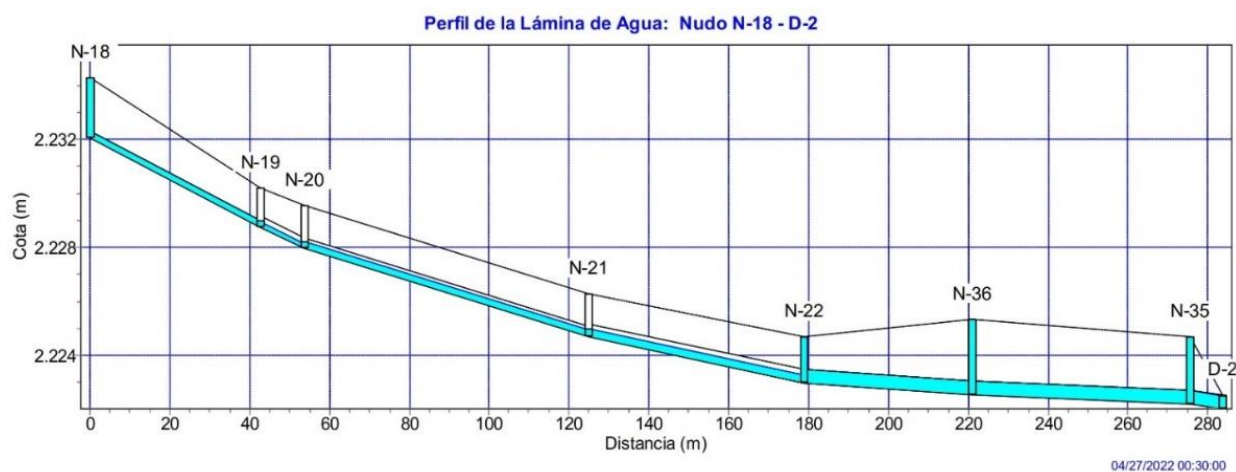


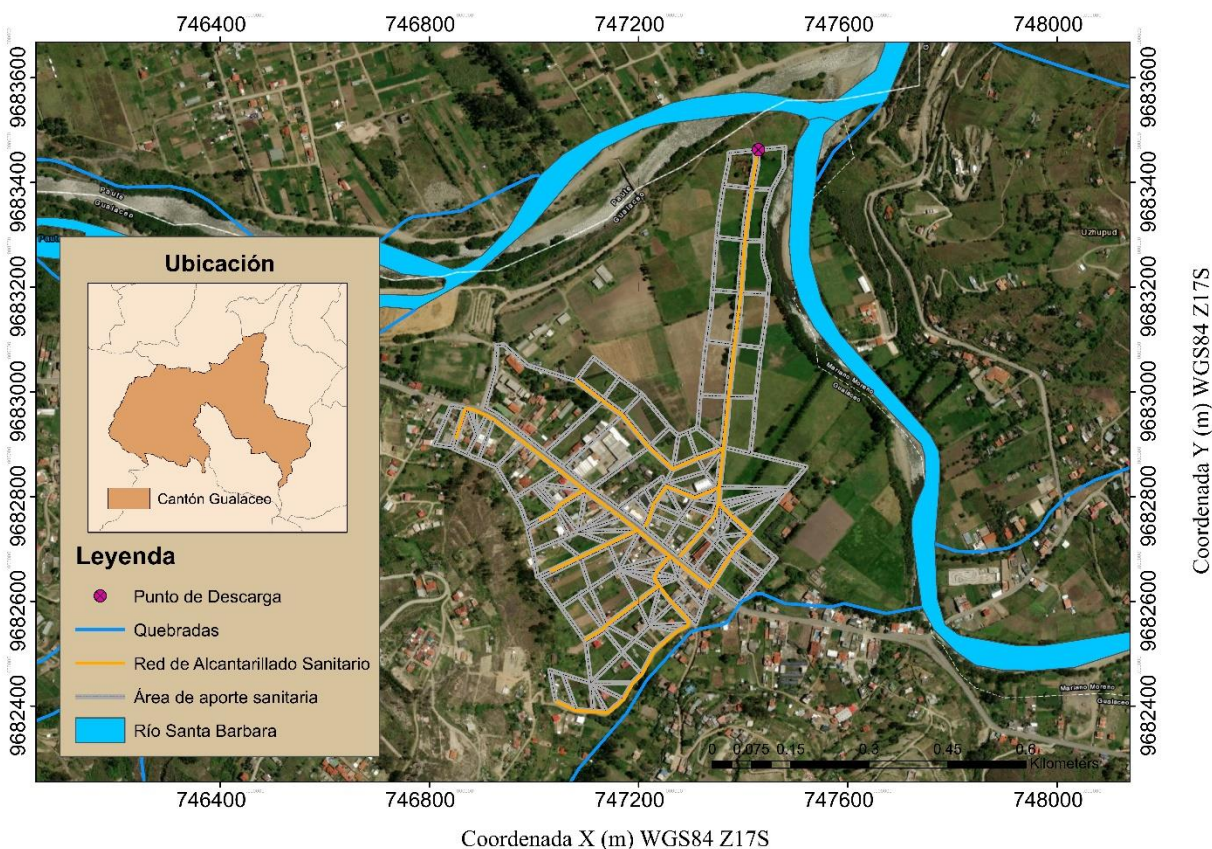
Figura 30 Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-18 al D-2



4.3 Resultados del modelamiento del alcantarillado sanitario

En el presente apartado se encuentra el modelamiento del alcantarillado sanitario.

Figura 31. Ubicación de la zona de implantación de la red de alcantarillado sanitario



4.3.1 Calidad de la simulación

Para determinar la calidad de la simulación realizada en el software es necesario corroborar con los datos del cálculo hidráulico, el cual no deben superar el 10% de error. Este error depende de la diferencia del flujo que entra y el flujo que sale, para este análisis no se tuvo error.

4.3.2 Resumen de aportes en nudos

En la Figura 32, se puede apreciar los aportes totales máximos, como se trata de un alcantarillado sanitario, el instante de ocurrencia de caudal máximo se produce al inicio de la simulación, la razón se debe a que el software simula el escenario más desfavorable, este caso

ocurre cuando todos los usuarios disponen del servicio al mismo instante, para visualizar el aporte en cada uno de los nudos, véase el ANEXO 11.

Figura 32. *Aporte de caudal en los nudos.*

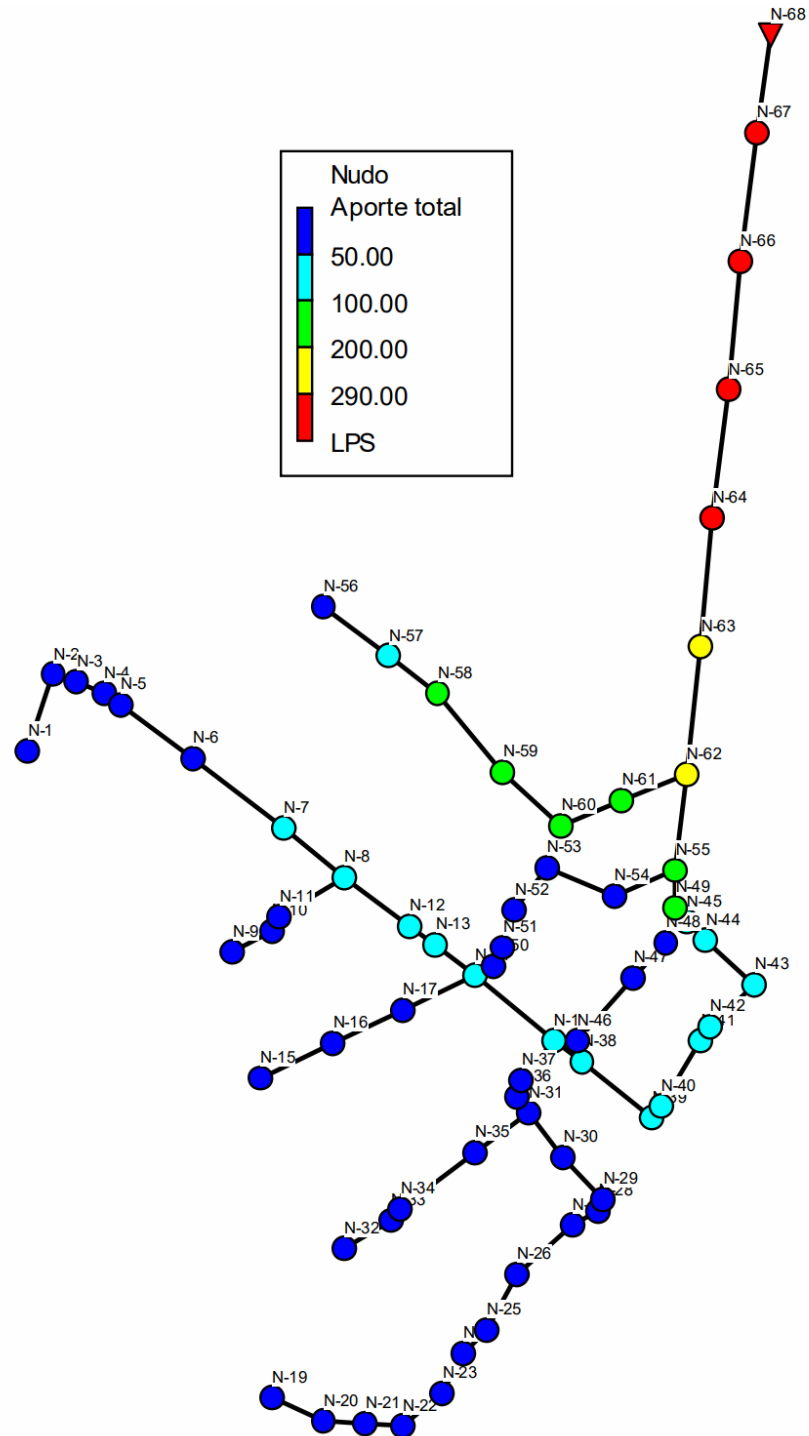


Tabla 26 Caudal máximo y velocidad máxima en el instante de máximo aporte en los nudos

Nudo	Aporte lateral máximo (LPS)	Aporte total máximo (LPS)
N-56	47.31	47.31
N-57	27.33	74.64
N-58	63.86	138.5
N-59	3.44	141.94
N-60	0.9	142.85
N-61	0.79	143.64
N-62	2.77	284.49

Nota. Caudales de la Calle 8 que se encuentra entre los nudos N-56 y N-62.

Resumen de reboses de agua en nudos

No existen reboses de agua en los nudos.

4.3.3 Resumen de vertidos

Al ser un alcantarillado sanitario, comúnmente se tiende que vertir sus aguas a una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), esto le corresponde al punto de descarga N-68.

Tabla 27 Caudal de descarga en el PTAR

Nudo de Vertido	Frec. Vertido % Porc.	Caudal Medio LPS	Caudal Máximo LPS
N-68	100.00	299.43	299.43
Sistema	100.00	299.43	299.43

Fuente: Elaborado por el software EPA SWMM

4.3.4 *Resumen de caudales en líneas*

La Figura 33 muestra los caudales que circulan por cada conducto, la tubería que posee mayor caudal es aquella que se encuentra cerca del vertido, con un caudal de 299.43 LPS, para visualizar los valores de caudal en los conductos, véase el ANEXO 12.

En la Figura 34 se puede apreciar las velocidades en los conductos de la red sanitaria, de las cuales la mayoría no supera los 3 m/s, y solamente se tiene la tubería L-42 la cual supera los 4 m/s.

Figura 33 Caudales en los Conductos de la Red de Alcantarillado Sanitario

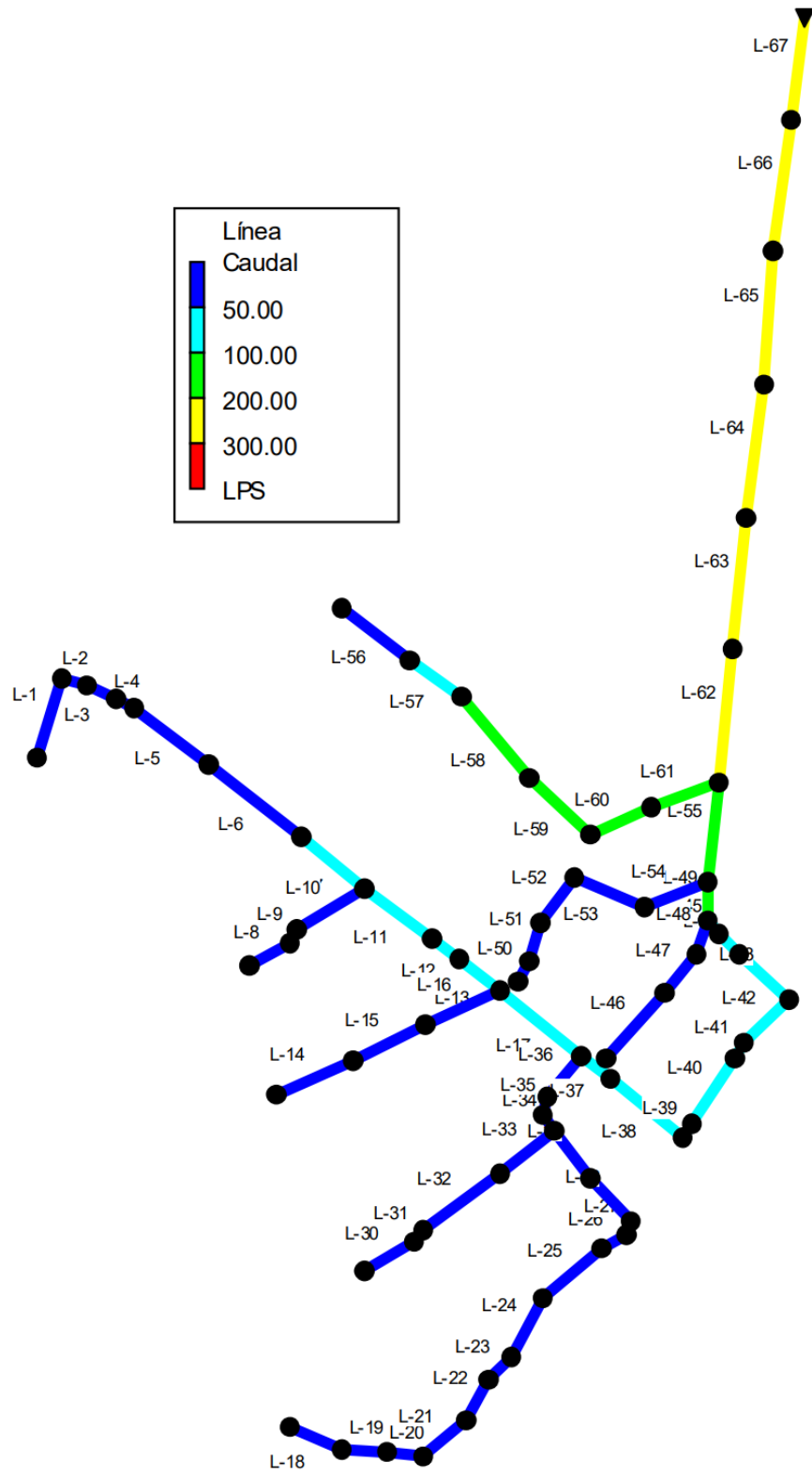
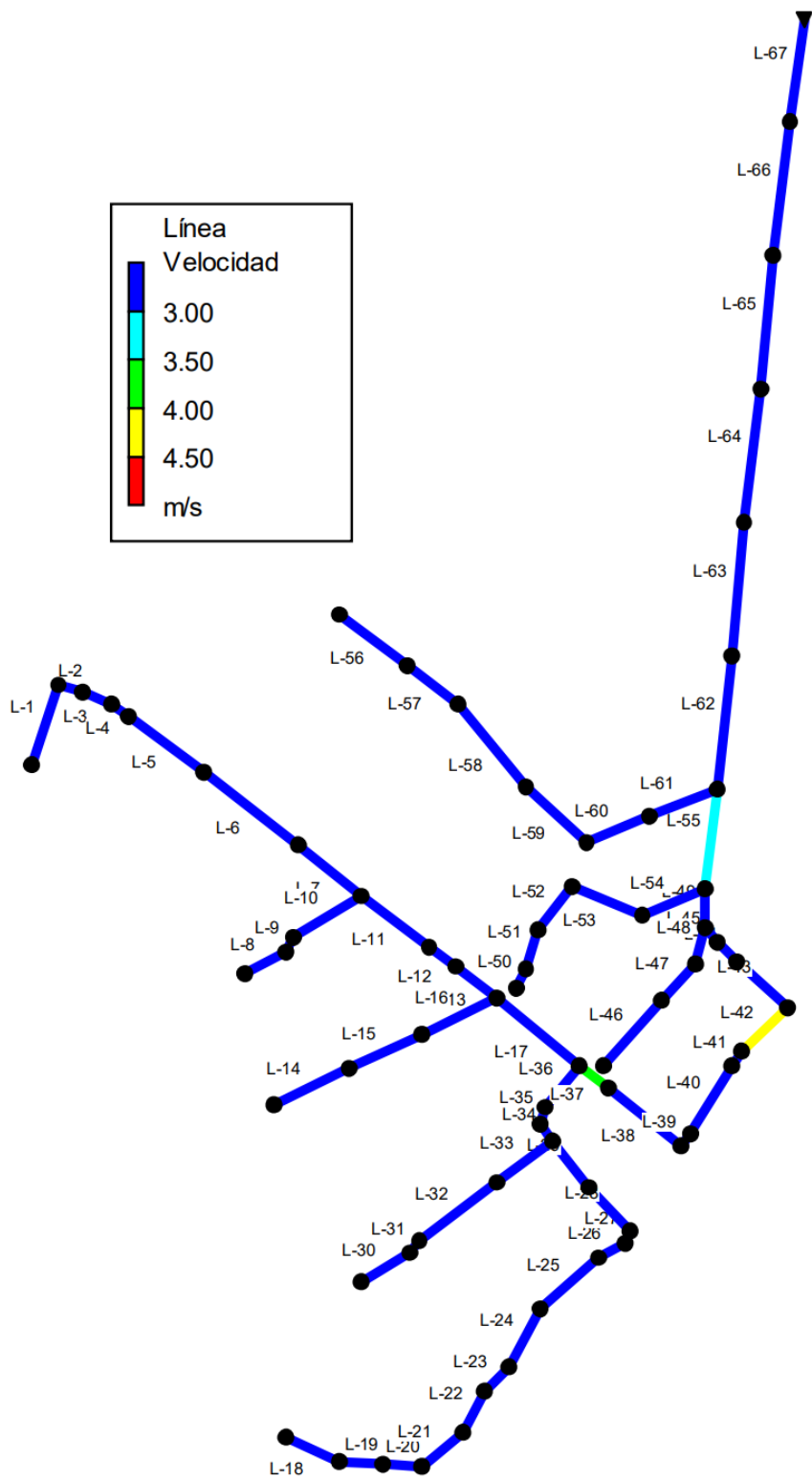


Figura 34 Velocidades en los Conductos de la Red de Alcantarillado Sanitario



4.3.5 Resumen de sobrecarga en conductos

No existen sobrecargas en los conductos, como se muestra en la Figura 35 la sobrecarga en las tuberías no excede el 75% de su sección.

Figura 35 Sobrecarga en los Conductos de la Red de Alcantarillado Sanitario

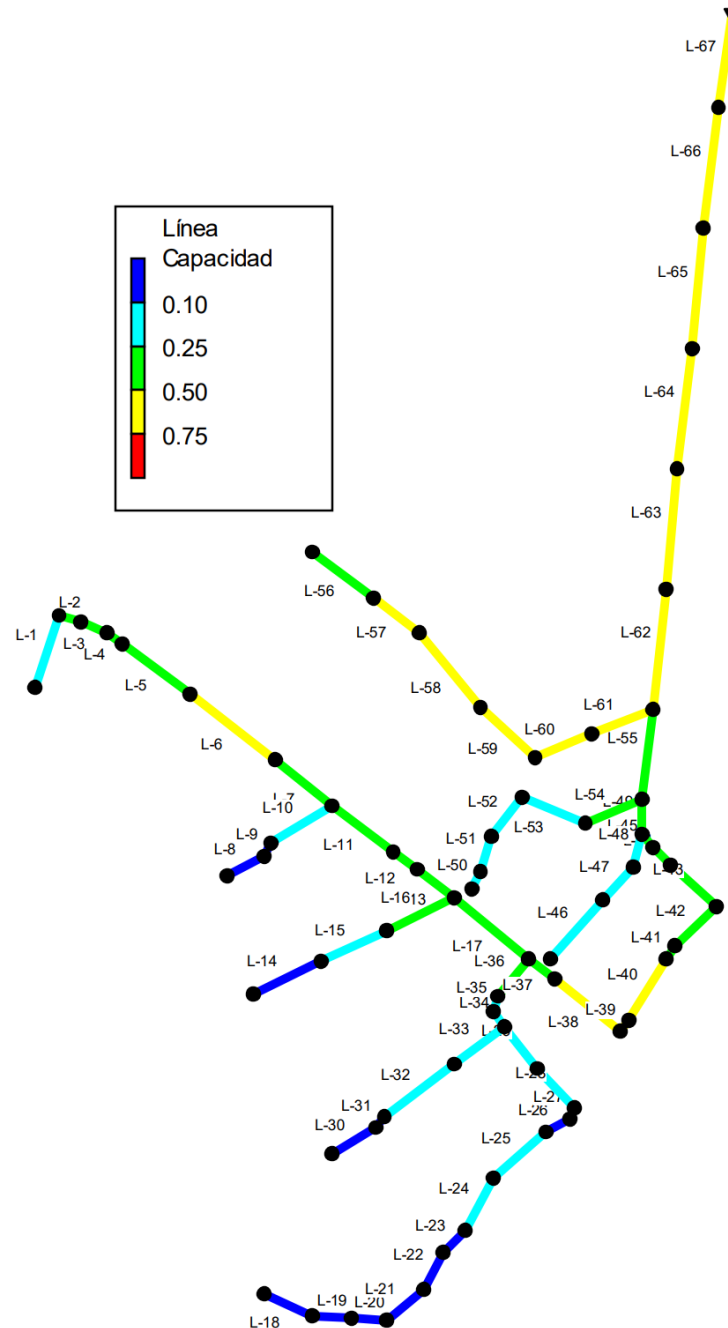


Tabla 28 Caudal máximo y velocidad máxima en el instante de máximo aporte en conductos

Conductos	Caudal máximo LPS	Velocidad máxima (m/s)
L-56	47.31	2.21
L-57	74.64	1.67
L-58	138.5	1.92
L-59	141.94	1.96
L-60	142.85	2.15
L-61	143.64	2.08

Nota. Caudales de la Calle 8 que se encuentra entre los conductos L-56 y L-61.

4.3.6 *Perfiles de lámina de agua*

En el presente apartado se presentan los perfiles de lámina de agua del proyecto, en los resultados expuestos anteriormente no se presentan reboses de agua, sobrecargas y sobre todo conductos que no superan el 75% de su sección. Las ilustraciones que se presentan posteriormente representan el instante de mayor aportación de caudal a la red de alcantarillado, como tal la red principal posee varias ramificaciones, las cuales aportan caudales de uso doméstico, institucional, industrial, comercial y de conexiones erradas.

Figura 36 Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-1 al N-39

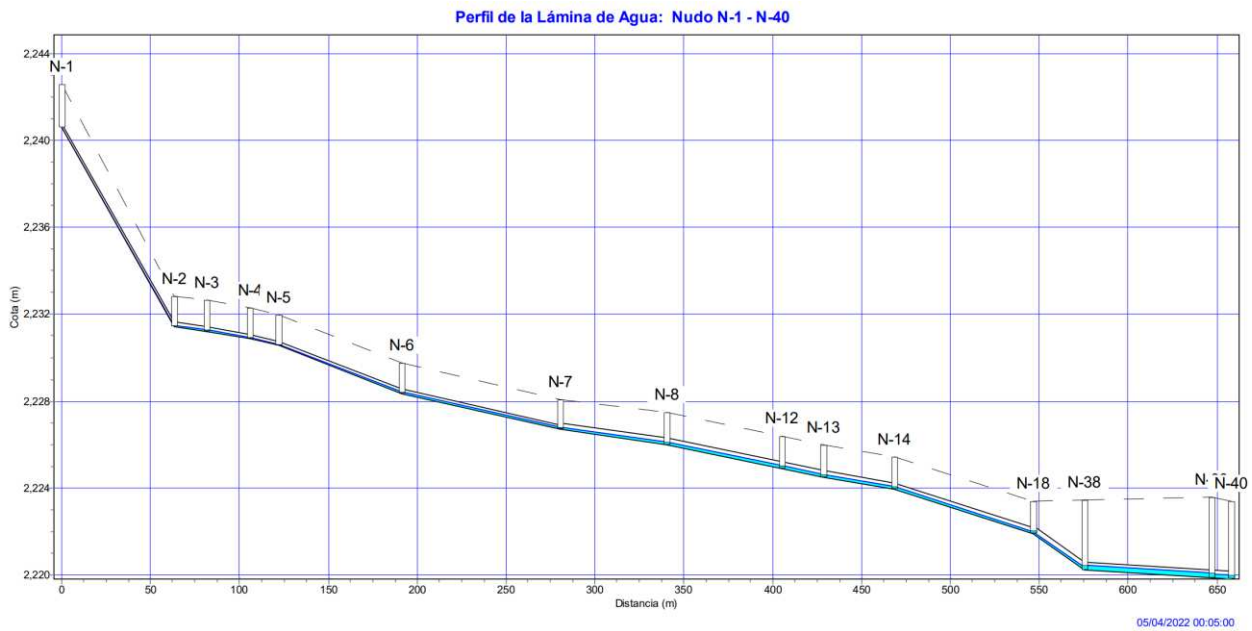


Figura 37 Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-39 al N-68

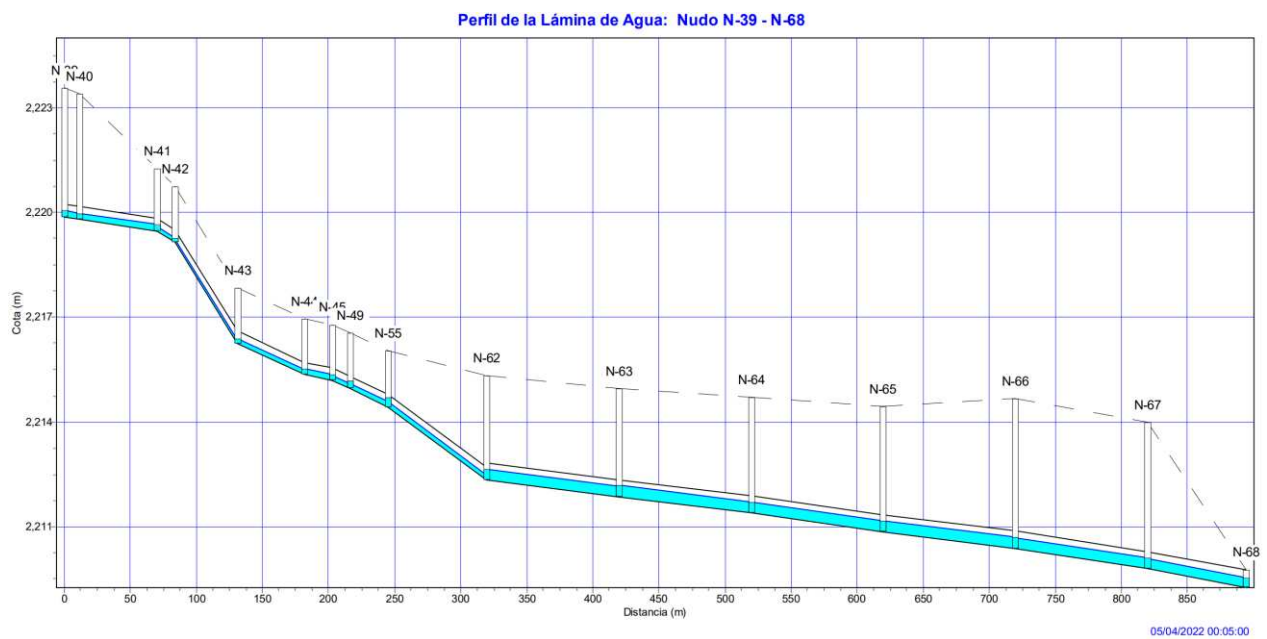


Figura 38 Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-19 al N-18



Figura 39 Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-32 al N-31



Figura 40 Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-15 al N-14

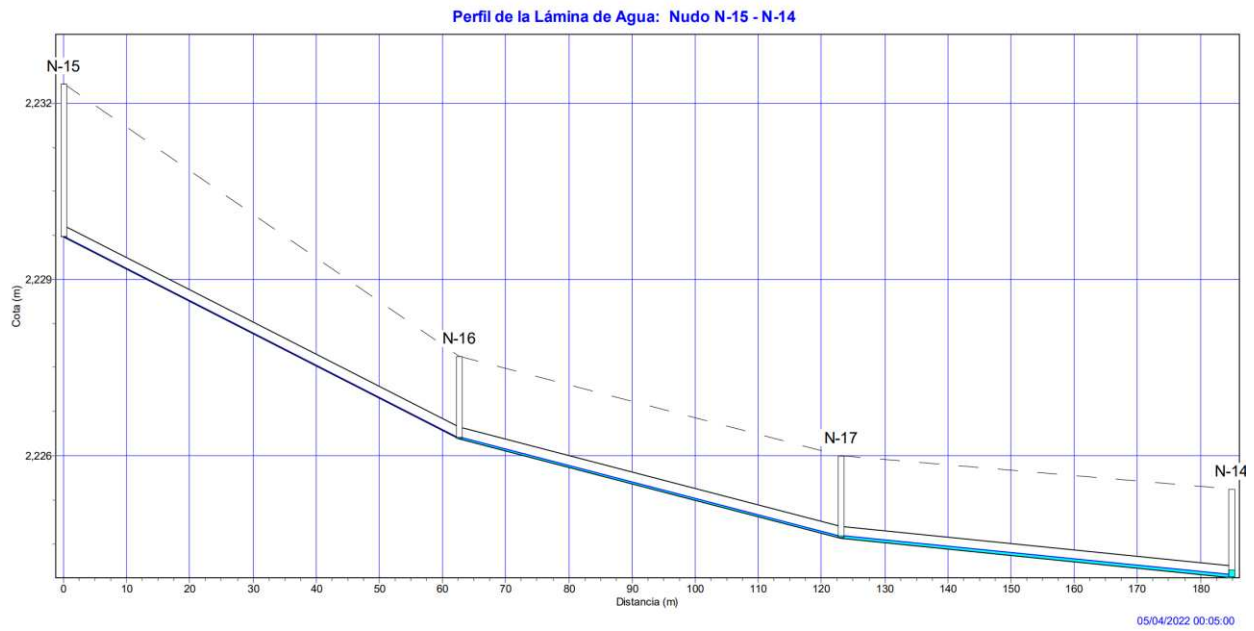


Figura 41 Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-9 al N-8

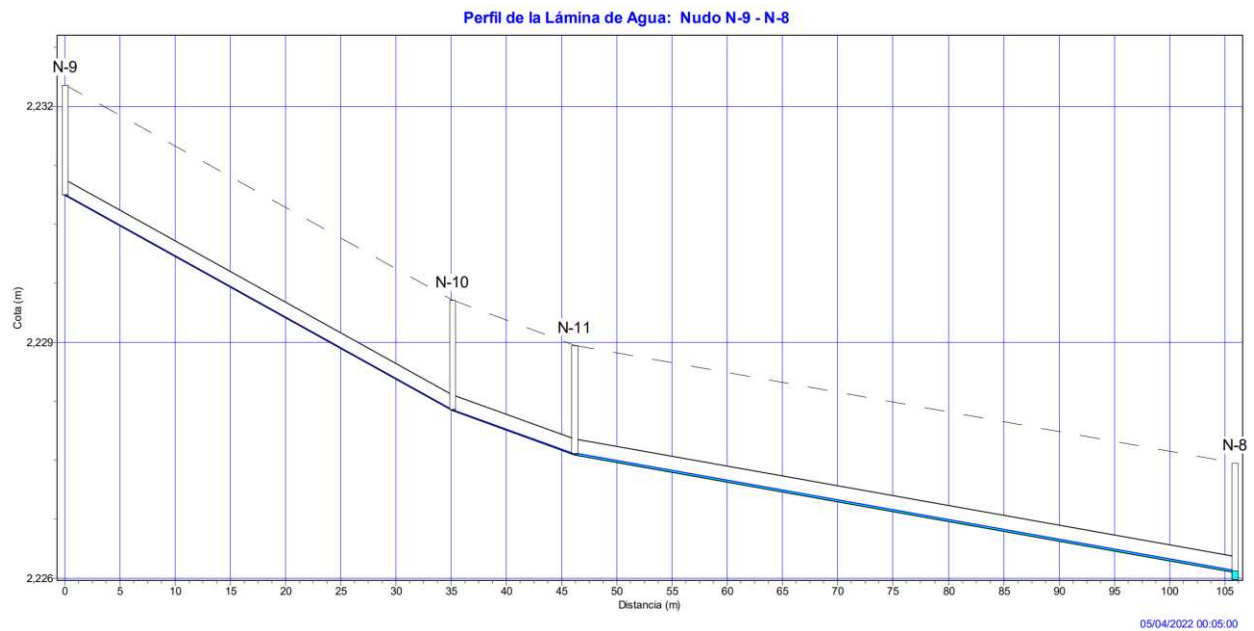


Figura 42 Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-46 al N-49

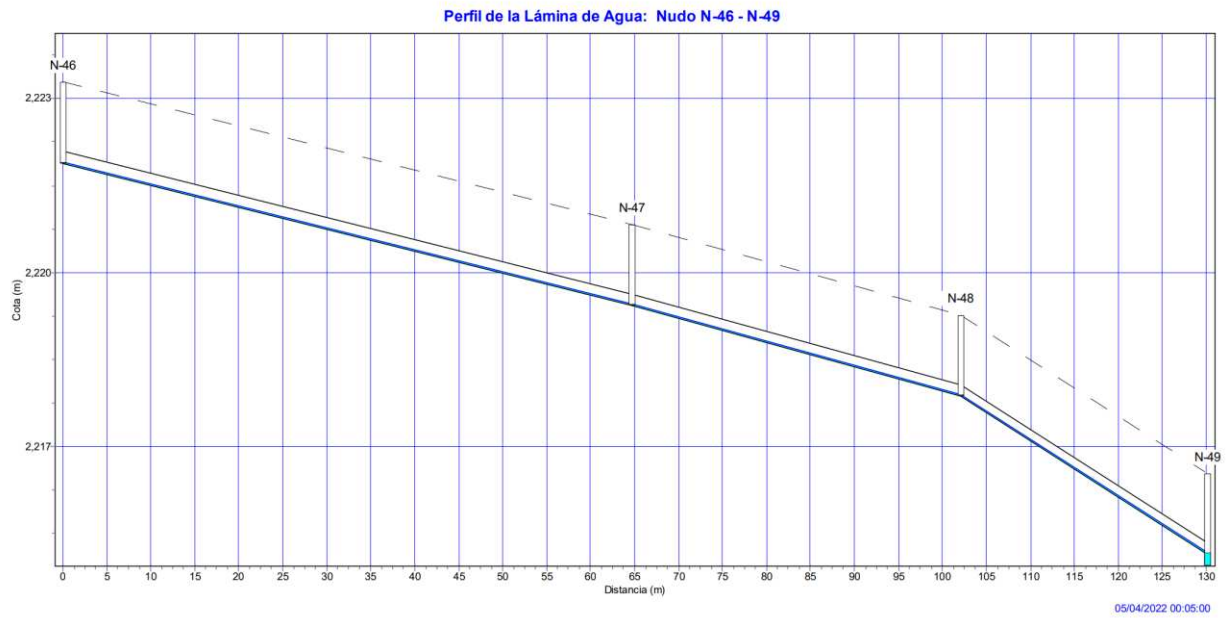


Figura 43 Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-50 al N-55

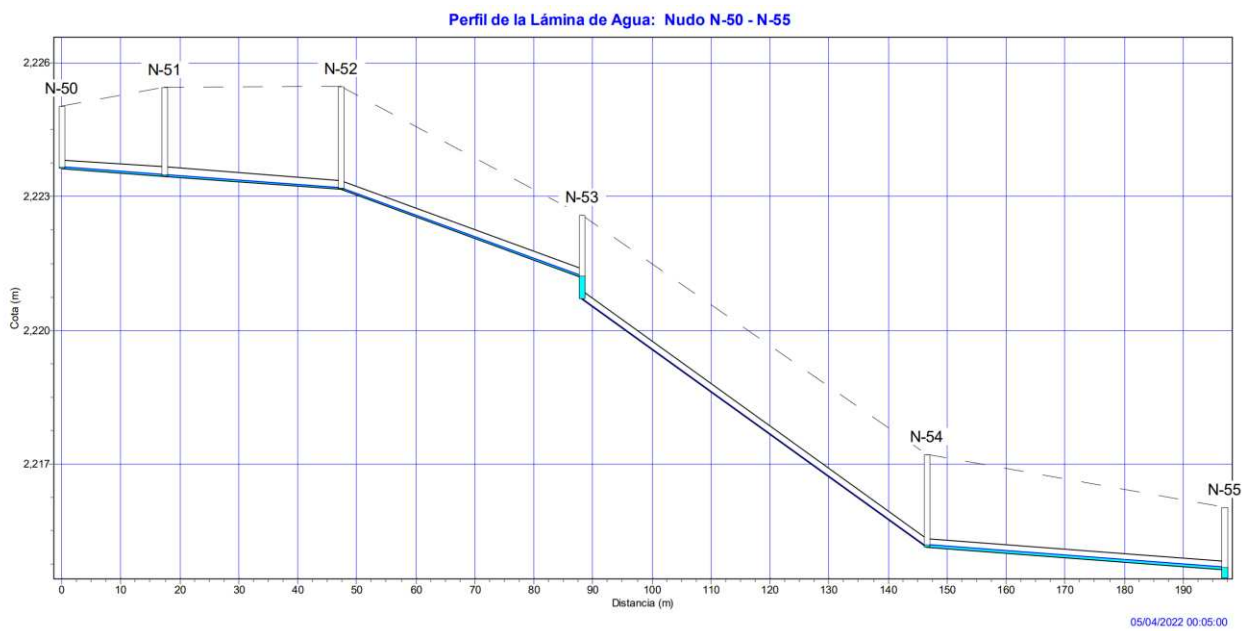
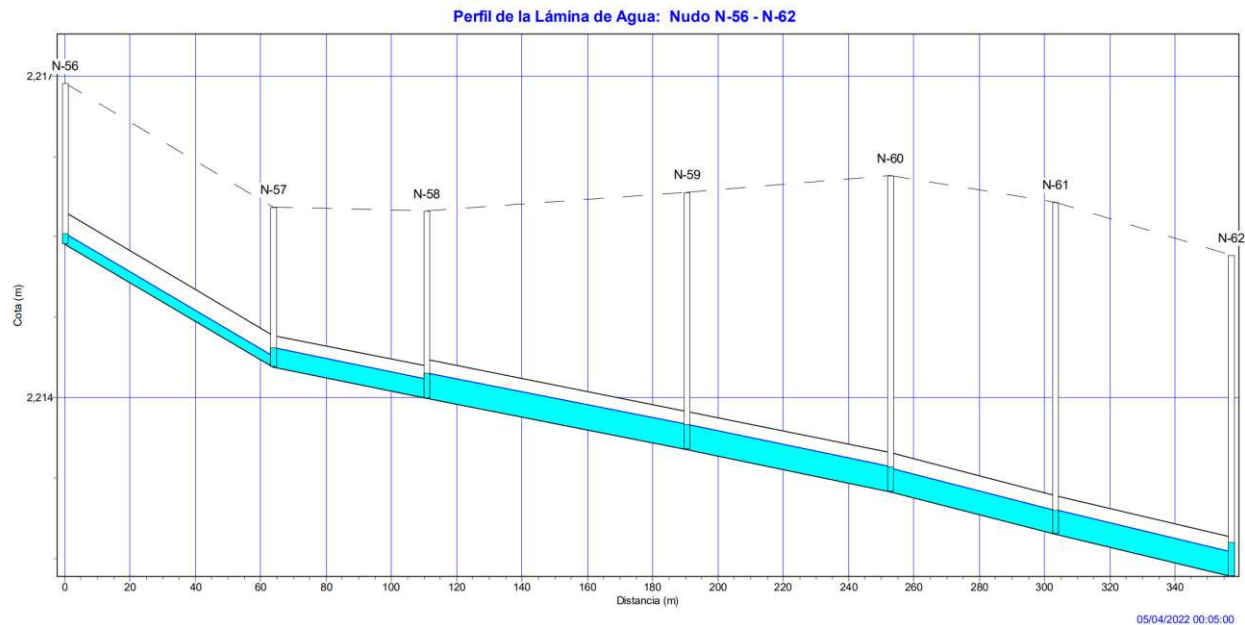


Figura 44 *Perfil de la Lámina de Agua del Nudo N-56 al N-62*



4.4 Discusión de resultados

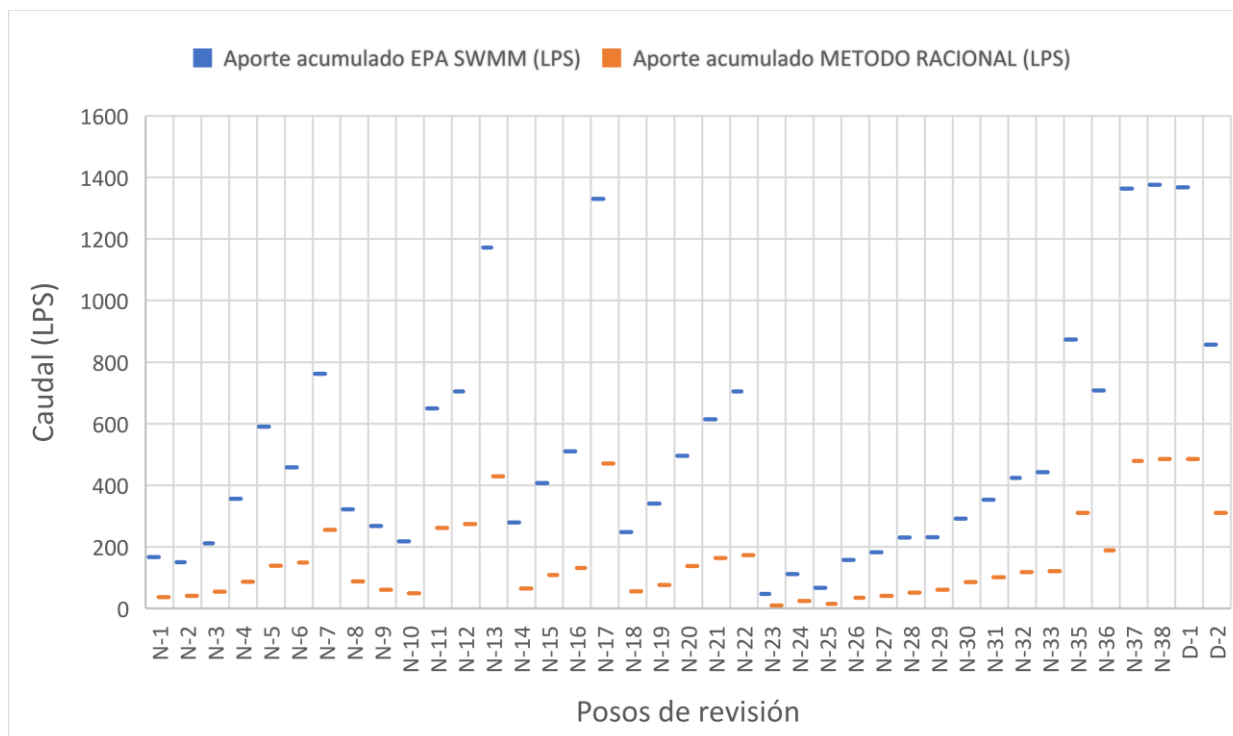
4.4.1 *Discusión de resultados del Alcantarillado pluvial mediante EPA SWMM y el método racional*

Para el análisis de resultados del alcantarillado pluvial entre el método racional y EPA SWMM, cada metodología toma en cuenta ciertos parámetros al momento de realizar el cálculo matemático, siendo la metodología del software la cual considera parámetros tales como el almacenamiento de estancamiento en superficies, coeficientes permeables e impermeables para el flujo superficial sobre el área de estudio, además de tener la posibilidad de simular la gestión de la lluvia y su comportamiento en la red de alcantarillado, mientras que en el método racional no considera muchos factores a comparación del método con EPA SWMM. También se debe tomar en cuenta sea cualquier metodología que se emplee, los cálculos serán los más cercanos a la realidad, siempre y cuando la calidad de los datos suministrados sea coherente con el área de estudio del proyecto.

Considerando que en el presente estudio se realizó en primera instancia el diseño mediante el método racional, se debe tomar en cuenta los parámetros necesarios para que el cálculo hidráulico sea el correcto y que la misma cumpla con todo lo estipulado en la norma, entre lo más destacado, que no sobrepase el 90% de la sección de la tubería y la velocidad no supere los 5 m/s, cumpliendo con lo mencionado se procedió a modelar el mismo en el software EPA SWMM, donde la simulación arrojó los siguientes resultados.

Como se muestra en la Figura 45 los caudales obtenidos en los nodos por EPA SWMM son mayores a los calculados por el método racional, sin embargo, la gráfica muestra que en las dos formas de cálculo presentan una misma frecuencia del comportamiento de los caudales.

Figura 45 Comparativa de aportes acumulados entre EPA SWMM y el método racional



Los caudales que se presenta en la Tabla 29 corresponde a las descargas en los vertidos obtenidos con la metodología SWMM y la metodología racional, se tiene una diferencia de

caudales entre las dos metodologías, con porcentajes de 7% en el vertido 1 y de 3.3% en el vertido 2, por lo que según los valores de los caudales en el vertido 1 el caudal es mayor por el método de EPA SWMM, a lo contrario de lo que sucede en el V-2.

Tabla 29 *Diferencia de caudales obtenidos por el método SWMM y el método racional en el diseño de Alcantarillado Pluvial*

Vertido	Caudal por SWMM (LPS)	Caudal por método Racional (LPS)	Diferencia (%)
V-1	1367.53	1273.043	7%
V-2	857.17	886.0968	3.30%

Nota. Los caudales mostrados en la tabla corresponden a las descargas por los vertidos

Los resultados mostrados anteriormente sobre la simulación del alcantarillado pluvial en el software EPA SWMM, son muy desfavorables a diferencia de lo calculado con respecto al método racional, ya que, con todos los parámetros considerados para la simulación del alcantarillado pluvial, algunas tuberías sobrepasan la capacidad del 90% de las secciones de los conductos, además de que se presentan reboses de agua en 18 nudos que son parte de la red de alcantarillado pluvial.

4.4.2 *Discusión de resultados del alcantarillado sanitario mediante el método de áreas y EPA SWMM*

Para el análisis de resultados en el alcantarillado sanitario, el software EPA SWMM, no permite un análisis muy a fondo como el de aguas pluviales, lo que permite es realizar un modelamiento del comportamiento de los caudales de aguas negras sobre la red de alcantarillado sanitario, es por eso que los caudales calculados con el método de las áreas que están conformadas por aportes institucionales, industriales, comerciales, domésticos y conexiones

erradas, se introdujo en los nudos de la red de alcantarillado y consecuentemente se simuló tomando en cuenta el caso más desfavorable el cual se genera en el instante de máximo aporte.

Los resultados obtenidos de la simulación en EPA SWMM son muy satisfactorios, se puede apreciar que el alcantarillado se comporta de manera eficiente, sin sobrepasar el 75% de la sección de las tuberías, además de que no presentan rebose de agua en ningún pozo y el límite de velocidad máxima se mantiene por debajo de los 4.5 m/s, por lo que se puede considerar como un diseño óptimo para el sistema sanitario.

4.5 Rediseño del Alcantarillado Pluvial mediante EPA SWMM

Como se puede apreciar en el apartado 4.2 el diseño tiene algunas fallencias, las cuales no permiten la circulación adecuada de las aguas pluviales, mismas que generan reboses de agua y sobrecargas en los nudos, como también problemas de capacidad que superan el 90% de la sección de los conductos y velocidades que superan los 5 m/s. Por tal motivo se rediseñó el proyecto, considerando todos los problemas encontrados.

Como nota importante para el rediseño, se debe mencionar que las alturas mínimas de excavación se redujeron a 0.8 m sin considerar el diámetro de las tuberías, esto tomando en cuenta el caso particular cuando la red de alcantarillado pasa por veredas, este proceso se realizó con la finalidad de que el punto de descarga quede al nivel de la quebrada de desfogue. Cabe mencionar que en los tramos que existan vías transitadas por vehículos, se considerara una altura de excavación de 1.2 m sin considerar el diámetro de la tubería como lo estipula la norma, además de incluir saltos en algunos tramos de la red de alcantarillado.

Para solventar el problema de las velocidades y capacidades en los conductos, con la finalidad de que no se den reboses de agua en los pozos o nudos, se realizó lo siguiente:

Tabla 30 Comparativa de altura de pozos entre el diseño y rediseño del Alcantarillado Pluvial

Nudos	Altura diseño (m)	Altura Rediseño (m)	Altura de terreno (m)	Altura de pozo (m)	
				Diseño	Rediseño
N-1	2231.36	2231.76	2232.86	1.5	1.1
N-2	2230.98	2231.78	2232.68	1.7	0.9
N-3	2230.39	2230.89	2232.29	1.9	1.4
N-4	2229.82	2230.32	2231.92	2.1	1.6
N-5	2228.09	2228.59	2229.79	1.7	1.2
N-6	2226.34	2226.74	2228.04	1.7	1.3
N-7	2225.38	2225.48	2227.38	2	1.9
N-8	2227.34	2227.34	2228.94	1.6	1.6
N-9	2227.81	2227.81	2229.51	1.7	1.7
N-10	2229.8	2229.8	2232.3	2.5	2.5
N-11	2224.25	2224.75	2226.45	2.2	1.7
N-12	2223.72	2223.92	2226.02	2.3	2.1
N-13	2222.95	2222.65	2225.15	2.2	2.5
N-14	2229.17	2229.17	2232.47	3.3	3.3
N-15	2226.01	2226.01	2227.61	1.6	1.6
N-16	2224.37	2224.37	2225.97	1.6	1.6
N-17	2221.45	2221.65	2223.45	2	1.8
N-22	2223	222.9	2224.7	1.7	1.8
N-23	2222.85	2222.85	2224.3	1.45	1.45
N-37	2220.68	2220.98	2223.68	3	2.7
N-38	2220.29	2220.69	2223.89	3.6	3.2
D-1	2220.1	2220.5	2224	3.9	3.5
N-18	2232.05	2230.65	2234.25	2.2	3.6
N-19	2228.75	2228.1	2230.2	1.45	2.1

Nudos	Altura diseño (m)	Altura Rediseño (m)	Altura de terreno (m)	Altura de pozo (m)	
				Diseño	Rediseño
N-20	2227.95	2227.1	2229.55	1.6	2.45
N-21	2224.69	2224.44	2226.29	1.6	1.85
N-24	2222.35	2222.35	2223.8	1.45	1.45
N-25	2244.3	2243.7	2247	2.7	3.3
N-26	2237.61	2237.21	2239.71	2.1	2.5
N-27	2234.99	2234.79	2236.44	1.45	1.65
N-28	2233.05	2233	2234.5	1.45	1.5
N-29	2231.12	2231.2	2232.57	1.45	1.37
N-30	2229.49	2229.39	2230.99	1.5	1.6
N-31	2228.52	2228.52	2230.12	1.6	1.6
N-32	2227.05	2226.35	2228.65	1.6	2.3
N-33	2224.57	2224.02	2226.27	1.7	2.25
N-35	2222.22	2222.32	2224.72	2.5	2.4
N-36	2222.56	2222.56	2225.36	2.8	2.8
D-2	2222.04	2222.19	2224.94	2.9	2.75

Tabla 31 Comparativa de desniveles de salida que se realizaron en el Diseño y Rediseño

Líneas	Desnivel de salida	
	rediseño (m)	Diseño (m)
L-1	0	0
L-2	0	0
L-3	0	0
L-4	0	0
L-5	0	0
L-6	0	0
L-7	0	0
L-8	0	0

Líneas	Desnivel de salida rediseño (m)	Desnivel de salida Diseño (m)
L-9	0	0
L-10	0.2	0
L-11	0.4	0.1
L-12	0.55	0
L-13	0	0
L-14	0	0
L-15	0.4	0
L-22	0	0
L-23	0.4	0.45
L-36	0	0
L-37	0	0
L-44	0	0
L-16	0	0
L-24	0.6	0
L-26	0.1	0
L-27	0.1	0
L-28	0	0
L-29	0.6	0
L-30	0.6	0
L-31	0.6	0
L-32	0	0
L-33	0	0
L-34	0	0
L-42	0.2	0
L-43	0	0
L-17	0.6	0
L-18	0.6	0

Líneas	Desnivel de salida rediseño (m)	Desnivel de salida Diseño (m)
L-19	0.2	0
L-20	0	0

En el nudo N-17 no se cumplió con la normativa de 1.2 m de excavación sin contar el diámetro de la sección de la tubería, puesto que en este punto es crítico debido a que se debe considerar la altura de vertido, misma que no debe ser mayor a 3.5 m, con todo lo anterior dicho la red no presenta velocidades mayores a 5 m/s, además de que no presenta sobrecargas en la sección de las tuberías que rebasen el 90% de su sección, a consecuencia de la misma no se presenta reboses de agua en la red.

4.6 Resultados del Rediseño de Alcantarillado Pluvial mediante EPA SWMM

4.6.1 Calidad de simulación

Los valores obtenidos con respecto a la escorrentía superficial y calculo hidráulico son de -0.13% y 0.26% respectivamente.

4.6.2 Calculo hidráulico

Como se puede apreciar en la Tabla 32, no se presentan descargas internas, es decir no existen reboses de agua en los nudos del sistema de alcantarillado.

Tabla 32 *Calculo Hidráulico del Rediseño del Alcantarillado Pluvial*

Cálculo Hidráulico	Volumen (ha*m)	Volumen (10³ m3)
Aporte Tiempo Seco	0	0
Aporte Tiempo Lluvia	0.398	3.979
Aporte Ag. Subterráneo	0	0

Cálculo Hidráulico	Volumen (ha*m)	Volumen (10³ m3)
Aportes dep. Lluvia	0	0
Aportes Externos	0	0
Descargas Externas	0.397	3.97
Descargas Internas	0	0
Perdidas Almacenamiento	0	0
Vol. Almacenado Inicial	0	0
Vol. Almacenado Final	0	0
% Error Continuidad	0.26	

Fuente: Elaborado por el software EPA SWMM

4.6.3 Resumen de sobrecarga y rebose de agua en los nudos

En el apartado de resultados del diseño se puede apreciar que existen sobrecargas en los conductos y reboses de agua en los nudos de la simulación, con el rediseño no se presentan ninguno de estos problemas.

4.6.4 Resumen de vertidos

Se presenta los caudales medios y máximos de los vertidos en la Tabla 33.

Tabla 33 *Caudales en los Puntos de Vertido del Rediseño del Alcantarillado Pluvial*

Nudo de Vertido	Frec. Vertido % Porc	Caudal Medio LPS	Caudal Máximo LPS
D-1	95.03	227.11	2118.39
D-2	95.03	157.40	1357.21
Sistema	95.03	384.51	3475.6

Fuente: Elaborado por el software EPA SWMM

4.6.5 Resumen de caudales en líneas

En la Figura 46 se presentan los caudales de las tuberías del rediseño del alcantarillado pluvial, en el cual el caudal del punto de descarga D-1 presenta un valor de 2118.39 LPS, en el punto D-2 se tiene un valor de 1357.21 LPS según la Se presenta los caudales medios y máximos de los vertidos en la Tabla 33.

Tabla 33, para visualizar los valores de caudal en cada uno de los conductos, véase el ANEXO 13.

En la Figura 47 se expone las velocidades de la red pluvial rediseñada, misma que no posee velocidades mayores a 5 m/s. Por otro lado, con respecto a la capacidad de los conductos estos no sobrepasan el 90% de la capacidad de la tubería, véase la Figura 48.

Figura 46 Caudales en los conductos del rediseño pluvial.

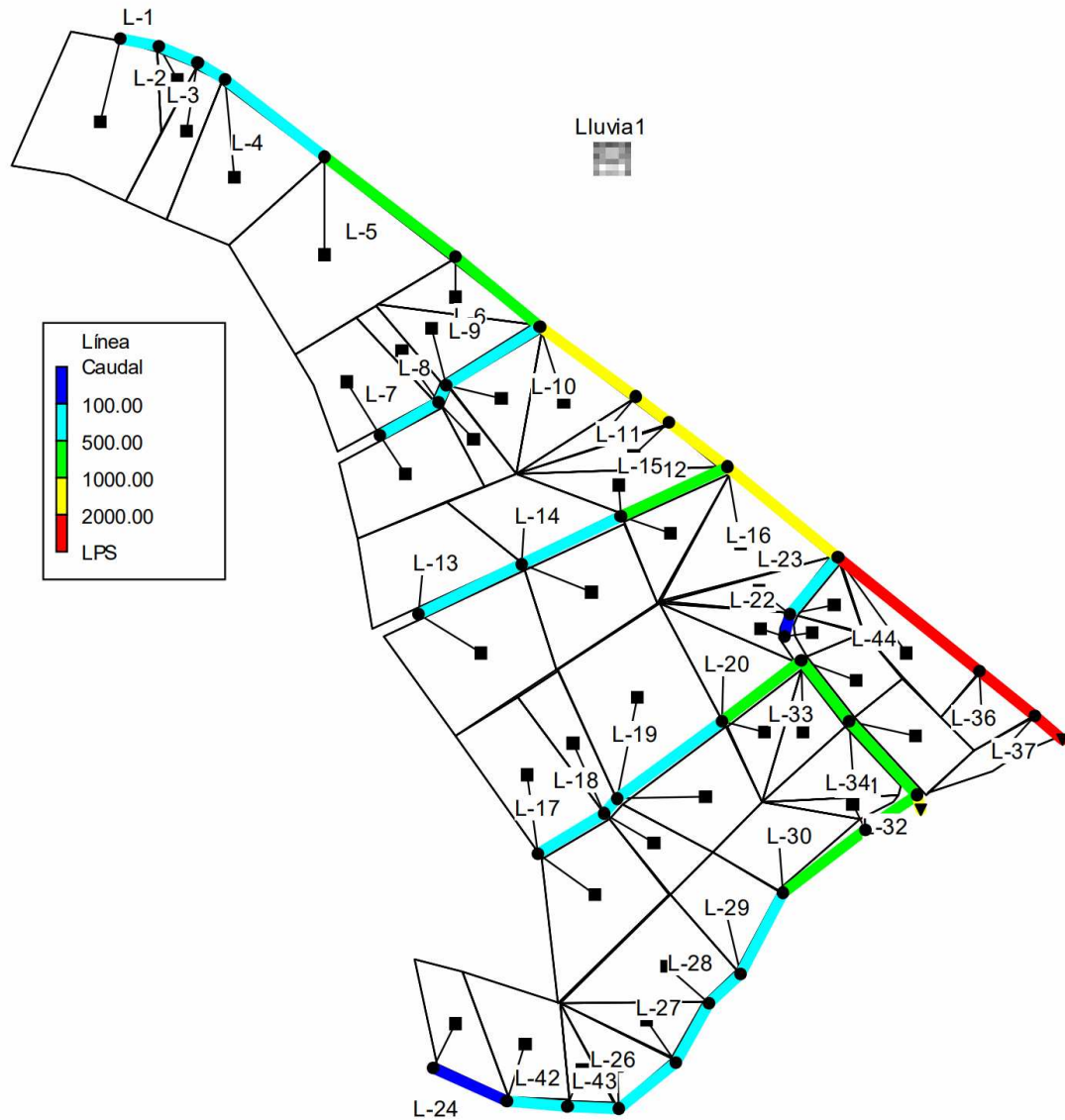


Figura 47 *Velocidades en los Conductos en el minuto 30 de la Tormenta*

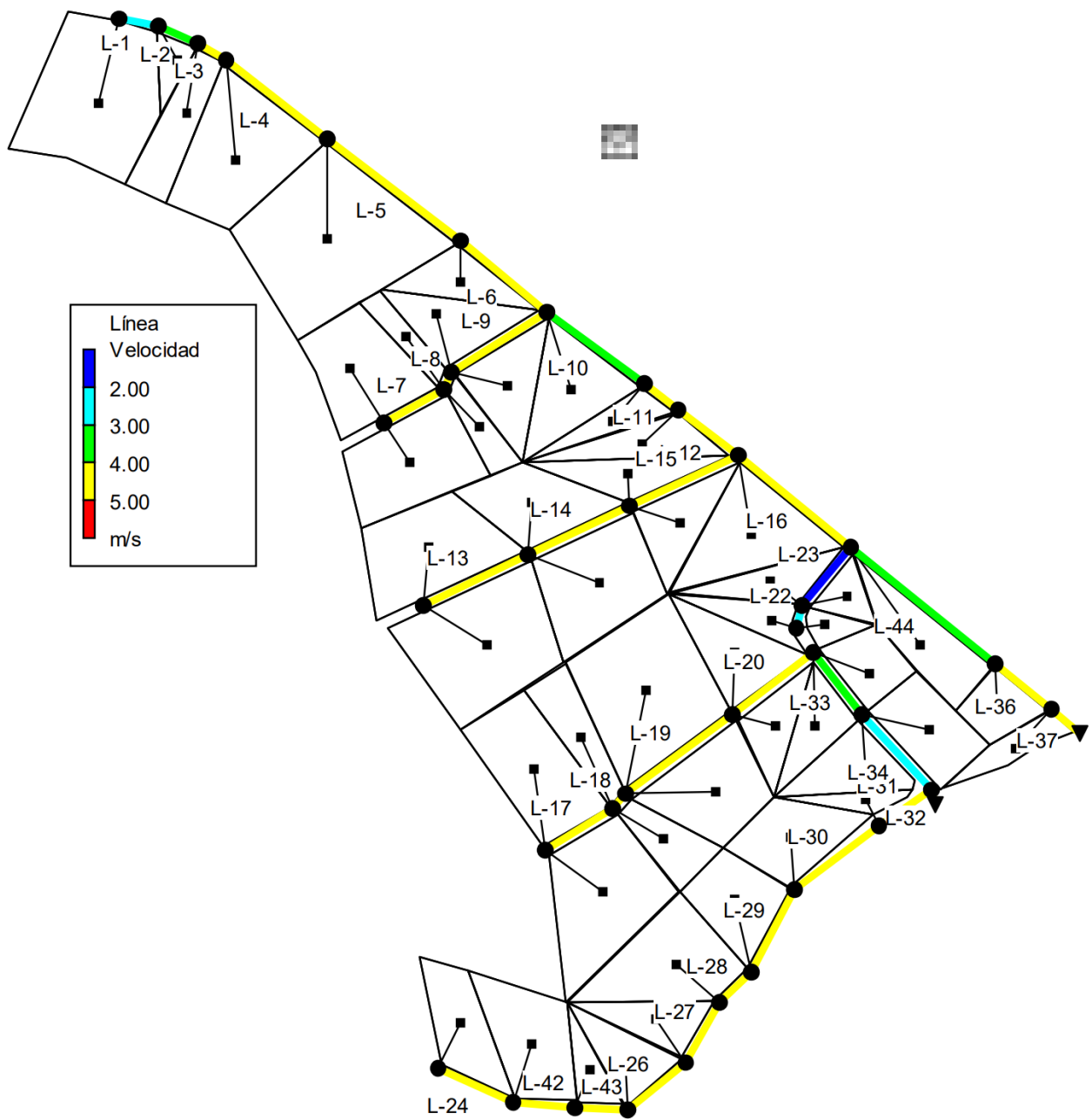


Figura 48 *Capacidad de los conductos en el minuto 30 de la Tormenta*

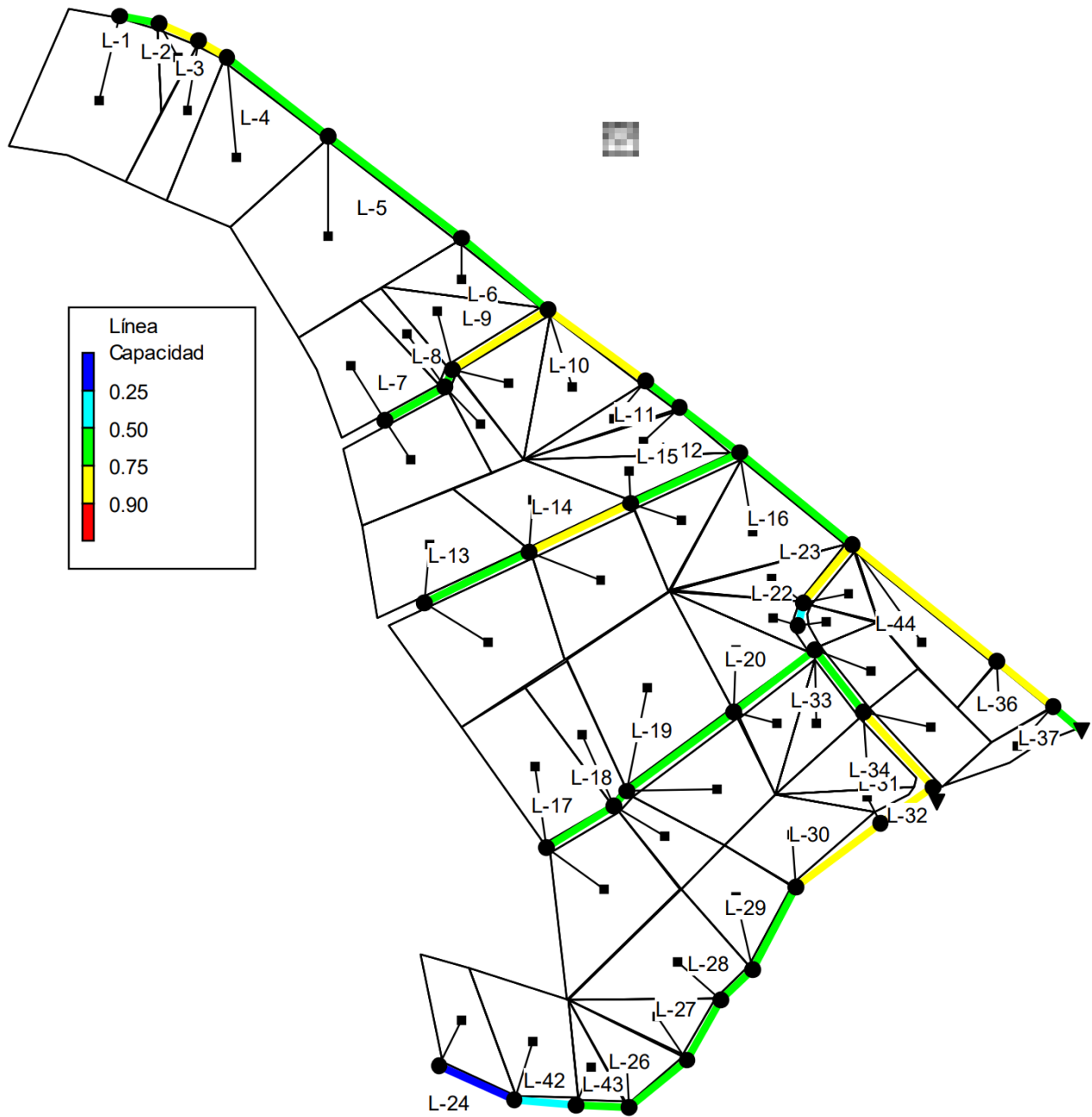


Tabla 34 Caudal y velocidad máxima en el instante de máximo caudal en el rediseño

Conductos	Caudal máximo LPS	Instante de caudal máximo		Velocidad máxima (m/s)
		Días	Hora	
L-17	246.78	0	00:30	5.63
L-18	343.99	0	00:30	6.14
L-19	495.99	0	00:30	5.64
L-20	614.12	0	00:30	5.19
L-33	699.71	0	00:30	3.19
L-34	827.22	0	00:30	2.67
L-32	1357.21	0	00:30	4.91

Nota. Caudales de las Calles 1 y 2 que se encuentra entre los conductos L-17 y L-32.

4.6.6 Perfiles de lámina de agua rediseñadas

Como resumen del análisis del rediseño se puede apreciar en los perfiles de lámina de agua, que las tuberías no presentan sobrecargas y en los nudos no se generan reboses de agua.

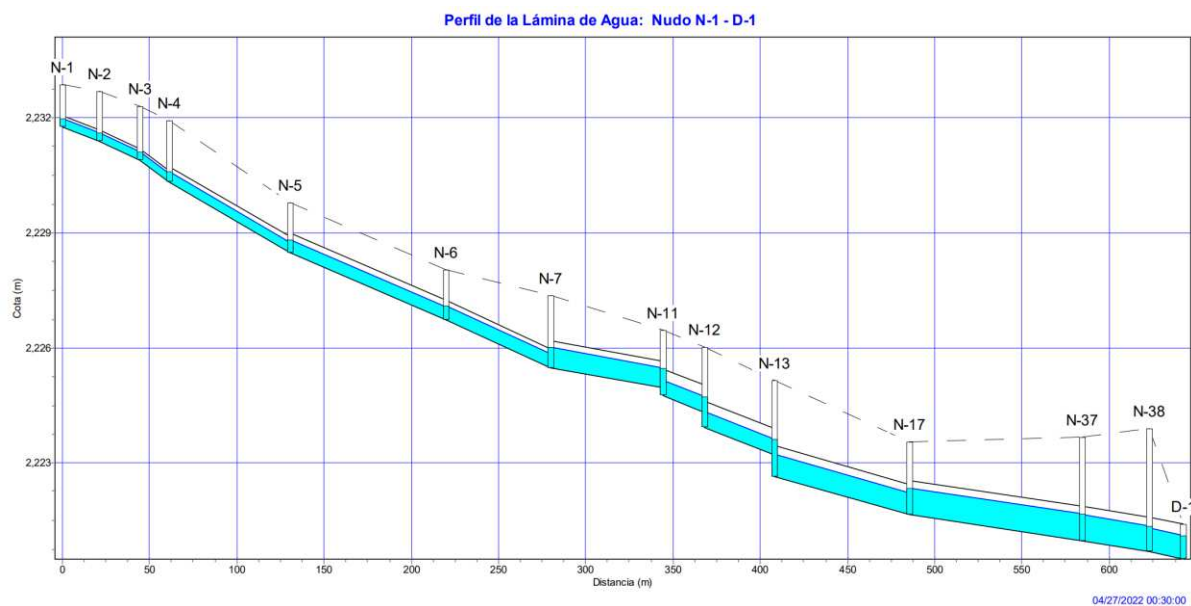
Figura 49 Perfil de la Lámina de Agua desde el Nudo N-1 al D-1

Figura 50 Perfil de la Lámina de Agua desde el Nudo N-25 al D-2

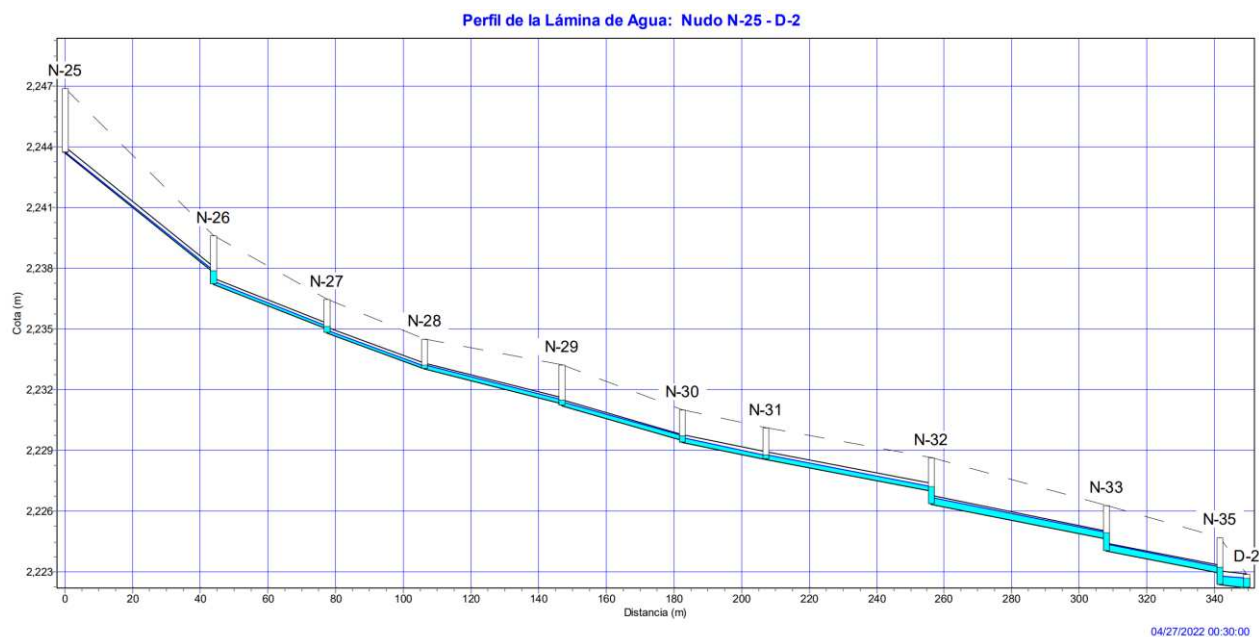


Figura 51 Perfil de la Lámina de Agua desde el Nudo N-18 al D-2

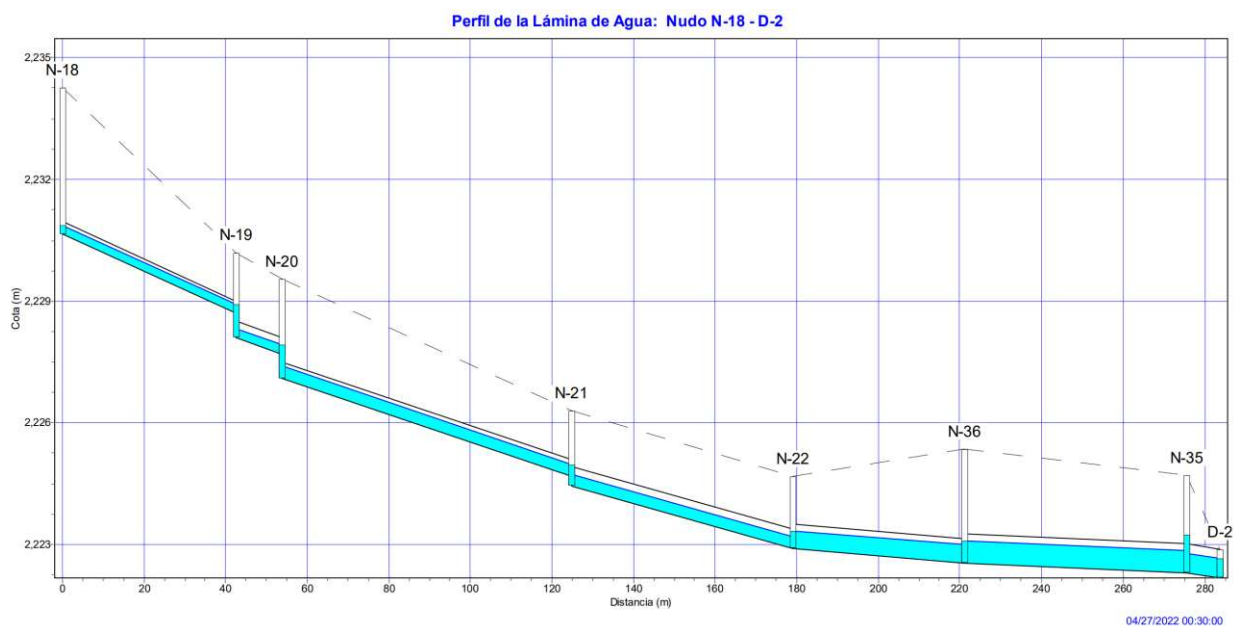


Figura 52 Perfil de la Lámina de Agua desde el Nudo N-10 al N-7

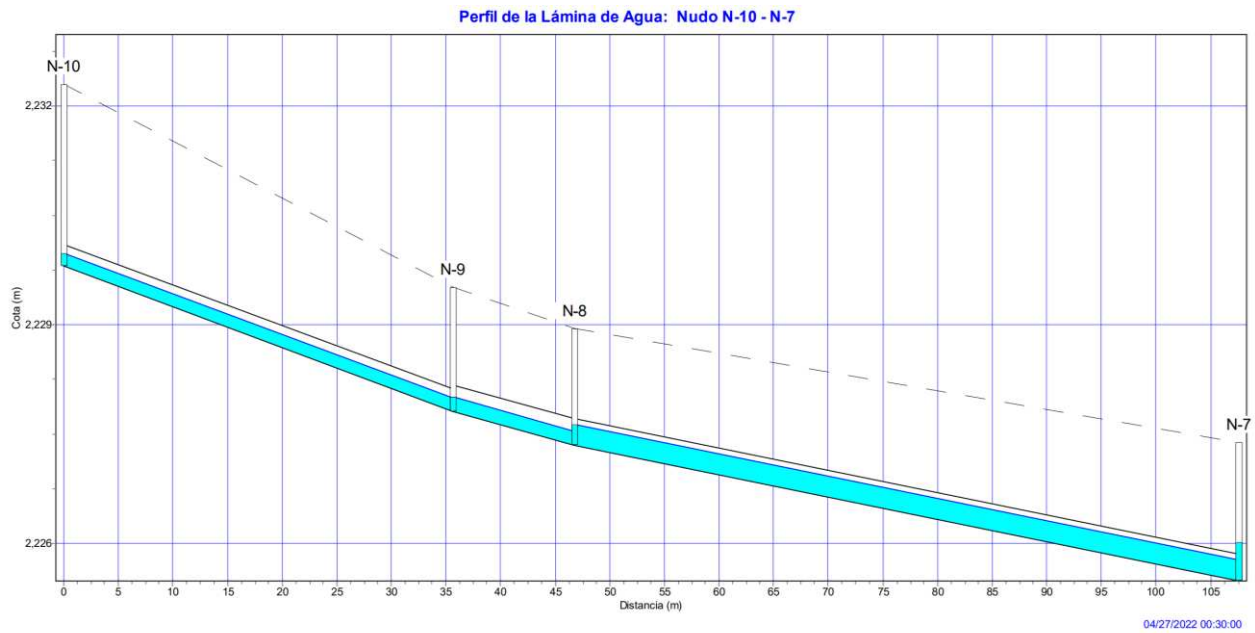


Figura 53 Perfil de la Lámina de Agua desde el Nudo N-14 al N-13

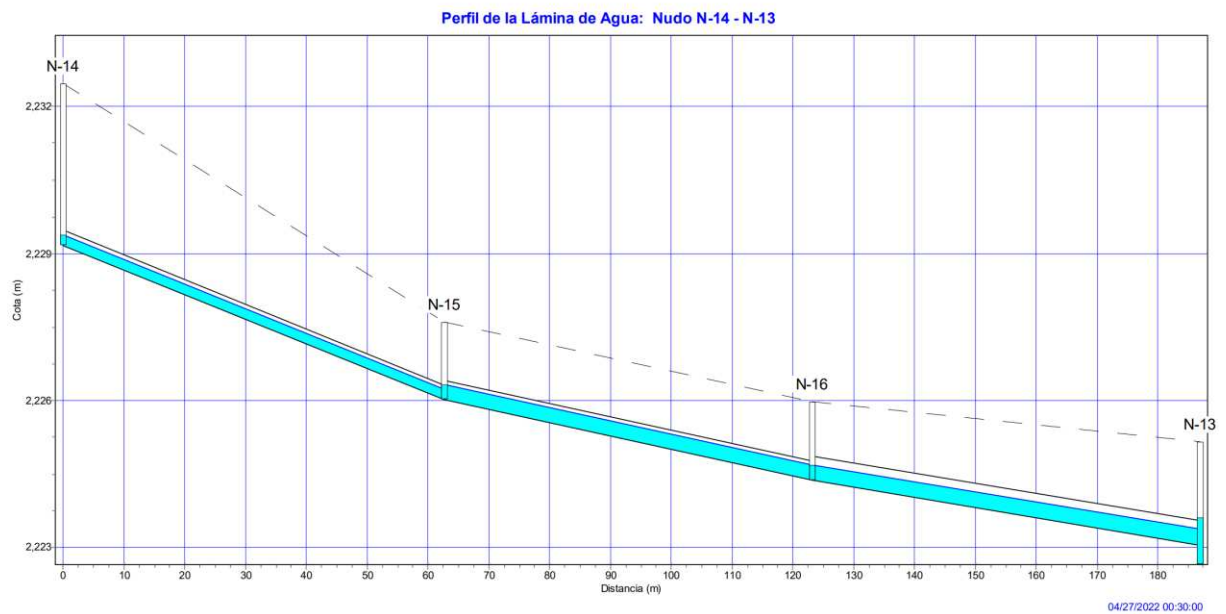
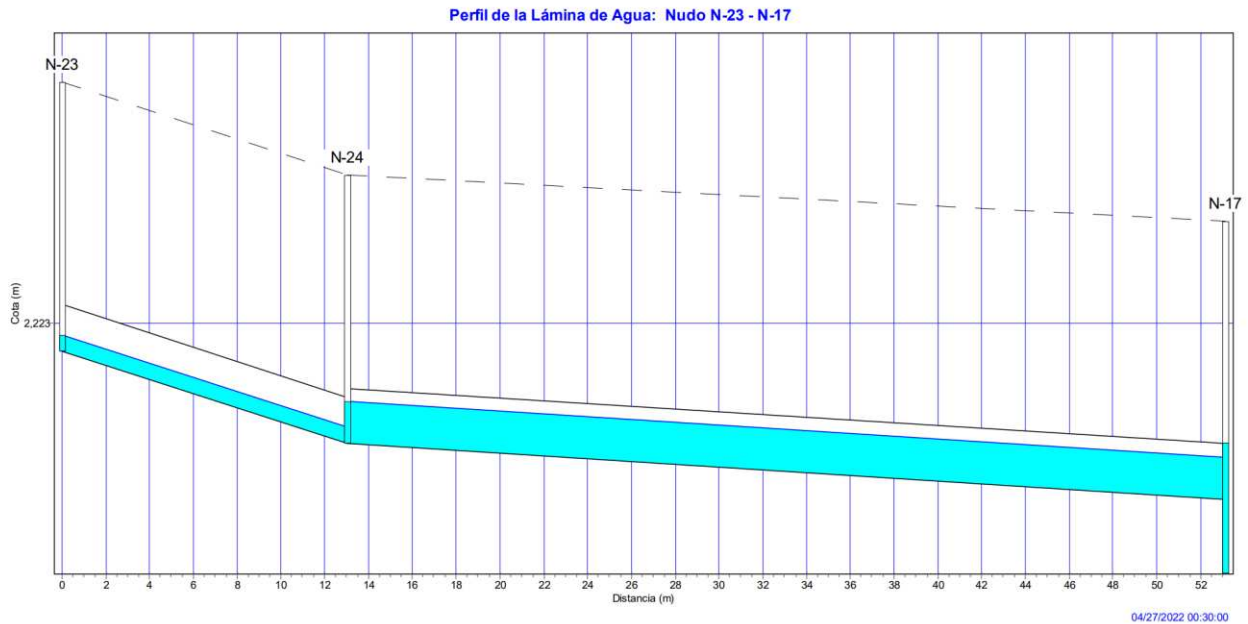


Figura 54 Perfil de la Lámina de Agua desde el Nudo N-23 al N-17

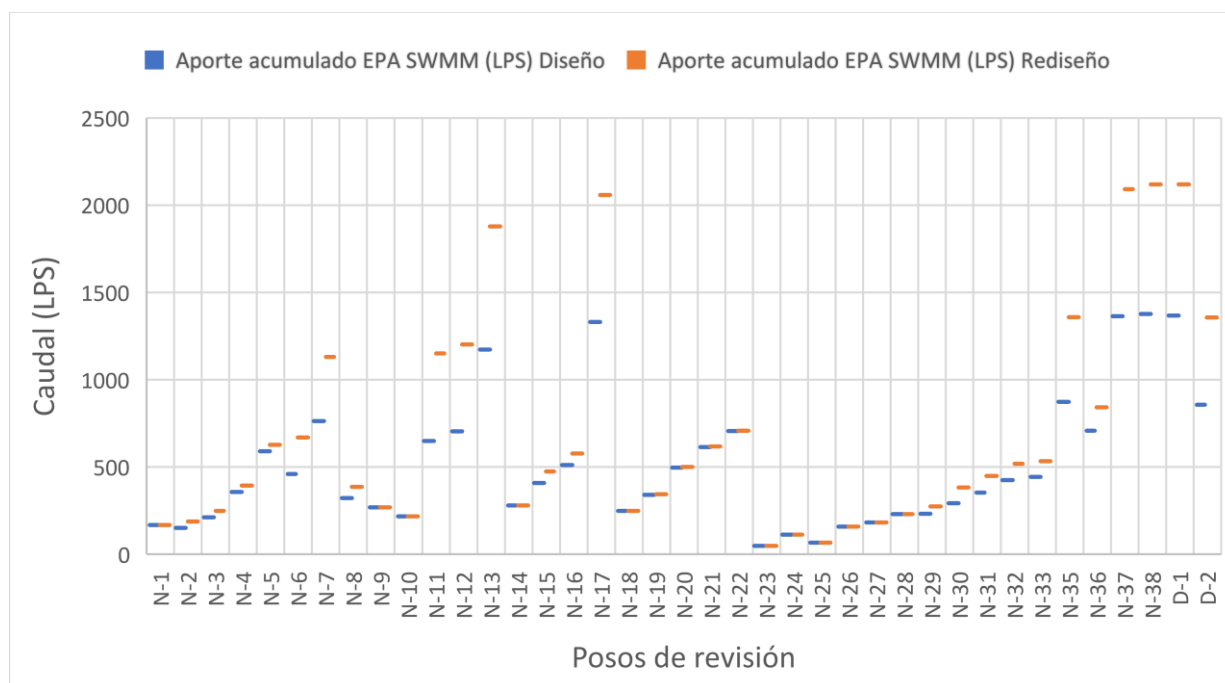


4.7 Discusión de resultados del rediseño del Alcantarillado Pluvial

Los resultados expuestos anteriormente muestran con satisfacción un buen comportamiento de la red de alcantarillado pluvial, en la misma se cumple todos los parámetros importantes como velocidad, capacidad del 90% de tubería y a consecuencia de esto no se presentan reboses de agua.

En la *Figura 55* se muestra la comparativa de caudales de los aportes acumulados entre el diseño y rediseño con EPA SWMM, como se puede apreciar en el rediseño en algunos nudos se tiene mayor caudal debido a que no se presenta reboses de agua.

Figura 55 Comparativa de Aporte acumulado en el diseño y rediseño de alcantarillado pluvial con EPA SWMM



Para tener este resultado se tuvieron que cambiar el diámetro de algunas tuberías, además de cambiar la altura de algunos pozos de la red de alcantarillado pluvial, a consecuencia de que no se presentan reboses de agua, los caudales que desfogán por los vertidos aumentaron, como se muestra en la Tabla 35, en donde en el vertido D-1 y D-2 son un 40% y 34.66% mayores respectivamente entre los caudales del diseño y rediseño.

Tabla 35 Diferencia de caudales obtenidos por el método SWMM (Rediseño) y el método racional para el alcantarillado pluvial

Vertido	Caudal por SWMM (LPS) Rediseño	Caudal por SWMM (LPS) Diseño	Diferencia (%)
D-1	2118.39	1367.53	35.44%
D-2	1357.21	857.17	36.84%

Nota. Los caudales mostrados en la tabla corresponden a las descargas por los vertidos

4.8 Presupuesto referencial

En el presente apartado se presenta el presupuesto del alcantarillado pluvial y sanitario de la comunidad de Bullcay, el presupuesto referencial es una estimación del valor de costo de la obra, estos valores son obtenidos en base a los costos que se obtienen de los precios unitarios y las cantidades de obra que serán ejecutadas.

4.8.1 Análisis de precios unitarios

Pago que la unidad contratante debe reconocer al contratista por concepto de ejecución de obras por concepto de trabajo, los APU consta de costos directos, costos indirectos y el valor agregado IVA (García Andrade & Genovez Ramírez, 2020).

Costos directos: Son los gastos por concepto de mano de obra, transporte, materiales y equipos utilizados para realizar el trabajo (García Andrade & Genovez Ramírez, 2020).

Costos indirectos: Son los gastos que no han sido tomado en cuenta como costos directos y que son necesarios para la ejecución del proyecto (García Andrade & Genovez Ramírez, 2020).

Las actividades consideradas para la construcción del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial se encontrarán en el ANEXO 14, además de cada APU donde se detalla todos los materiales, mano de obra, maquinaria y transporte necesario para la ejecución del mismo, a continuación, se detallan algunos de ellos.

Obras preliminares: Se debe realizar una limpieza en toda el área de estudio, en caso de que su trabajabilidad sea imposible y peligrosa.

Replanteo y Nivelación: Su objetivo es tener claro los puntos de construcción de la obra, mediante el trazado en campo, utilizando alineaciones y cotas indicadas en los planos.

Excavaciones: La excavación en obra puede ser manual o mecánica, su objetivo es realizar cortes de terreno con la finalidad de conformar taludes, plataformas o zanjas, por el tiempo que sea necesario para poder realizar cualquier tipo de obra civil.

Los suelos para excavaciones se clasifican como excavación en terreno normal (sin clasificar), excavación en terreno conglomerado, excavación en roca y excavación en suelos de alta consolidación (García Andrade & Genovez Ramírez, 2020).

Excavación en zanjas: La excavación deberá limpiar todo lo que impida la colocación de tubería, como troncos o raíces, además de que el material excavado que se utiliza para relleno se colocara únicamente en un solo lado a lo largo de la zanja, la preparación del fondo de la zanja es recomendable que se lo realice manualmente (García Andrade & Genovez Ramírez, 2020).

Entibados y Apuntalamientos: Este trabajo evita posible derrumbes y socavamientos de las paredes de las zanjas, con la finalidad de brindar seguridad al personal de la mano de obra.

Rellenos compactados: En este rubro se define el material a compactar, es aquí donde se selecciona y prepara el material a compactar en las zanjas. Para las tuberías el material de relleno será un material fino hasta alcanzar los 30 cm por encima de la tubería, para que por encima de esta capa se rellene el material seleccionado de la zanja excavada (García Andrade & Genovez Ramírez, 2020).

Desalojo de material producto de excavaciones: Es el material que no sirve para relleno, su cargado puede ser a mano o a máquina, y el transporte del mismo será a depósitos de almacenamientos que señale el proyecto.

Suministro en instalación de tubería PVC: Este apartado tiene el objetivo de suministrar los materiales, equipo y mano de obra para la instalación y prueba de la tubería, con la finalidad de formar una tubería continua.

Pozos de revisión: Los pozos de revisión serán instalados donde los planos indiquen y al mismo ritmo de las tuberías longitudinales, se debe realizar una cimentación y los pozos deberán ser contruidos en hormigón con una resistencia mínima de $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, además de que estará con todos los suplementos para que este sea útil a la hora de realizar el mantenimiento (García Andrade & Genovez Ramírez, 2020).

Obras de concreto: Se deben tomar en cuenta todas las obras como cunetas y bordillos para la regeneración de las misma.

Sumideros: Los sumideros se construirán con depresión en caso de que la pendiente longitudinal sea alta, cada una de ellas deberá estar conectada a una caja de revisión, su conexión será mediante una tubería de diámetro mínimo de 200 mm PVC, y será contruida en hormigón.

Rubros Ambientales: Son todos los objetos necesarios para brindar seguridad en la obra como a las personas aledañas que viven alrededor de la obra en construcción.

4.8.2 Presupuesto referencial del Alcantarillado Sanitario

Con respecto al alcantarillado sanitario se consideró un presupuesto general en el cual se tomó en cuenta los rubros expuestos en la Tabla 36 abarcando los capítulos de Actividades Preliminares, Movimiento de Tierras, Instalación de Tuberías, Pozos de revisión, Obras de concreto y rubros ambientales, mismas que corresponde al presupuesto del sistema sanitario, el presupuesto estimado para el mismo es de \$ 483,500.92 incluido IVA.

Tabla 36 *Presupuesto referencial del Alcantarillado Sanitario*

ALCANTARILLADO SANITARIO					
NOMBRE DEL OFERENTE:					
UBICACIÓN		Gualaceo			
FECHA		29/6/2022			
PRESUPUESTO					
Nro.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Actividades Preliminares					37,176.37000
1	Desbroce y limpieza del terreno	m2	12,500.00000	0.75000	9,375.00000
2	Desbroce, destronque y limpieza a mano	m2	1,426.00000	1.61000	2,295.86000
3	Transporte de Material hasta 5 km	m3-km	143.00000	29.81000	4,262.83000
4	Replanteo y Nivelación	m2	7,034.00000	3.02000	21,242.68000
Movimiento de Tierras					110,652.17000
5	Excavación manual, zanja 0-2 m, material sin clasificar	m3	56.16000	15.89000	892.38000
6	Excavación manual, zanja 2-4 m, material sin clasificar	m3	24.72000	19.06000	471.16000
7	Excavación manual, zanja 4-6 m, material sin clasificar	m3	0.54000	22.24000	12.01000
8	Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm	m3	5,559.97000	3.59000	19,960.29000
9	Excavación retroexcavadora, zanja 2-4 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm	m3	2,448.22000	3.81000	9,327.72000
10	Excavación retroexcavadora, zanja 4-6 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm (2)	m3	53.22000	4.33000	230.44000
11	Transporte de Material hasta 5 km	m3-km	2,377.00000	29.81000	70,858.37000
12	Tuneladora de tuberías	m	13.00000	684.60000	8,899.80000
Instalación de Tuberías					203,352.91000
13	Entibado continuo	m2	2,633.00000	15.79000	41,575.07000
14	Tubería sanitaria de PVC, serie 6, d= 200 mm	m	1,579.00000	22.07000	34,848.53000
15	Tubería sanitaria de PVC, serie 6, d= 300 mm	m	378.00000	42.17000	15,940.26000
16	Tubería sanitaria de PVC, serie 6, d= 364 mm	m	665.00000	50.03000	33,269.95000
17	Tubería sanitaria de PVC, serie 6, d= 500 mm	m	399.00000	62.57000	24,965.43000

ALCANTARILLADO SANITARIO

NOMBRE DEL OFERENTE:

UBICACIÓN

Gualaceo

FECHA

29/6/2022

PRESUPUESTO

Nro.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
18	Suministro y colocación de material fino (Arena)	m3	1,828.30000	23.25000	42,507.98000
19	Tapado de Zanjas con maquinaria	m3	5,629.50000	1.82000	10,245.69000
Pozos de Revisión					35,755.84000
20	Excavación manual, profundidad de (0-2) m, material sin clasificar	m3	1.00000	16.83000	16.83000
21	Excavación manual, zanja (2-4) m, material sin clasificar	m3	0.81000	19.17000	15.53000
22	Excavación manual, zanja 4-6 m, material sin clasificar	m3	0.12000	22.24000	2.67000
23	Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm	m3	99.00000	3.59000	355.41000
24	Excavación retroexcavadora, zanja 2-4 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm	m3	80.19000	3.81000	305.52000
25	Excavación retroexcavadora, zanja 4-6 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm (2)	m3	12.00000	4.33000	51.96000
26	Pozo de revisión de h=0 a 2 m, Tapa y brocal Tipo A (2)	u	46.00000	374.33000	17,219.18000
27	Pozo de revisión de h=0 a 2.5 m, Tapa y brocal Tipo A	u	9.00000	441.38000	3,972.42000
28	Pozo de revisión de h=0 a 3 m, Tapa y brocal Tipo A	u	3.00000	504.77000	1,514.31000
29	Pozo de revisión de h=0 a 3.5 m, Tapa y brocal Tipo A	u	4.00000	573.54000	2,294.16000
30	Pozo de revisión de h=0 a 4 m, Tapa y brocal Tipo A	u	4.00000	649.89000	2,599.56000
31	Pozo de revisión de h=0 a 4.5 m, Tapa y brocal Tipo A	u	2.00000	735.23000	1,470.46000
32	Suministro y colocación de material Grueso (Mejoramiento)	m3	10.00000	18.45000	184.50000
33	Transporte de Material hasta 5 km	m3-km	193.00000	29.81000	5,753.33000
Obras de Concreto (veredas)					27,358.65000
34	Subrasante, conformación y compactación con equipo liviano	m2	1,426.00000	2.05000	2,923.30000
35	Mejoramiento, tendido conformación y compactación	m3	149.00000	24.13000	3,595.37000
36	Replanto de piedra h=15 cm	m2	990.00000	7.33000	7,256.70000
37	Encofrado/desencofrados filos detalles	m	128.00000	9.26000	1,185.28000

ALCANTARILLADO SANITARIO					
NOMBRE DEL OFERENTE:					
UBICACIÓN		Gualaceo			
FECHA		29/6/2022			
PRESUPUESTO					
Nro.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
38	Hormigón de f'c=210 kg/cm2	m3	70.00000	171.69000	12,018.30000
39	Obras de concreto (Cunetas)	m2	1.50000	78.41000	117.62000
40	Bordillo de Parterre de 10x30 cm, f'c= 210 kg/cm2	ml	26.00000	10.08000	262.08000
Obras de Concreto (Cunetas)					16,000.01000
41	Mejoramiento, tendido conformación y compactación	m3	52.00000	24.13000	1,254.76000
42	Replanto de piedra h=15 cm	m2	349.00000	7.33000	2,558.17000
43	Cunetas de hormigón simple, suministro y elaboración	m	582.00000	20.94000	12,187.08000
Rubros Ambientales					1,401.30000
44	Cono de Seguridad	u	5.00000	14.62000	73.10000
45	Cinta de seguridad protección áreas de trabajo	m	5.00000	1.51000	7.55000
46	Control de Polvo	m3	5.00000	1.81000	9.05000
47	Pasos peatonales con Cantonera	u	26.00000	7.50000	195.00000
48	Señalización con malla plástica, suministro y colocación	m	700.00000	1.38000	966.00000
49	Parante de madera con base de Hormigón	u	20.00000	7.53000	150.60000
SUBTOTAL					431,697.25000
IVA 12%					51803.67
TOTAL					483,500.92000
Son: CUATROSCIENTOS OCHETA Y TRES MIL QUINIENTOS CON 92/100 DOLARES					

4.8.3 Presupuesto referencial del Alcantarillado Pluvial

El presupuesto del alcantarillado pluvial es de \$ 421,769.28 véase el ANEXO 14, valor que corresponde a los rubros expuestos en los capítulos de Movimiento de Tierras, Instalación

de tuberías, Pozos de revisión y Sumideros, como es evidente en este presupuesto no se considera los capítulos de Actividades Preliminares y Rubros Ambientales, debido a que al ejecutar el proyecto estos rubros abarcan el área para los dos sistemas.

Tabla 37 *Presupuesto referencial del Alcantarillado Pluvial*

ALCANTARILLADO PLUVIAL					
NOMBRE DEL OFERENTE:					
UBICACIÓN		Gualaceo			
FECHA		29/6/2022			
PRESUPUESTO					
Nro.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Movimiento de Tierras					87,353.40000
1	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	3,818.43000	3.29000	12,562.63000
2	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m3	422.73000	3.46000	1,462.65000
3	Excavación manual, zanja 0-2 m, material sin clasificar	m3	38.57000	15.89000	612.88000
4	Excavación manual, zanja 2-4 m, material sin clasificar	m3	4.27000	19.06000	81.39000
5	Transporte de Material hasta 5 km	m3-km	2,436.56000	29.81000	72,633.85000
Instalación de Tuberías					239,013.63000
6	Entibado continuo	m2	2,875.00000	20.22000	58,132.50000
7	Tubería Pluvial de PVC, serie 6, d= 250 mm	m	13.00000	31.54000	410.02000
8	Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 300 mm	m	424.15000	42.17000	17,886.41000
9	Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 364 mm	m	71.93000	50.03000	3,598.66000
10	Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 400 mm	m	376.96000	56.99000	21,482.95000
11	Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 500 mm	m	267.16000	62.57000	16,716.20000
12	Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 600 mm	m	42.10000	94.64000	3,984.34000
13	Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 700 mm	m	190.74000	121.84000	23,239.76000
14	Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 800 mm	m	77.61000	151.64000	11,768.78000
15	Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 900 mm	m	156.79000	220.80000	34,619.23000

ALCANTARILLADO PLUVIAL

NOMBRE DEL OFERENTE:

UBICACIÓN

Gualaceo

FECHA

29/6/2022

PRESUPUESTO

Nro.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
16	Suministro y colocación de material fino (Arena)	m3	1,836.80000	23.26000	42,723.97000
17	Tapado de Zanjas con maquinaria	m3	2,445.50000	1.82000	4,450.81000
Pozos de Revisión					23,344.67000
18	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	57.42000	3.29000	188.91000
19	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m3	77.22000	3.46000	267.18000
20	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	0.58000	16.84000	9.77000
21	Excavación manual en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m3	0.78000	20.20000	15.76000
22	Pozo de revisión de h=0 a 2 m, Tapa y brocal Tipo A	u	18.00000	366.76000	6,601.68000
23	Pozo de revisión de h=0 a 2.5 m, Tapa y brocal Tipo A	u	6.00000	433.81000	2,602.86000
24	Pozo de revisión de h=0 a 3 m, Tapa y brocal Tipo A	u	1.00000	497.20000	497.20000
25	Pozo de revisión de h=0 a 3.5 m, Tapa y brocal Tipo A	u	3.00000	565.98000	1,697.94000
26	Pozo de revisión de h=0 a 4 m, Tapa y brocal Tipo A	u	1.00000	642.32000	642.32000
27	Pozo de revisión de h=0 a 2 m, Tapa y brocal Tipo A 1.2x1.2	u	3.00000	416.80000	1,250.40000
28	Pozo de revisión de h=0 a 3 m, Tapa y brocal Tipo A 1.2x1.2	u	1.00000	603.43000	603.43000
29	Pozo de revisión de h=0 a 2.5 m, Tapa y brocal Tipo A 1.2x1.2	u	3.00000	525.73000	1,577.19000
30	Pozo de revisión de h=0 a 2 m, Tapa y brocal Tipo A 1.4x1.4	u	1.00000	503.28000	503.28000
31	Pozo de revisión de h=0 a 3 m, Tapa y brocal Tipo A 1.4x1.4	u	1.00000	747.00000	747.00000
32	Pozo de revisión de h=0 a 3.5 m, Tapa y brocal Tipo A 1.4x1.4	u	1.00000	811.85000	811.85000
33	Suministro y colocación de material Grueso (Mejoramiento)	m3	69.00000	18.46000	1,273.74000
34	Transporte de Material hasta 5 km	m3-km	136.00000	29.81000	4,054.16000
Sumideros					26,868.01000
35	Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm	m3	49.37000	3.58000	176.74000

ALCANTARILLADO PLUVIAL

NOMBRE DEL OFERENTE:**UBICACIÓN****Gualaceo****FECHA****29/6/2022**

PRESUPUESTO

Nro.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
36	Caja de revisión de sumideros	u	52.00000	48.17000	2,504.84000
37	Mejoramiento, tendido conformación y compactación	m3	4.94000	24.14000	119.25000
38	Sumidero de Calzada 0.7x0.5 m incluye aro y rejilla, tubería de 200 mm	u	52.00000	437.36000	22,742.72000
39	Transporte de Material hasta 5 km	m3-km	44.43000	29.81000	1,324.46000
SUBTOTAL					376,579.71000
IVA 12%					45189.5652
TOTAL					421,769.27520

Son: CUATROSCIENTOS VEINTE Y UN MIL SETECIENTOS SESENTA Y NUEVE CON 28/100 DOLARES

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

En este estudio se analizó la eficiencia de la aplicación del modelo EPA SWMM para el diseño de un sistema de alcantarillado separado, para el sector de Bullcay del cantón Gualaceo. La misma se lo realizó generando el diseño con las metodologías de áreas para el alcantarillado sanitario y con el método racional para el alcantarillado pluvial, todos los parámetros necesarios fueron interpretados con la finalidad de que los mismos describan al área de estudio.

Con lo mencionado se definió el diseño de alcantarillado separado, para posteriormente modelarlos en EPA SWMM, con respecto al alcantarillado sanitario, el software únicamente ayuda a revisar el comportamiento de la red de alcantarillado con lo calculado por el método de áreas, obteniendo resultados aceptables, cumpliendo con lo calculado mediante la metodología.

Para el alcantarillado pluvial, el software posee mayor especialización en el modelamiento, con los resultados se puede apreciar la gran diferencia con respecto al método racional, se encontraron errores de sobrecargas que son mayores al 90% de la sección de la tubería, velocidades mayores a 5 m/s y reboses de agua en los pozos de revisión, considerando los inconvenientes mencionados se realizó un rediseño, con la finalidad de corregir errores.

Con lo expuesto se llega a la conclusión de que EPA SWMM es una herramienta eficiente, que permite ver errores que no se identifica con metodologías tradicionales, dando mayor seguridad y certeza en los resultados.

Se analizó y determinó los parámetros y aspectos poblacionales, sociales, hidrológicos e hidráulicos necesarios para el diseño del sistema de drenaje pluvial y sanitario, proceso llevado a cabo con herramientas informáticas de acuerdo a la normativa nacional y municipal, entendiendo

la necesidad de que la comunidad de Bullcay tenga un sistema de alcantarillado, se asumió un periodo de retorno de 25 años.

Para el diseño del alcantarillado pluvial, con el método racional, se obtuvo la intensidad de lluvia la cual se determinó de acuerdo a las ecuaciones que brinda el INAMHI, en el documento “Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación”. Se considera un coeficiente de escorrentía de 0.65, el mismo es un promedio entre los tipos de superficies que se encuentran en la zona de estudio, el trazado de la red de tuberías se lo realizó según el catastro, y en otras a consideración de los ingenieros del GAD de Gualaceo, dando como resultado las áreas de aporte.

Para el modelo EPA SWMM, se consideró un coeficiente de Manning para PVC de 0.009, para la escorrentía superficial se adoptó los coeficientes de Manning, en el caso de superficie impermeable para asfalto liso se tomó un valor de 0.011 este corresponde a la vía colectora, y de revestimiento de hormigón basto de 0.013 para el resto de la zona de estudio, mientras que para superficies permeables se consideró pasto natural con un coeficiente de Manning de 0.13.

Para el alcantarillado sanitario se tomó en cuenta la población futura del año 2047 que será de 1613 habitantes, con una dotación de 135 l/s/hab. Además, para aportes industriales, comerciales, institucionales y conexiones erradas se consideraron caudales de 1.5, 2, 0.8 y 2 l/s/ha respectivamente, en EPA SWMM el apartado de alcantarillado sanitario se modeló únicamente para ver el comportamiento del caudal calculado según el método de áreas.

Para el diseño del alcantarillado pluvial se utilizó el método racional, así como en el alcantarillado sanitario el método de áreas, estas metodologías utilizan las ecuaciones de Manning, mientras que en SWMM el transporte de agua está gobernado por las ecuaciones de

Saint Venant, para el alcantarillado pluvial se diseñó mediante la onda cinemática que resuelve la ecuación de la continuidad, mientras que para el alcantarillado sanitario se lo realizó mediante el flujo uniforme.

Se modeló el alcantarillado sanitario y pluvial en el software EPA SWMM y se cuantificaron los caudales de descarga en los puntos de interés por los métodos tradicionales y por la implementación del software. Para el alcantarillado pluvial según la metodología racional, se tiene un caudal de descarga D-1 de 1273.043 LPS y en el vertido D-2 de 886.968 LPS, mientras que en el software EPA SWMM se tiene para el vertido D-1 y D-2 un caudal de 2118.39 LPS y de 1357.21 LPS respectivamente, siendo un 40% en el vertido D-1 y 34.66% en el vertido D-2 porcentajes mayores que ofrece el software a diferencia del método racional.

Con respecto a los factores relevantes para el caudal de aguas pluviales en EPA SWMM y el método racional, son el área impermeable y el coeficiente de escurrimiento respectivamente. Los dos parámetros dependen del estado de la zona de estudio en un determinado periodo de diseño, sin embargo, el coeficiente de escurrimiento depende del uso del suelo y se toman de tablas emitidas por la norma, mientras que el área impermeable considera un análisis minucioso con los datos de la zona de estudio.

Se definió un área idónea para la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), gracias a las vías de fácil acceso, cercanía a fuentes de disposición de aguas, redes de energía eléctrica a disposición, con suelos que poseen características para la construcción e implantación del mismo, además con capacidad de ampliación a futuro, todas estas características vuelven a la zona un terreno idóneo para la implantación de la planta de tratamiento en Bullcay.

El presupuesto referencial para los sistemas pluvial y sanitario son de \$ 421,769.28 y \$ 483,500.92 respectivamente, obteniendo un valor de \$ 905,270.2 para el proyecto completo de la comunidad de Bullcay. El presupuesto obtenido se encuentra en base a los precios actuales de mano de obra y materiales de construcción, precios que corresponde a julio del 2022.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda al INAMHI que la información de estaciones meteorológicas se encuentre en el portal web ya que no todas las estaciones existentes se encuentran en la misma, además de que estas cuenten con toda la información que una estación meteorológica brinda.

Para la implementación de EPA SWMM tener muy en cuenta las unidades de valores como pluviograma o hidrogramas, ya que la versión de EPA SWMM en inglés trabaja en pulgadas, mientras que la versión en español del software lo hace en milímetros.

Se recomienda al GAD de Gualaceo, actualizar el catastro de las zonas urbanas y rurales del cantón y que las mismas se hagan respetar, además de tener información de la infraestructura del cantón, con el fin de que futuras obras sean diseñadas correctamente.

Incentivar a la población a tener un plan de evacuación de aguas pluviales en sus hogares hacia la red de drenaje exterior, con el fin de evitar la mezcla con las aguas de desagüe. Además, es muy necesario la implementación de un PTAR para aquellas áreas que poseen alcantarillado sanitario, debido a que estas aguas contaminan las fuentes hídricas.

6. Bibliografía

- Agua, M. del. (2007). *NB 688 Reglamento técnico de diseño de cunetas y sumideros*. 1–62.
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjbh4G1x-T4AhVCSDABHXpCD2AQFnoECAwQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.academia.edu%2F25999190%2FREGLAMENTO_T%25C3%2589CNICO_DE_DISE%25C3%2591O_DE_CUNETAS_Y_SUMIDEROS_Reglamento_
- Aparicio Mijares, F. J. (1989). Fundamentos De Hidrología De Superficie. En *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Número 9).
https://www.academia.edu/8254237/Fundamentos_de_hidrologia_de_superficie_Aparicio
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2016). Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo. *Suplemento del Registro Oficial 790, 5-VII-2016, LOOTUGS*, 31.
<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/08/Ley-Organica-de-Ordenamiento-Territorial-Uso-y-Gestion-de-Suelo1.pdf>
- Campos Aranda, D. F. (2010). Introducción a la hidrología Urbana. En *British Journal of Cancer* (Vol. 3). <http://www.revista.unam.mx/vol.7/num7/art55/int55.htm>
- Carrera Orbe, J. M. (2011). *DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DEL SECTOR DE TINGUICHACA, DEL CANTÓN MORONA, DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO CARRERA*. 2, 1–351.
<http://eprints.uanl.mx/5481/1/1020149995.PDF>
- Castro-Moreira, J. C., & Vélez-Gilces, M. A. (2017). La importancia de la topografía en las ingenierías y arquitectura. *Polo del Conocimiento*, 2(7), 1071.
<https://doi.org/10.23857/pc.v2i7.331>

link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0160000430001_PDYOT_GUALACEO_13-04-2016_12-58-36.pdf

INEN. (1997). Código De Practica Para El Diseño De Sistemas De Abastecimiento De Agua Potable, Disposición De Excretas Y Residuos Líquidos En El Área Rural. *Instituto ecuatoriano de Normalización*, 2, 50.

https://archive.org/details/ec.cpe.5.9.2.1997/page/n1/mode/2up%0Ahttps://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5-parte9.2-1.pdf%0Ahttps://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5-parte9.2-1.pdf

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, I. (2012). Norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposicion de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. En *Instituto Ecuatoriano de Normalización*.

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjW66vcuZn5AhXAm2oFHRI0DwMQFnoECAMQAAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.normalizacion.gob.ec%2Fbuzon%2Fnormas%2Fcpe_inen_5%2520Parte_9-1.pdf&usg=AOvVaw3G4fpsiInOGr3ic3KQHgHd

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2015). Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación. En *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología* (2a ed., Número Ecuaciones para intensidades de precipitación).

http://www.serviciometeorologico.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDADES_V_FINAL.pdf

Jácome, D. M., & Solis García, E. (2018). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio Los Laureles , comunidad de Nero , de la parroquia Baños , cantón Cuenca* [Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31523>

- Lara, C. (2019). Patrimonio Cultural de la Nación. *Gualaceo vida productiva y cultural del cantón*, 9.
- López Cualla, R. A. (1995). *ELEMENTOS DE DISEÑO PARA ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS* (Vol. 1, Número Hidrología e hidráulica).
https://www.academia.edu/38610655/Elementos_de_Diseño_para_Acueductos_y_Alcantarillados_Ing_Ricardo_Alfredo_López_Cualla_
- López Rodríguez, V. A., & Medinna Gualan, J. C. (2021). ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO, EN LA CABECERA PARROQUIAL DE CACHA DEL CANTÓN RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO [UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE]. En *Tesis*. <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>
- Minaya, F. E., & Santisteban, L. S. (2017). *MODELO DE SIMULACIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL FUTURA DE LA CIUDAD DE CHONE* [Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone].
<https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/2682/1/ULEAM-IC-0063.pdf>
- Molina, A., Pozo, M., & Serrano, J. (2018). *Agua, saneamiento e higiene: medición de los ODS en Ecuador*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/AGUA,_SANEAMIENTO_e_HIGIENE.pdf
- Morán, W. C. (2010). *HIDROLOGIA para estudiantes de ingeniería civil*.
<https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/28689>
- OMS. (2019). *Saneamiento*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>
- Ordoñez, J. J. (2011). Balance Hídrico Superficial. *Sociedad Geográfica de Lima*, 44.

https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/balance_hidrico.pdf

Período de retorno - Wikipedia, la enciclopedia libre. (s/f). Recuperado el 10 de noviembre de 2021, de https://es.wikipedia.org/wiki/Período_de_retorno

Rojas Naira, P. C., & Humpuri Pari, V. H. (2016). «*EVALUACIÓN, DISEÑO Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE JULIACA CON LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE SWMM*» TESIS [UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2975>

Salvador Crespo, I. (2017). *Modelización del transporte de contaminantes en redes de saneamiento urbano Memoria.*
http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/6596/Factores_motivacionales_relacionados.pdf?sequence=2%5Cnhttp://files.bartolomevazquezbernal.webnode.es/200000081-2d54f2e4df/BVB_IICVFP.pdf

Sanitario, A. (2014). Lineamientos Técnicos para Factibilidades, SIAPA CRITERIOS Y LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA FACTIBILIDADES. *Actualización de los criterios y lineamientos técnicos para factibilidades en la Z.M.G.*, 38, 1–38.

Secretaría del Agua. (2014). Ley Orgánica de Recursos Hídricos. *Registro Oficial Suplemento N° 305*, 68. <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12114/623>

SENAGUA. (2010). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES.*

Tapia, R. P., Villanelo, J. P. F., Pool, C. S., Araya, E. M., & Gutiérrez, L. L. (2008). Diseño hidrológico de zanjas de infiltración en el secano costero e interior de las regiones

semiáridas de Chile. *Bosque*, 29(2), 136–145. <https://doi.org/10.4067/s0717-92002008000200006>

Unidad de Procesamiento (UP) de la dirección de Estudios Analíticos Estadísticos (DESAE) -

Vladimir Almeida Morillo. (2010). *Promedio de Personas por Hogar, según Cantón*.

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjCqrfmwcL4AhV3r4QIHfHRCZEQFnoECAoQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.ecuadorencifras.gob.ec%2Fwp-content%2Fplugins%2Fdownload-monitor%2Fdownload.php%3Fid%3D337%26force%3D1&usg=AOvVaw2aPnYo7AX>

Wikipedia. (s/f). *Agua potable y saneamiento en Ecuador - Wikipedia, la enciclopedia libre*.

Recuperado el 26 de octubre de 2021, de

https://es.wikipedia.org/wiki/Agua_potable_y_saneamiento_en_Ecuador

ANEXOS

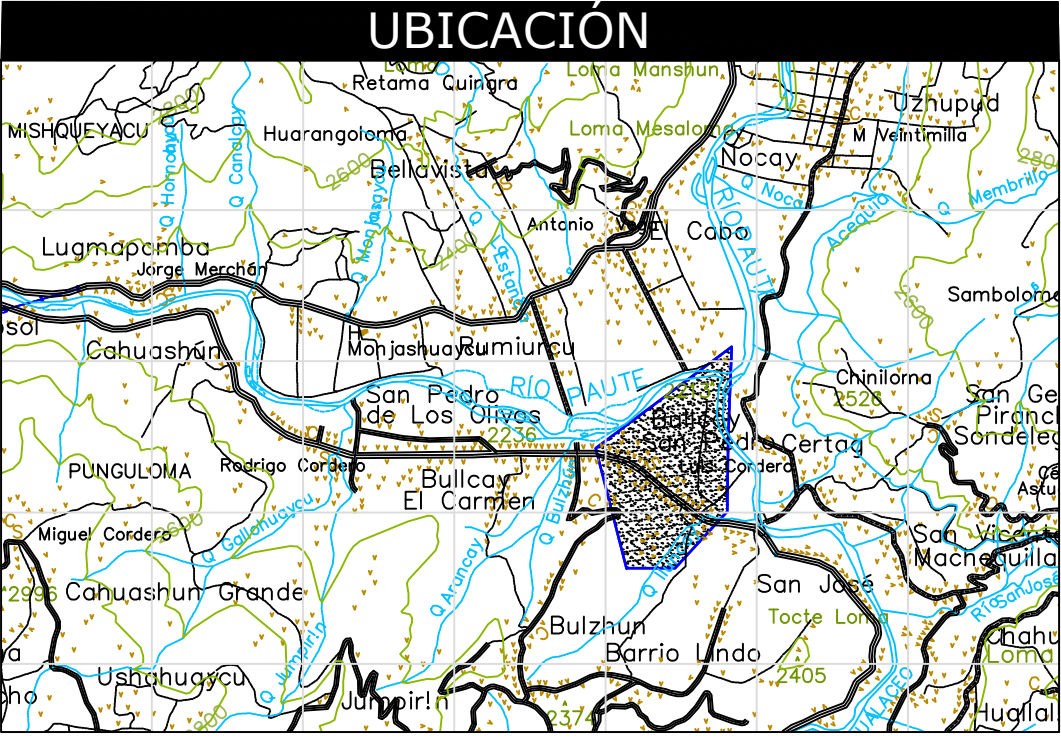
ANEXO 1 <i>RELACIONES HIDRÁULICAS</i>	169
ANEXO 2 <i>TOPOGRAFIA DEL ÁREA DE ESTUDIO DE BULLCAY</i>	171
ANEXO 3 <i>DISEÑO DE SUMIDEROS</i>	173
ANEXO 4 <i>HOJA DE CALCULO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO</i>	175
ANEXO 5 <i>HOJA DE CALCULO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL</i>	177
ANEXO 6 <i>PLANOS DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO</i>	179
ANEXO 7 <i>PLANOS DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL</i>	183
ANEXO 8 <i>TABLA DE ESCORRENTÍA DEL DE LAS SUBCUENCAS</i>	188
ANEXO 9 <i>APORTE DE CAUDAL DE ESCORRENTIA EN LOS NUDOS</i>	191
ANEXO 10 <i>CAUDALES EN LOS CONDUCTOS DEL DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL</i>	193
ANEXO 11 <i>APORTE DE CAUDAL A LOS NUDOS DE ALCANTARILLADO SANITARIO</i>	195
ANEXO 12 <i>CAUDALES EN LOS CONDUCTOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO</i>	198
ANEXO 13 <i>CAUDALES EN LOS CONDUCTOS DEL REDISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL</i>	201
ANEXO 14 <i>PRESUPUESTO DE LA OBRA</i>	203

ANEXO 1 RELACIONES HIDRÁULICAS

Qc/Qr	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
Vr/Vc	0	0.292	0.362	0.4	0.427	0.453	0.473	0.492	0.505	0.52
y/D	0	0.092	0.124	0.148	0.165	0.182	0.196	0.21	0.22	0.232
Rr/Rc	0	0.239	0.315	0.37	0.41	0.449	0.481	0.51	0.53	0.554
H/D	0	0.041	0.067	0.086	0.102	0.116	0.128	0.14	0.151	0.161
Qc/Qr	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19
Vr/Vc	0.54	0.553	0.57	0.58	0.59	0.6	0.513	0.624	0.634	0.645
y/D	0.248	0.258	0.27	0.28	0.289	0.298	0.308	0.315	0.323	0.334
Rr/Rc	0.586	0.606	0.63	0.65	0.668	0.686	0.704	0.716	0.729	0.748
H/D	0.17	0.179	0.188	0.197	0.205	0.213	0.221	0.229	0.236	0.244
Qc/Qr	0.2	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29
Vr/Vc	0.656	0.664	0.672	0.68	0.687	0.695	0.7	0.706	0.713	0.72
y/D	0.346	0.353	0.362	0.37	0.379	0.386	0.393	0.4	0.4	0.417
Rr/Rc	0.768	0.789	0.795	0.809	0.824	0.836	0.848	0.56	0.874	0.886
H/D	0.251	0.258	0.266	0.273	0.28	0.287	0.294	0.3	0.307	0.314
Qc/Qr	0.3	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39
Vr/Vc	0.729	0.732	0.74	0.75	0.755	0.76	0.768	0.776	0.781	0.787
y/D	0.424	0.431	0.439	0.447	0.452	0.46	0.468	0.476	0.482	0.498
Rr/Rc	0.826	0.907	0.919	0.931	0.938	0.95	0.962	0.974	0.983	0.992
H/D	0.321	0.328	0.334	0.341	0.348	0.354	0.361	0.368	0.374	0.381
Qc/Qr	0.4	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49
Vr/Vc	0.796	0.802	0.806	0.81	0.816	0.822	0.83	0.834	0.84	0.845
y/D	0.498	0.504	0.51	0.516	0.523	0.53	0.536	0.542	0.55	0.557
Rr/Rc	1.007	1.014	1.021	1.028	1.035	1.043	1.05	1.056	1.065	1.073
H/D	0.388	0.395	0.402	0.408	0.415	0.422	0.429	0.436	0.443	0.45
Qc/Qr	0.5	0.51	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59
Vr/Vc	0.85	0.855	0.86	0.865	0.87	0.875	0.88	0.885	0.89	0.895
y/D	0.563	0.57	0.576	0.582	0.588	0.594	0.601	0.608	0.615	0.62
Rr/Rc	1.079	1.087	1.094	1.1	1.107	1.113	1.121	1.125	1.129	1.132
H/D	0.458	0.465	0.472	0.479	0.487	0.494	0.502	0.51	0.518	0.526
Qc/Qr	0.6	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.67	0.68	0.69
Vr/Vc	0.9	0.903	0.908	0.913	0.918	0.922	0.927	0.931	0.938	0.941
y/D	0.628	0.632	0.639	0.645	0.651	0.558	0.668	0.672	0.678	0.686
Rr/Rc	0.136	1.139	1.143	1.147	1.151	1.155	1.16	1.163	1.167	1.172
H/D	0.534	0.542	0.55	0.559	0.568	0.576	0.585	0.5995	0.604	0.614

ANEXO 2 TOPOGRAFIA DEL ÁREA DE ESTUDIO DE BULLCAY

TOPOGRAFIA DEL ÁREA DE ESTUDIO DE BULLCAY



CUADRO DE COORDENADAS

# PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESC
4	9683045.91	746936.98	2227.38	BL1
7	9682698.06	747452.04	2219.33	VM1
9	9682686.20	747460.81	2219.05	VM2
10	9682727.04	747411.97	2218.32	VM3v
11	9682721.33	747417.17	2218.85	VM3RA
13	9682906.20	747369.60	2215.06	VM5v
14	9683336.64	747417.31	2213.88	VM6v
17	9683077.66	746935.04	2224.22	BL3
18	9683102.58	747138.74	2215.78	BL3cmn
20	9682905.26	746978.33	2229.74	T1
21	9682821.74	747100.56	2227.57	BMM1
22	9682787.29	747129.72	2226.94	BMM2
23	9682589.95	747380.74	2223.99	BQbrad
24	9682382.99	746997.58	2260.68	BCCh4
25	9682414.40	747010.57	2258.23	BCCh5
27	9682660.88	746988.23	2249.16	cREstCn
28	9682767.12	746964.76	2248.93	REstCn2
29	9682695.91	747264.32	2223.34	Placa
30	9683096.04	747001.43	2217.42	CCH1
31	9683067.45	746988.16	2217.76	CCH2

SIMBOLOGÍA	
	POSTES DE LUZ
	RIO
	VIAS
	CANAL
	MURO
	ALAMBRADO
	CASAS
	CURVA 5m
	CURVA 1m

Universidad Católica de Cuenca

Revisión - Visto bueno

NIV - M.X.M.C.
Dibujo: M.X.M.C.
Revisión: M.X.M.C.
Escala: H = 1: 500 - V = 1:50

Responsabilidad:

Kevin Bermudez y Ronny Coraisaca

LEVANTAMIENTO PLANIMETRIA Y
TAQUIMETRIA EN EL SECTOR DE BULLCAY.

Fecha:
Gualaceo, Enero. - 2022

Contiene: PROYECTO DE TOPOGRAFIA PARA EL DISEÑO DE
ALCANTARILLADO EN EL SECTOR BULLCAY.

Lamina:
1 / 1

DISEÑO DE SUMIDEROS

CALLE	BZ	CUADAL L/S	Punto de sumidero	# de sumideros	% CAUDAL I	% CAUDAL D	Caudal sum iz	Caudal sum DER	CAUDAL DE DISEÑO (L/S)	CAUDAL DE DISEÑO (m3/S)	Caudal que pasa por la rejilla		CAPTA EL CAUDAL
Av Principal	Bz - (1)	167.42	SI	2	0.5	0.5	83.71	83.71	83.71	0.08371	AREA NETA (m2)	0.20	OKA
	Bz - (2)	21.45	NO	0					0	0	Altura de agua (Y)(m)	0.05	NO
	Bz - (3)	61.19	NO	0					0	0	Depresion (A) (m)	0.00	NO
	Bz - (4)	145.4	SI	1			82.64		82.64	0.08264	Q (m3/s)	0.13	OKA
	Bz - (5)	234.89	SI	2			145.4		145.4	0.0727			OKA
	Bz - (6)	49.19	SI	2	0.5	0.5	117.445	117.445	117.45	0.11745			OKA
	Bz - (7)	79.73	SI	1			49.19		49.19	0.04919			OKA
	Bz - (11)	30.84	SI	1			79.73		79.73	0.07973			OKA
	Bz - (12)	55.35	NO	0					0	0			NO
	Bz - (13)	105.8	SI	1			86.19		86.19	0.08619			OKA
	Bz - (14)	78.52	SI	1			105.8		105.8	0.1058			OKA
	Bz - (18)	41.77	SI	2	0.5	0.5	39.26	39.26	39.26	0.03926			OKA
	Bz - (19)	30.17	NO	0					0	0			NO
	Bz - (39)	0	SI	1			71.94		71.94	0.07194			OKA
CALLE 1 Y AV. PRINCIPAL	Bz - (37)	47.59	SI	2	0.65	0.35	30.9335	16.6565	30.93	0.03093			OKA
	Bz - (38)	64.55	NO	0					0	0			NO
	Bz - (14)	78.52	SI	2	0.64	0.36	91.5648	51.5052	91.56	0.09156			OKA
CALLE 3	Bz - (15)	279.61	SI	2	0.41	0.59	57.32005	82.48495	82.48	0.08248			OKA
	Bz - (16)	196.98	SI	2	0.41	0.59	57.32005	82.48495	82.48	0.08248			OKA
	Bz - (17)	103.78	SI	2	0.41	0.59	80.7618	116.2182	116.22	0.11622			OKA
	BZ - (13)	105.8	SI	2	0.46	0.54	47.7388	56.0412	56.04	0.05604			OKA
CALLE 4	Bz - (8)	217.65	SI	2	0.47	0.53	51.14775	57.67725	57.68	0.05768			OKA
	Bz - (9)	51.63	NO	0	0.52	0.48			0	0			NO
	Bz - (10)	119.08	SI	2	0.48	0.52	77.99535	82.45965	82.46	0.08246			OKA
	BZ - (7)	79.73	SI	2	0.5	0.5	59.54	59.54	59.54	0.05954			OKA
CALLE 1	Bz - (20)	66.65	SI	1			33.325		33.33	0.03333			OKA
	Bz - (21)	91.36	SI	1			33.325		33.33	0.03333			OKA
	Bz - (22)	25.81	NO	0					0	0			NO
	Bz - (23)	47.72	SI	1			117.17		117.17	0.11717			OKA
	Bz - (24)	44.57	SI	1			47.72		47.72	0.04772			OKA
	Bz - (25)	108.08	SI	1			44.57		44.57	0.04457			OKA
	Bz - (26)	66.81	SI	1			108.08		108.08	0.10808			OKA
	Bz - (27)	71.44	SI	1			66.81		66.81	0.06681			OKA
	Bz - (28)	18.36	SI	1			71.44		71.44	0.07144			OKA
	Bz - (29)	0	SI	1			18.36		18.36	0.01836			OKA
CALLE 2 Y CALLE 1	Bz - (33)	248.62	SI	2	0.46	0.54	57.1826	67.1274	67.13	0.06713			OKA
	Bz - (34)	97.56	NO	0					0	0			NO
	Bz - (35)	155.38	SI	2	0.54	0.46	109.865	112.005	112.01	0.11201			OKA
	Bz - (36)	121.42	SI	2	0.66	0.34	102.5508	52.8292	102.55	0.10255			OKA
	Bz - (32)	93.72	SI	2	0.56	0.44	67.9952	53.4248	68	0.068			OKA
	Bz - (31)	142.29	SI	2	0.5	0.5	46.86	46.86	46.86	0.04686			OKA
	BZ - (29)	0	SI	1	0.5	0.5	71.145	NO	71.15	0.07115			OKA
	BZ - (40)	0							0	0			NO

ANEXO 4 *HOJA DE CALCULO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO*

HOJA DE CALCULO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO

[illegible]

ANEXO 5 *HOJA DE CALCULO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL*

HOJA DE CALCULO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL

Rugosidad	n=	0.009

Pendiente mínima =	Velocidad min: 0,9 m/s
Relación de Calados d/D=	Velocidad max: 6 m/s
Coeficiente de manning (n)=	

Tramo	Longitud (m)		Elevación (mmsm)		Área contribuyente (HA)
Bc1	Bc1	21	2332.86	2332.68	0.43
Bc1	Bc2	23.5	2332.68	2332.29	0.55
Bc1	Bc3	16.5	2332.29	2331.91	0.16
Bc4	Bc5	60.0	2331.91	2329.79	0.39
Bc5	Bc6	80.0	2329.79	2328.88	0.64
Bc6	Bc7	66.0	2328.04	2327.38	0.13
Bc8	Bc9	35.2	2327.38	2326.51	0.16
Bc9	Bc10	11.7	2326.51	2326.08	0.18
Bc10	Bc11	60.1	2326.08	2327.38	0.33
Bc11	Bc12	64.5	2327.38	2326.45	0.22
Bc12	Bc13	23.5	2326.45	2326.06	0.083
Bc12	Bc14	40.0	2326.06	2325.15	0.15
Bc13	Bc15	62.65	2324.47	2327.61	0.78
Bc16	Bc17	60.0	2327.61	2325.97	0.54
Bc17	Bc18	63.81	2325.97	2325.75	0.28
Bc18	Bc19	77.63	2325.75	2323.45	0.25
Bc19	Bc20	113.05	2323.45	2323.8	0.125
Bc20	Bc21	43.09	2323.8	2323.45	0.173
Bc21	Bc22	99.01	2323.45	2323.68	0.2
Bc22	Bc23	38.62	2323.68	2323.89	0.1064
Bc23	Bc24	19.24	2323.89	2324	0.0789
Bc24	Bc25	43.86	2324	2330.71	0.18
Bc25	Bc26	33.39	2330.71	2330.64	0.25
Bc26	Bc27	48.94	2330.64	2334.5	0.07
Bc27	Bc28	46.26	2334.5	2332.57	0.12
Bc28	Bc29	35.46	2332.57	2330.89	0.13
Bc29	Bc30	24.67	2330.89	2330.12	0.3
Bc30	Bc31	47.08	2330.12	2328.65	0.19
Bc31	Bc32	59.73	2328.65	2326.27	0.2
Bc32	Bc33	33.17	2326.27	2324.72	0.049
Bc33	Bc34	42.6	2324.72	2330.7	0.68
Bc34	Bc35	11.17	2330.7	2329.55	0.26
Bc35	Bc36	7.1	2329.55	2326.29	0.74
Bc36	Bc37	50.28	2326.29	2324.1	0.33
Bc37	Bc38	43.12	2324.1	2325.36	0.25
Bc38	Bc39	54.66	2325.36	2324.73	0.3855
Bc39	Bc40	8.04	2324.73	2324.84	0.1065

INTENSIDADES DE LLUVIA		
Período de retorno		
Duración (t min)	25	Lt/ha*s
5	160.33	445.72
10	118.68	329.92
15	99.53	276.69
20	87.85	244.21
30	73.67	204.81
60	50.73	141.03
120	26.61	73.97
360	9.57	26.60
1440	2.63	7.32

Formulas utilizadas

Formula coeficiente de escorrentia

$$C = \frac{\sum C * A}{\sum A}$$

Tiempo de concentracion

$$t_c = 0,0195 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$$

Formula racional para el calculo del caudal

$$Q = \frac{C * i * A}{0,36}$$

Formula de velocidad

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) * R_h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{3}}$$

Formula de Caudal

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) * A * R_h^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}}$$

Fuerza Tractiva

$$Fr = \gamma * r * s$$

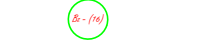
Tiempo de traslado

$$t_t = \frac{\text{Longitud del tramo}}{\text{Velocidad real del tramo}}$$

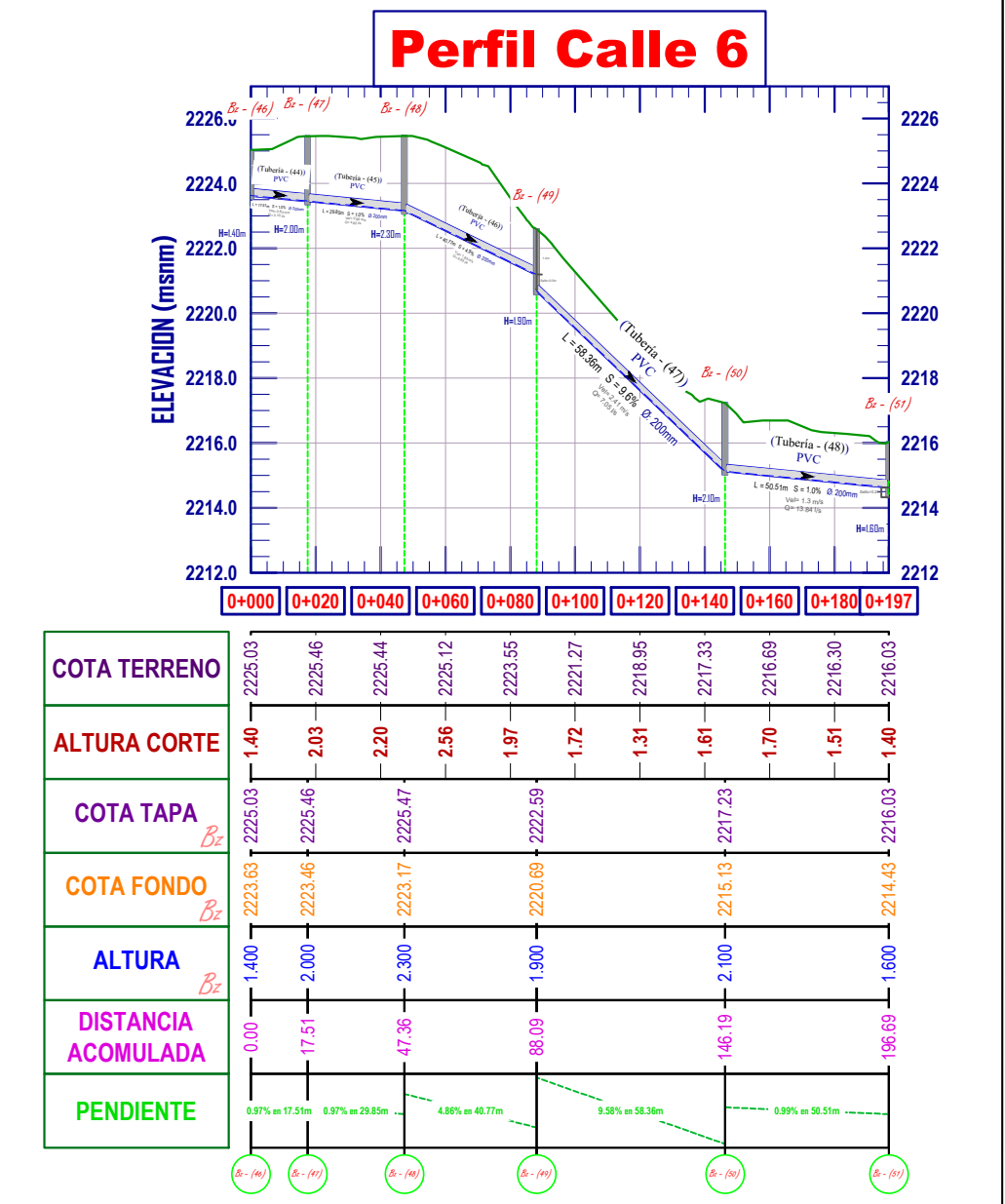
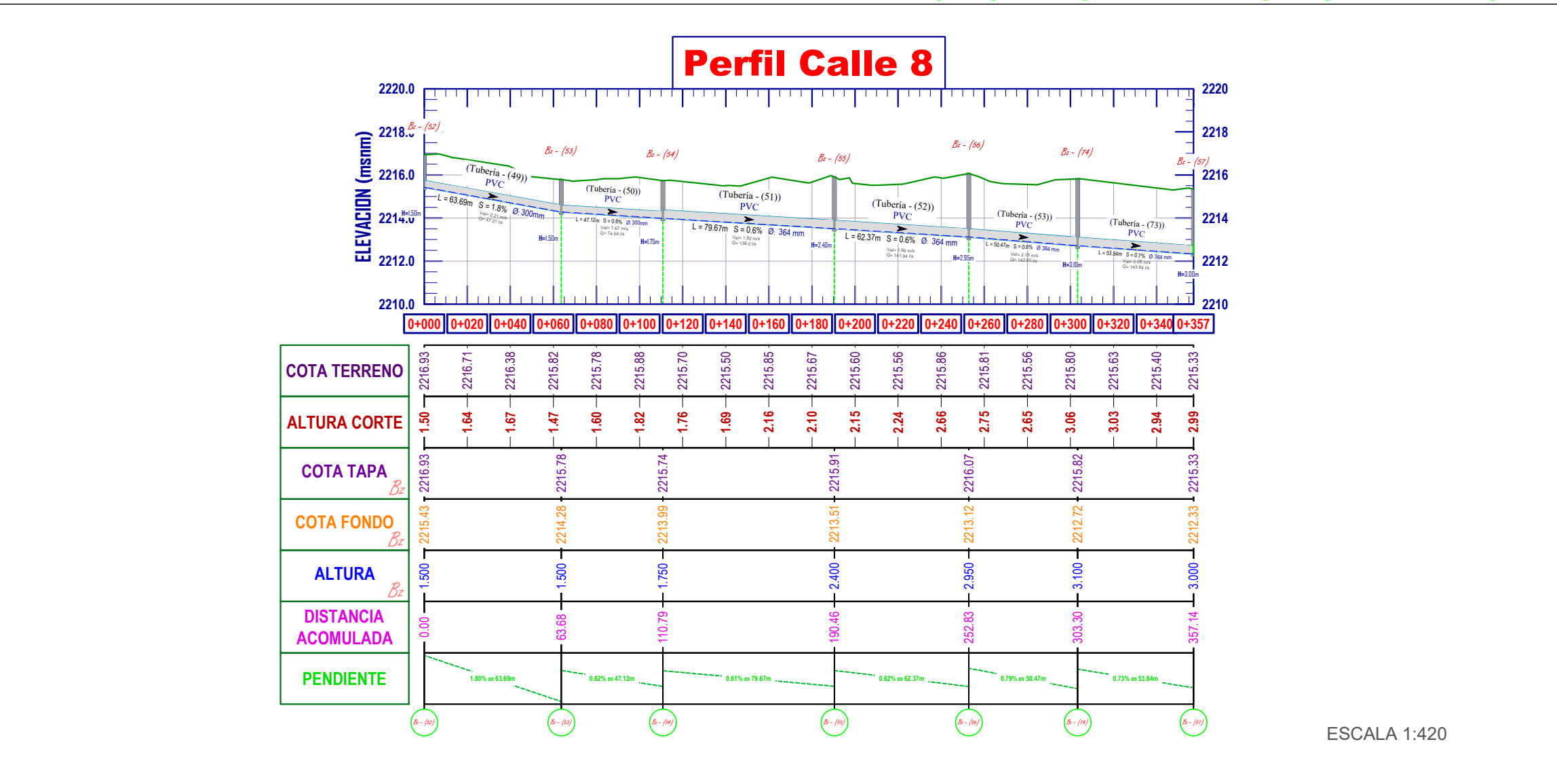
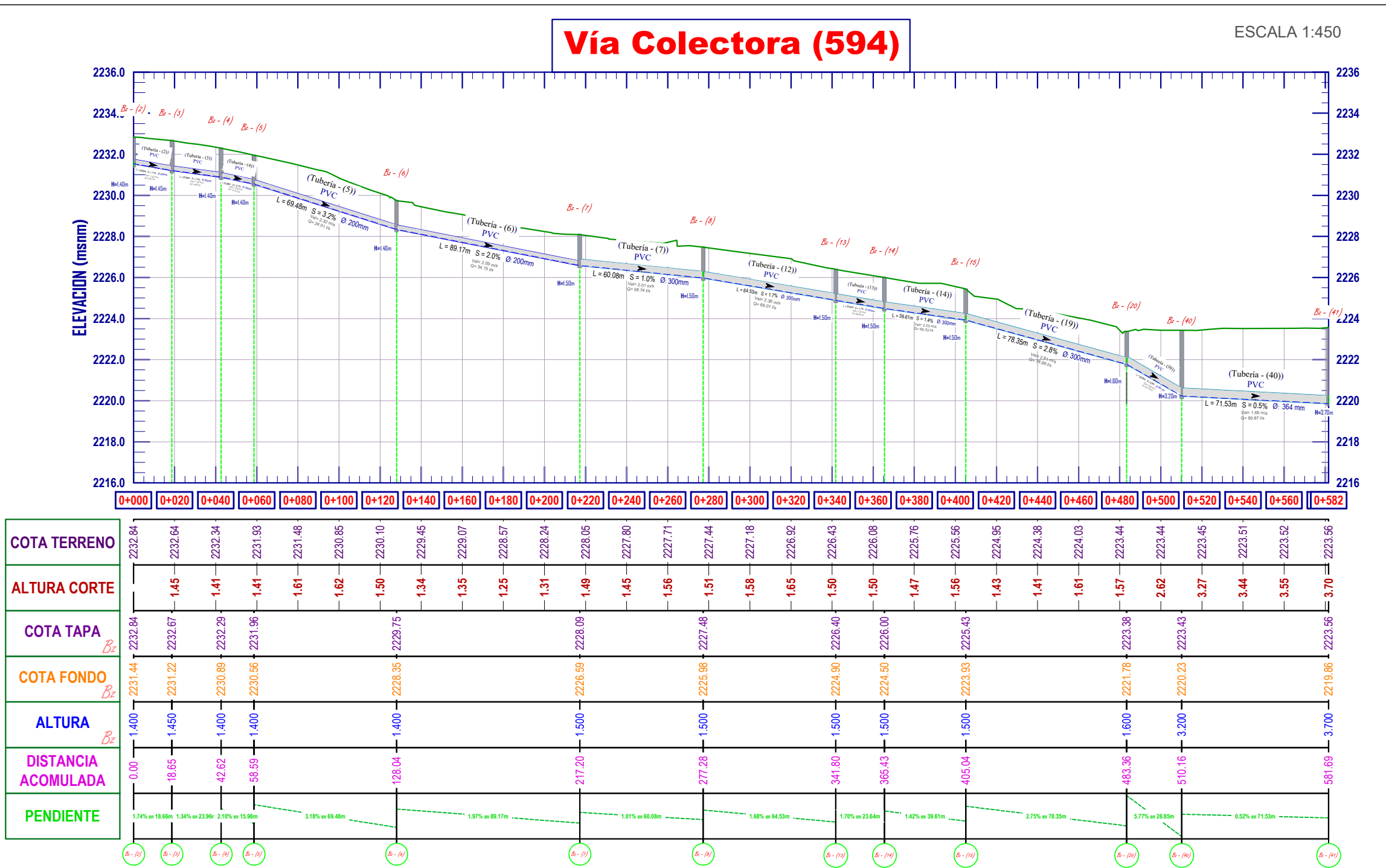
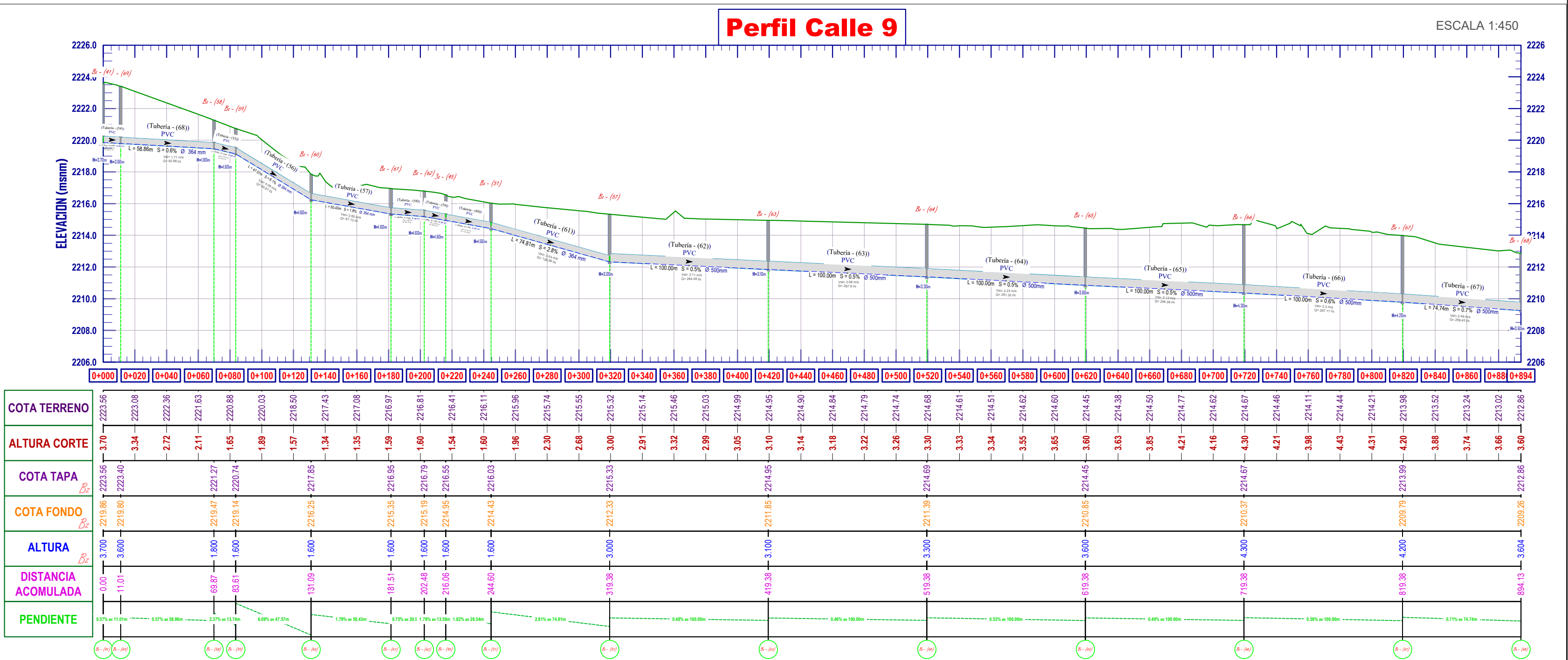
Cálculo de C				Área tributaria			Cotas			Tiempo de Concentración						Tubo Lleno				Relaciones Hidráulicas										Valores Reales				Tiempo de recorrido [min]	Catado máximo	Verificación γ	Verificación de velocidad
Tramo	Longitud (m)	Area (ha)	C	A parcial	A acumulada	A Total	Terreno	Proyecto	Salto	te	t recorrido	tc Sobre	tc Total	tc t1 + t2	tc asumido	Intensidad	Caudal (lt/s/Ang)	Diametro (mm)	Pendiente	Velocidad (m/s)	Caudal (m³/s)	Rh	Fuerza Tracciva T [N/m²]	Qr/Qc	Vr/Vc	y/D	Rr/Rc	H/D	Vr	γ	Rr	Tr					
Bt1	21	0.452	0.65	0.452		0.452	2232.86	2231.36		1.27	0.2	0	0.2	1.47	10	329.924042	96.932	0.3	0.00857	1.83	0.129	0.075	6.305	0.75	0.965	0.724	1.19	0.677	1.766	0.217	0.089	7.482	0.2	0.27	OK	OK	
Bt2							2232.68	2231.18																													
Bt2	23.5	0.055	0.65	0.055	0.452	0.507	2232.68	2231.18		1.074	0.17	0.2	0.37	1.444	10	329.924042	108.726	0.3	0.0166	2.55	0.18	0.075	12.213	0.60	0.9	0.628	0.136	0.534	2.295	0.188	0.01	1.628	0.17	0.27	OK	OK	
Bt3							2232.29	2230.79																													
Bt4	16.5	0.16	0.65	0.16	0.507	0.667	2231.91	2230.31		0.659	0.1	0.37	0.47	1.129	10	329.924042	143.039	0.3	0.02909	3.37	0.238	0.075	21.403	0.60	0.9	0.628	0.136	0.534	3.033	0.188	0.01	2.854	0.09	0.27	OK	OK	
Bt4							2231.91	2230.31																													
Bt5	69.53	0.39	0.65	0.39	0.667	1.057	2229.79	2228.09		1.935	0.34	0.47	0.81	2.735	10	329.924042	226.674	0.4	0.03193	4.28	0.538	0.1	31.323	0.42	0.806	0.51	1.021	0.402	3.45	0.204	0.102	31.95	0.34	0.36	OK	OK	
Bt5							2229.79	2228.09																													
Bt6	89.02	0.64	0.65	0.64	1.057	1.697	2228.04	2226.44		2.871	0.45	0.81	1.26	4.131	10	329.924042	363.923	0.4	0.01854	3.26	0.41	0.1	18.188	0.89	1.015	0.82	1.214	0.892	3.309	0.328	0.121	22.007	0.45	0.36	OK	OK	
Bt6							2228.04	2226.44																													
Bt7	60.2	0.13	0.65	0.13	1.697	1.827	2227.38	2225.68		2.462	0.35	1.26	1.61	4.072	10	329.924042	391.801	0.5	0.01262	3.12	0.613	0.125	15.475	0.64	0.918	0.651	1.151	0.568	2.864	0.326	0.144	17.828	0.35	0.45	OK	OK	
Bt8							2227.38	2225.68																													
Bt9	35.65	0.6	0.65	0.6	0	0.6	2227.38	2225.68		0.815	0.14	0	0.14	0.955	10	329.924042	128.67	0.25	0.07826	4.9	0.24	0.0625	47.983	0.54	0.87	0.588	1.107	0.487	4.263	0.147	0.069	52.973	0.14	0.225	OK	OK	
Bt9							2229.51	2228.06																													
Bt10	11.12	0.138	0.65	0.138	0.6	0.738	2228.94	2227.44		0.391	0.05	0.14	0.19	0.581	10	329.924042	158.265	0.25	0.05126	3.96	0.194	0.0625	31.429	0.82	0.99	0.77	1.208	0.767	3.92	0.193	0.076	38.217	0.05	0.225	OK	OK	
Bt10							2228.94	2227.44																													
Bt7	60.81	0.33	0.65	0.33	0.738	1.068	2227.38	2225.43	0.25m	1.713	0.28	0.19	0.47	2.183	10	329.924042	229.033	0.3	0.03305	3.59	0.254	0.075	24.317	0.90	1.018	0.826	1.212	0.915	3.655	0.248	0.091	29.504	0.28	0.27	OK	OK	
Bt7							2227.38	2225.68																													
Bt11	64.5	0.22	0.65	0.22	2.895	3.115	2226.45	2224.65		2.372	0.3	1.61	1.91	4.282	10	329.924042	668.014	0.5	0.01597	3.51	0.689	0.125	19.583	0.97	1.038	0.884	1.195	1.149	3.643	0.442	0.149	23.343	0.3	0.45	OK	OK	
Bt11							2226.45	2224.65																													
Bt12	23.53	0.083	0.65	0.083	3.115	3.198	2226.45	2224.26		1.076	0.11	1.91	2.02	3.096	10	329.924042	685.813	0.5	0.01667	3.58	0.702	0.125	30.319	0.98	1.039	0.892	1.192	1.202	3.72	0.446	0.149	34.22	0.11	0.45	OK	OK	
Bt12							2226.06	2224.26																													
Bt12	40.03	0.15	0.65	0.15	3.198	3.348	2226.06	2224.26		1.5	0.16	2.02	2.18	3.68	10	329.924042	717.981	0.5	0.02023	3.95	0.776	0.125	24.807	0.93	1.027	0.852	1.204	0.995	4.057	0.426	0.151	29.967	0.16	0.45	OK	OK	
Bt13							2225.15	2223.45																													
Bt15	62.65	0.78	0.65	0.78	0	0.78	2224.27	2228.77		1.393	0.25	0	0.25	1.043	10	329.924042	167.271	0.25	0.06002	4.29	0.21	0.0625	96.8	0.80	0.984	0.758	1.202	0.739	4.221	0.19	0.075	44.16	0.25	0.225	OK	OK	
Bt16							2227.61	2226.01																													
Bt16	60.4	0.54	0.65	0.54	0.78	1.32	2227.61	2226.01		1.838	0.28	0.25	0.53	2.368	10	329.924042	283.075	0.4	0.02715	3.94	0.496	0.1	26.634	0.57	0.885	0.608	1.125	0.51	3.487	0.243	0.113	30.097	0.29	0.36	OK	OK	
Bt17							2225.97	2224.37																													
Bt17	63.81	0.28	0.65	0.28	1.32	1.6	2225.97	2224.37		2.447	0.36	0.53	0.89	3.337	10	329.924042	343.121	0.4	0.01442	2.87	0.361	0.1	14.146	0.95	1.033	0.868	1.2	1.063	2.965	0.347	0.12	16.975	0.36	0.36	OK	OK	
Bt13							2225.15	2223.45																													
Bt13	77.63	0.29	0.65	0.29	4.948	5.238	2223.45	2223.45		2.321	0.27	2.18	2.45	4.771	10	329.924042	1123.292	0.6	0.02448	4.91	1.388	0.15	36.022	0.81	0.987	0.763	1.205	0.753	4.846	0.458	0.181	43.467	0.27	0.54	OK	OK	
Bt14							2224.3	2222.85																													
Bt18	13.05	0.1255	0.65	0.1255	0	0.1255	2223.8	2222.85		0.495	0.12	0	0.12	0.615	10	329.924042	26.914	0.25	0.03831	3.43	0.168	0.0625	23.489	0.16	0.513	0.308	0.704	0.221	1.76	0.077	0.044	16.536	0.12	0.225	OK	OK	
Bt18							2223.8	2222.35																													
Bt14	40.09	0.173	0.65	0.173	0.1255	0.2985	2223.8	2222.35	0.45m	1.271	0.28	0.12	0.4	1.671	10	329.924042	64.014	0.25	0.03118	3.09	0.152	0.0625	19.117	0.42	0.806	0.51	1.021	0.402	2.491	0.128	0.064	19.576	0.27	0.225	OK	OK	
Bt14							2223.45	2221.1																													
Bt18	99.01	0.2	0.65	0.2	5.3365	5.7365	2223.45	2221.55		4.153	0.49	2.45	2.94	7.093	10	329.924042	1230.196	0.7	0.00879	3.26	1.254	0.175	15.09	0.98	1.039	0.892	1.192	1.202	3.387	0.624	0.209	18.022	0.49	0.63	OK	OK	
Bt18							2223.45	2220.68																													
Bt18	38.62	0.1064	0.65	0.1064	5.7365	5.8429	2223.68	2220.68		1.907	0.18	2.94	3.12	5.027	10	329.924042	1253.014	0.7	0.0101	3.49	1.345	0.175	17.339	0.93	1.027	0.852	1.204	0.995	3.584	0.596	0.211	20.906	0.18	0.63	OK	OK	
Bt19							2223.89	2220.29																													
Bt19	19.24	0.0789	0.65	0.0789	5.8429	5.9218	2223.89	2220.29		1.125	0.09	3.12	3.21	4.335	10	329.924042	1269.934	0.7	0.00988	3.46	1.33	0.175	16.961	0.95	1.033	0.868	1.2	1.063	3.574	0.608	0.21	20.354	0.09	0.63	OK	OK	
Bt19							2224	2220.1																													
Bt20	43.96	0.18	0.65	0.18	0	0.18	2247	2244.3		0.741	0.19	0	0.19	0.931	10	329.924042	38.601	0.25	0.15218	6.83	0.335	0.0625	93.305	0.12	0.57	0.27	0.63	0.188	3.893	0.068	0.039	58.223	0.19	0.225	OK	OK	
Bt21							2239.71	2237.61																													
Bt21	33.39	0.25	0.65	0.25	0.18	0.43	2239.71	2237.61		0.774	0.15	0.19	0.34	1.114	10	329.924042	92.214	0.25	0.07847	4.9	0.241	0.0625	48.112	0.38	0.781	0.482	0.983	0.374	3.827	0.121	0.061	46.957	0.15	0.225	OK	OK	
Bt22							2236.44	2234.99																													
Bt22	28.94	0.07	0.65	0.07	0.43	0.5	2236.44	2234.99		0.737	0.13	0.34	0.47	1.207	10	329.924042	107.225	0.25	0.06704	4.53	0.222	0.0625	41.104	0.48	0.84	0.55	1.065	0.443	3.805	0.138	0.067	44.063	0.13	0.225	OK	OK	
Bt23							2234.5	2233.05																													
Bt23	40.66	0.13	0.65	0.13	0.5	0.63	2234.5	2233.05		1.093	0.19	0.47	0.66	1.753	10	329.92																					

ANEXO 6 *PLANOS DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO*

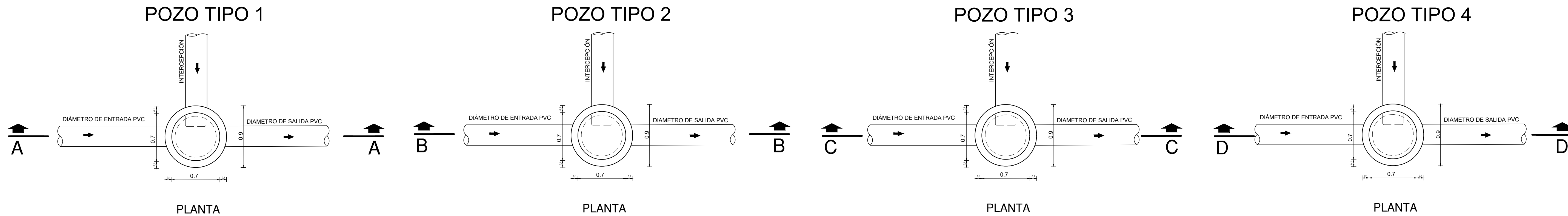
PLANOS DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO



Diseño de Alcantarillado Sanitario del sector Bullcay cantón Gualaceo

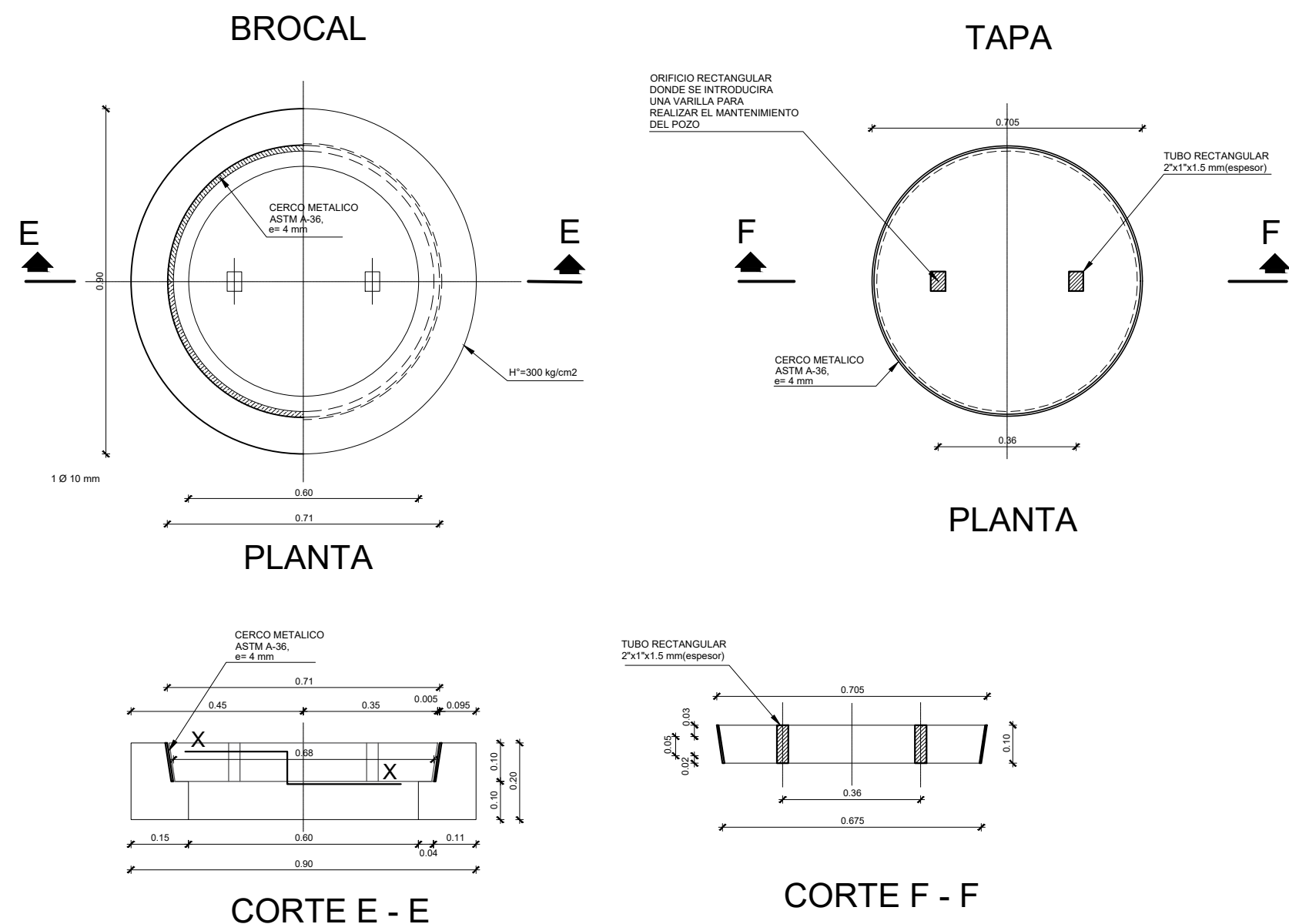


		UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA Unidad Académica de Ingeniería y Construcción	
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD DE BULLCAY, CANTÓN GUALACEO.		HOJA: 1 DE 3	
CONTIENE:		ESCALA: LAS INDICADAS	
DOCENTE:		FECHA: JULIO / 2022	
COMUNIDAD: UCACUE		DIBUJO: Kevin Bermúdez, Rony Conzaca	
CANTÓN: CUENCA		PROVINCIA: AZUAY	
CONSULTOR:		ADMINISTRADOR:	
DIRECTOR DEL PROYECTO:			



TAPA Y BROCAL

ESC. 1:25



POZO TIPO 1					
BZ	DIAMETRO ENTRADA (mm)	DIAMETRO SALIDA (mm)	INTERCEPCION (mm)	ALTURA DE POZO (m)	Altura (D)
Bz - (1)	0	200	0	2	1
Bz - (28)	200	200	0	1.4	0.4
Bz - (29)	200	200	0	1.4	0.4
Bz - (2)	200	200	0	1.4	0.4
Bz - (3)	200	200	0	1.45	0.45
Bz - (30)	200	200	0	1.4	0.4
Bz - (4)	200	200	0	1.4	0.4
Bz - (9)	0	200	0	1.4	0.4
Bz - (5)	200	200	0	1.4	0.4
Bz - (31)	200	200	0	1.4	0.4
Bz - (22)	200	200	0	1.4	0.4
Bz - (32)	200	200	0	1.4	0.4
Bz - (6)	200	200	0	1.4	0.4
Bz - (10)	200	200	0	1.4	0.4
Bz - (23)	200	200	0	1.4	0.4
Bz - (11)	200	200	0	1.4	0.4
Bz - (33)	200	200	0	1.4	0.4
Bz - (7)	200	300	0	1.5	0.5
Bz - (17)	200	200	0	1.4	0.4
Bz - (34)	200	200	0	1.4	0.4
Bz - (13)	300	300	0	1.5	0.5
Bz - (24)	200	200	0	1.4	0.4
Bz - (14)	300	300	0	1.5	0.5
Bz - (18)	200	200	0	1.4	0.4
Bz - (47)	200	200	0	2	1
Bz - (15)	300	300	0	1.5	0.5
Bz - (35)	200	200	0	1.4	0.4
Bz - (46)	0	200	0	1.4	0.4
Bz - (36)	200	200	0	1.4	0.4
Bz - (39)	200	200	0	1.6	0.6
Bz - (42)	0	200	0	1.4	0.4
Bz - (58)	364	364	0	1.8	0.8
Bz - (43)	200	200	0	1.4	0.4
Bz - (59)	364	364	0	1.6	0.6
Bz - (44)	200	200	0	1.4	0.4
Bz - (60)	364	364	0	1.6	0.6
Bz - (61)	364	364	0	1.6	0.6
Bz - (52)	0	300	0	1.5	0.5
Bz - (62)	364	364	0	1.6	0.6
Bz - (53)	300	300	0	1.5	0.5
Bz - (54)	300	364	0	1.75	0.75

POZO TIPO 2					
BZ	DIAMETRO ENTRADA (mm)	DIAMETRO SALIDA (mm)	INTERCEPCI ON (mm)	ALTURA DE POZO (m)	Altura (D)
Bz - (26)	0	200	0	2.7	1.1
Bz - (27)	200	200	0	2.1	0.5
Bz - (21)	0	200	0	2.2	0.6
Bz - (16)	0	200	0	2.6	1
Bz - (48)	200	200	0	2.3	0.7
Bz - (37)	200	200	0	2.3	0.7
Bz - (38)	200	200	0	2.1	0.5
Bz - (50)	200	200	0	2.1	0.5
Bz - (56)	364	364	0	2.95	1.35
Bz - (55)	364	364	0	2.4	0.8
Bz - (57)	364	500	364	3	1.4

POZO TIPO 3					
BZ	DIAMETRO ENTRADA (mm)	DIAMETRO SALIDA (mm)	INTERCEPCI ON (mm)	ALTURA DE POZO (m)	Altura (D)
Bz - (26)	364	364	0	3.7	1.5
Bz - (26)	364	364	0	3.2	1
Bz - (26)	364	364	0	3.6	1.4
Bz - (26)	364	364	0	3.1	0.9
Bz - (26)	500	500	0	3.1	0.9
Bz - (26)	500	500	0	3.3	1.1
Bz - (26)	500	500	0	4.3	2.1
Bz - (26)	500	500	0	3.6	1.4
Bz - (26)	500	500	0	4.2	2
Bz - (26)	500	500	0	3.604	1.404

POZO TIPO 4						
BZ	DIAMETRO ENTRADA (mm)	DIAMETRO SALIDA (mm)	INTERCEPCI ON (mm)	ALTURA DE POZO (m)	Altura (D)	ALTURA DE SALTO (E)
Bz - (8)	300	300	0	1.5	0.5	0.1
Bz - (20)	300	364	200	1.6	0.6	0.1
Bz - (25)	200	200	200	2.2	1.2	0.6
Bz - (49)	200	200	0	1.9	0.9	0.5
Bz - (45)	364	364	0	1.6	0.6	0.2
Bz - (51)	364	364	200	1.6	0.6	0.2

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
Unidad Académica de Industria y Construcción

PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD DE BULLCAY, CANTÓN GUALACEO.

CONTIENE: POZOS DE REVISIÓN DEL ALCANTARILLADO SANITARIO.

DOCENTE: COMENDADO: UCAUER: CANTÓN: PROVINCIA: CUENCA: AZUAY: DIBUJO: Kevin Bermúdez, Rommy Coronado

FECHA: 3 DE 3

FECHA: JULIO / 2022

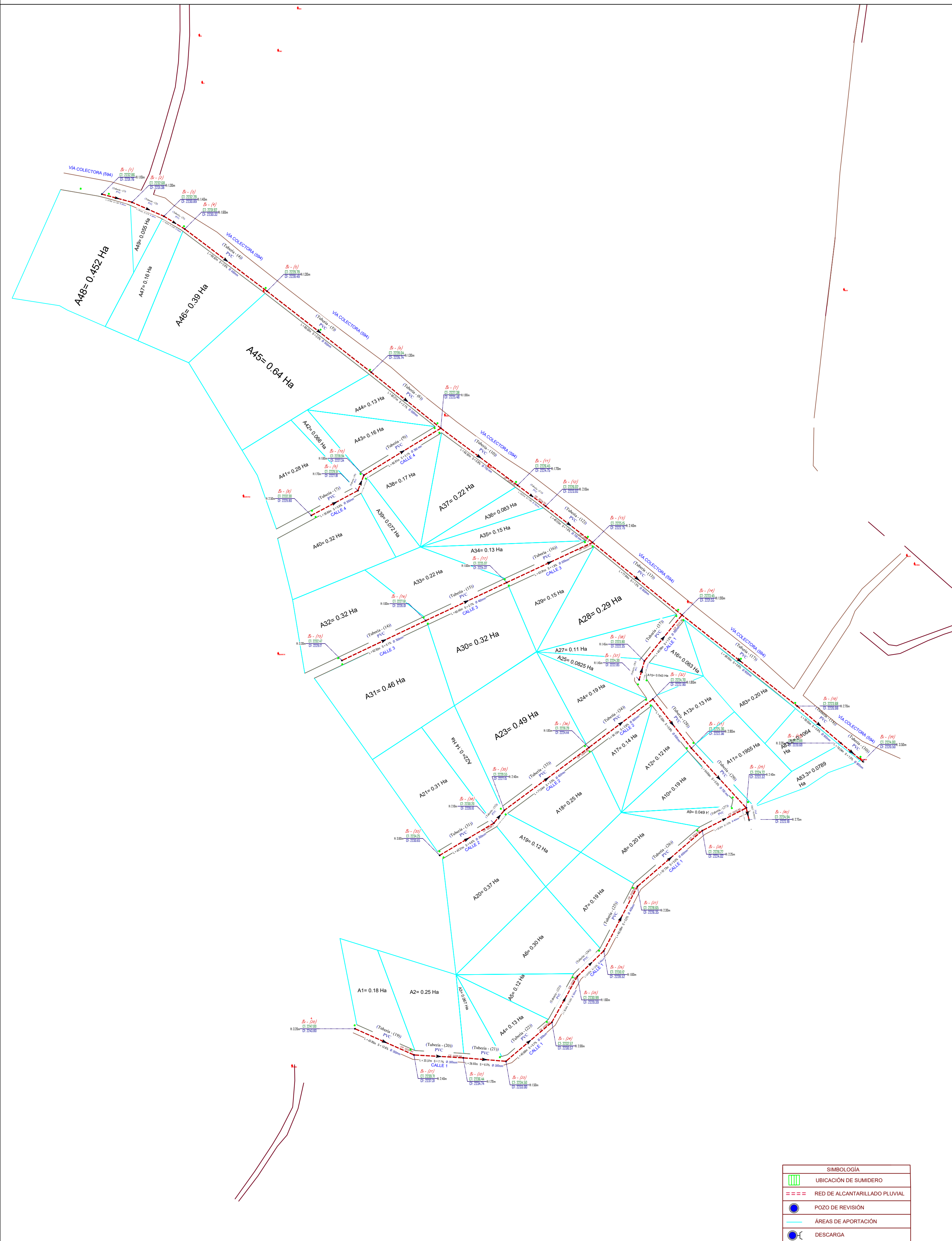
CONSULTOR: DIRECTOR DEL PROYECTO:

ADMINISTRADOR:

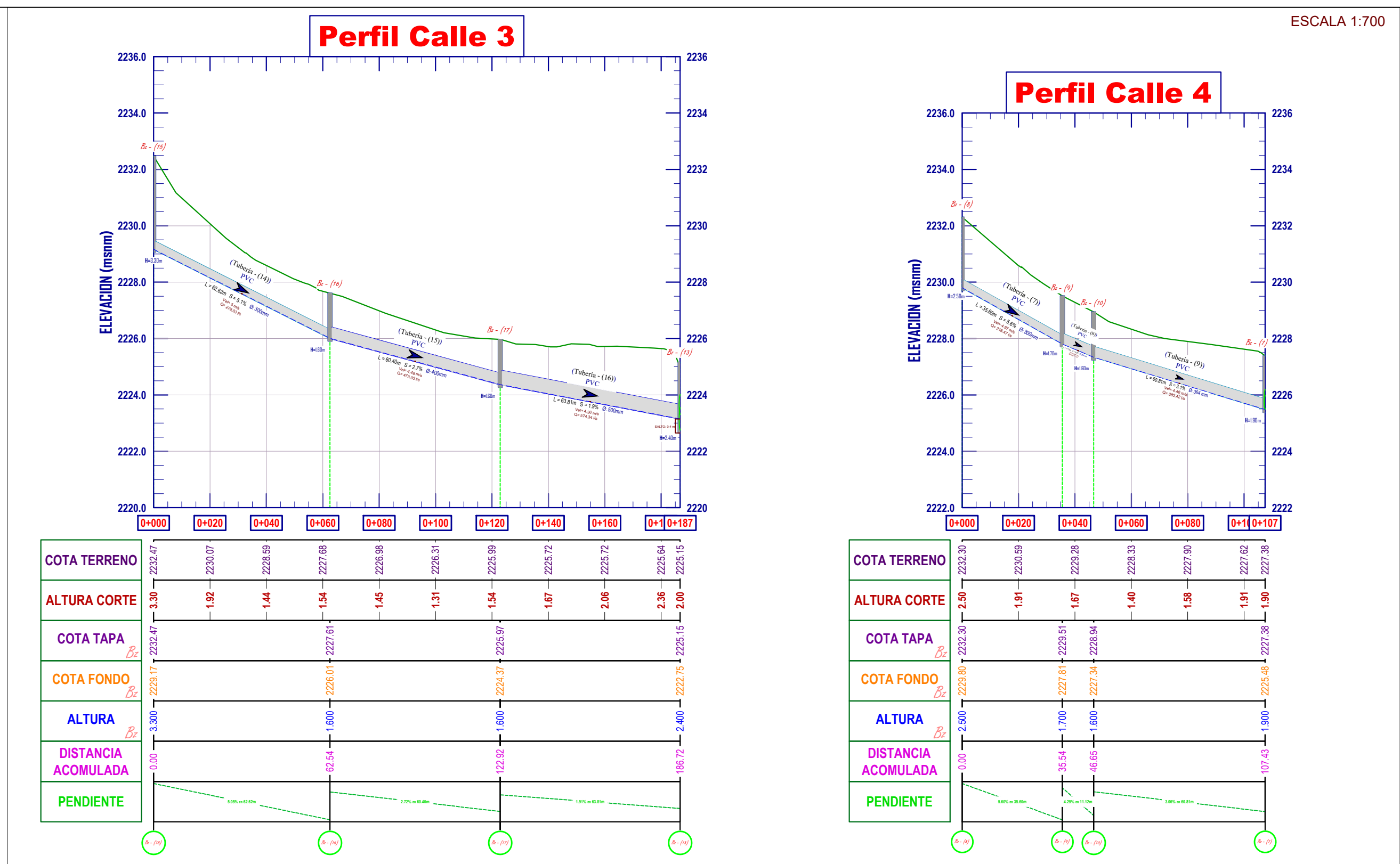
ANEXO 7 PLANOS DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

PLANOS DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

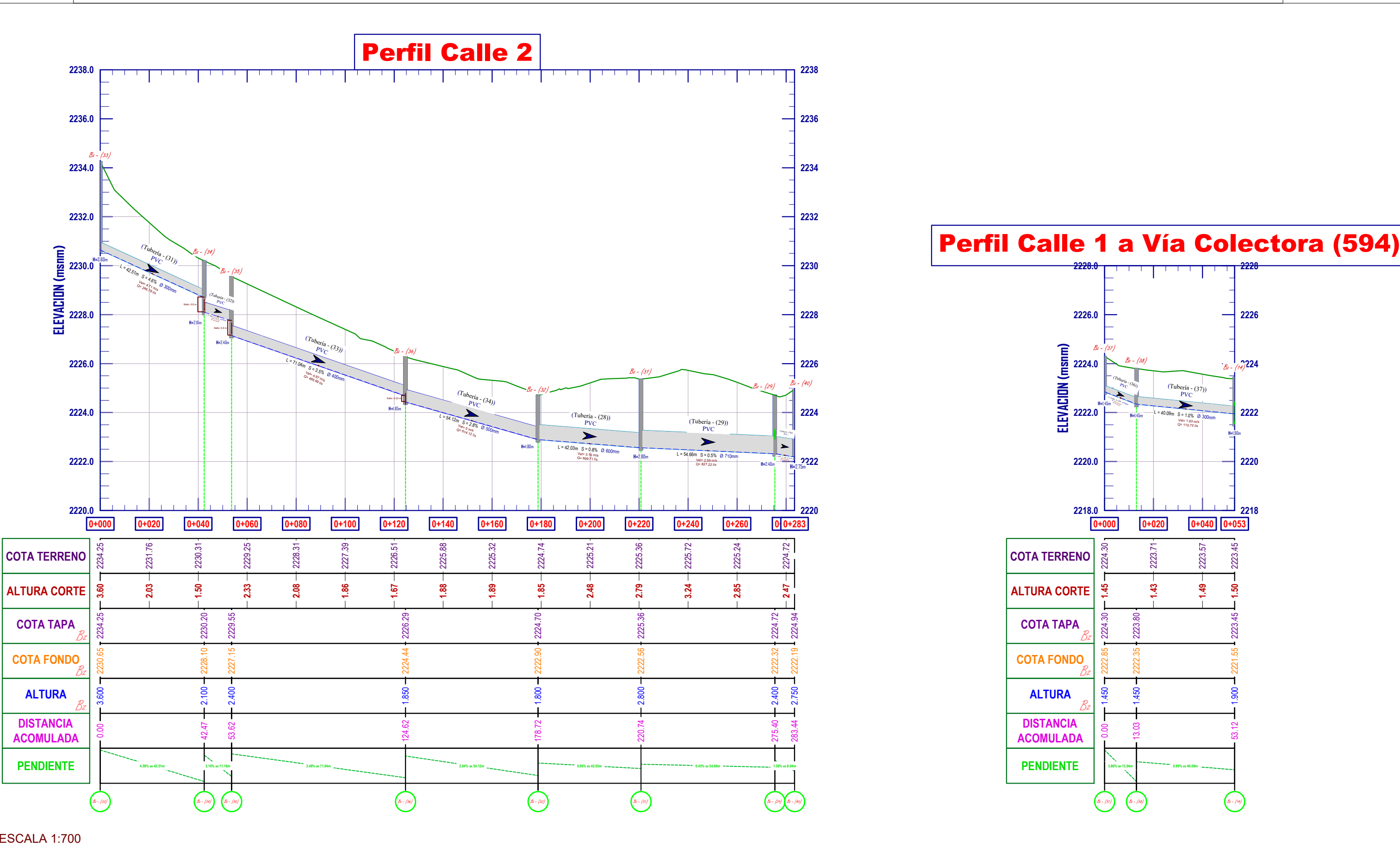
Diseño de Alcantarillado Pluvial del sector Bullcay cantón Gualaceo



ESCALA 1:620



ESCALA 1:700



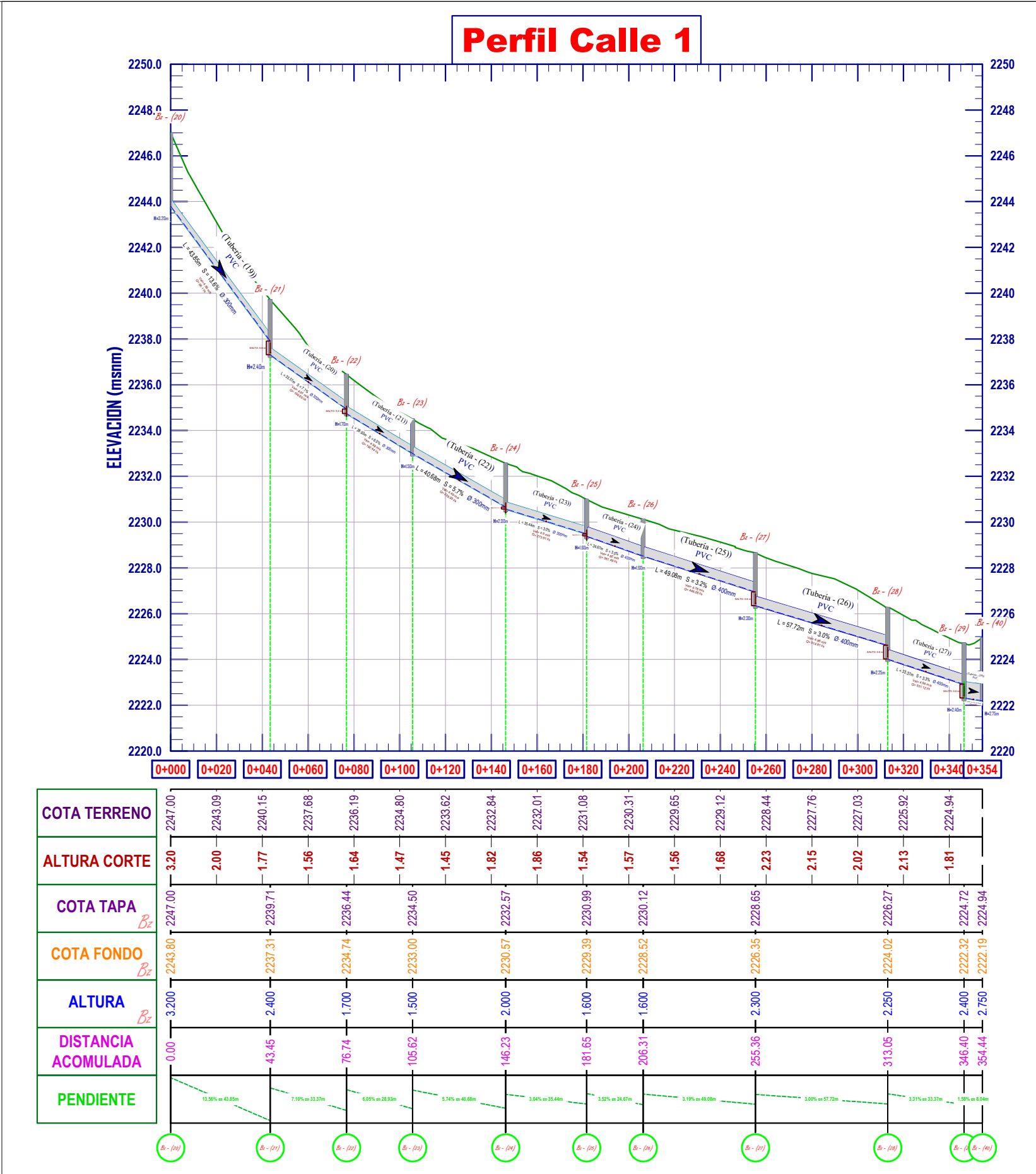
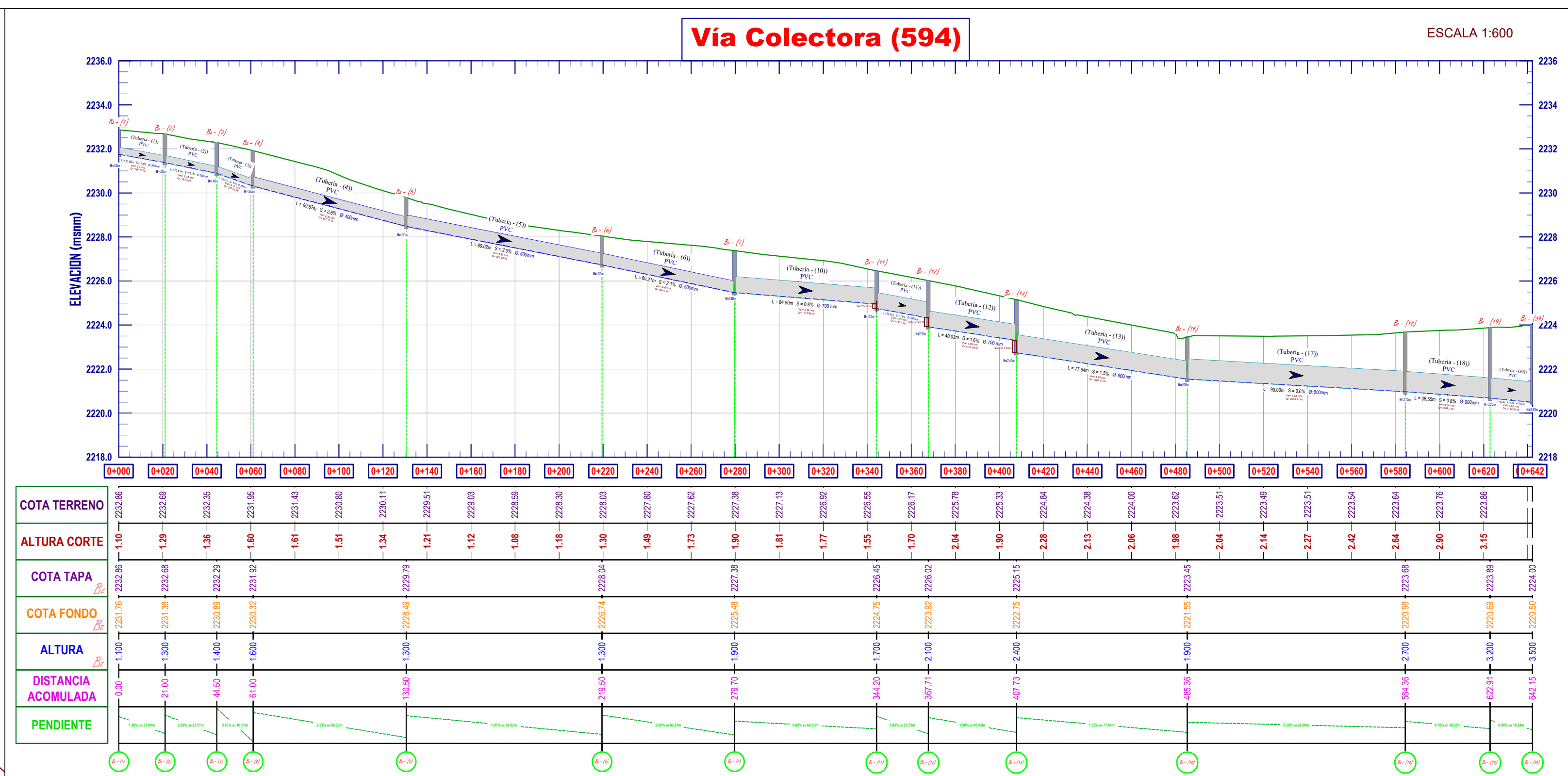
ESCALA 1:700

		UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA Unidad Académica de Industria y Construcción	
PROYECTO: Diseño de alcantarillado Pluvial del sector Bullcay, cantón Gualaceo.		BOA: 1 de 4	
CONTIENE: DISEÑO EN PLANTA Y PERFIL.		ESCALA: LAS INDICADAS	
DOCENTE: ING. SANTIAGO OCHOA.		COMUNIDAD: BULLCAY	FECHA: JULIO / 2022
		UCACUE: INGENIERÍA CIVIL	DEBUIO: Kevin Bermúdez, Romy Corrales
		CANTÓN: GUALACEO	
		PROVINCIA: AZUAY	
CONSULTOR			
DIRECTOR DEL PROYECTO:		ADMINISTRADOR:	

Diseño de Alcantarillado Pluvial del sector Bullcay cantón Gualaceo



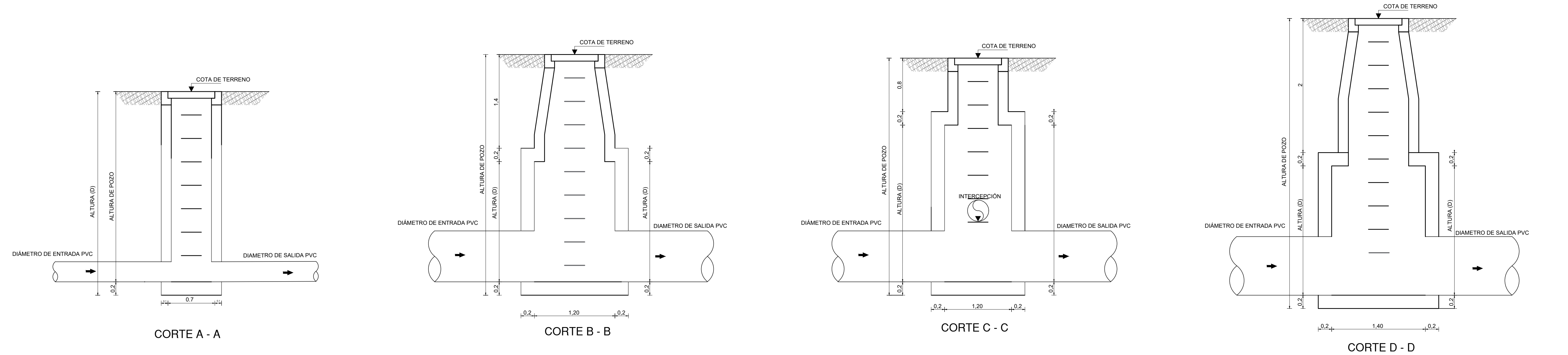
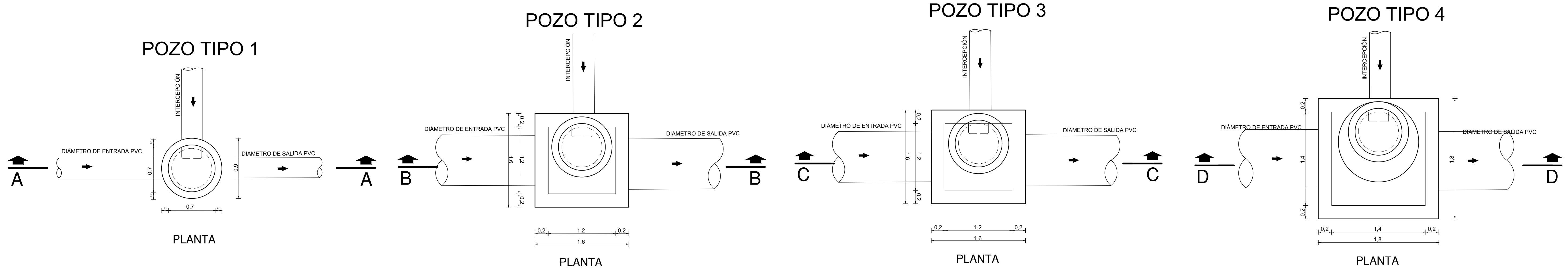
ESCALA 1:620



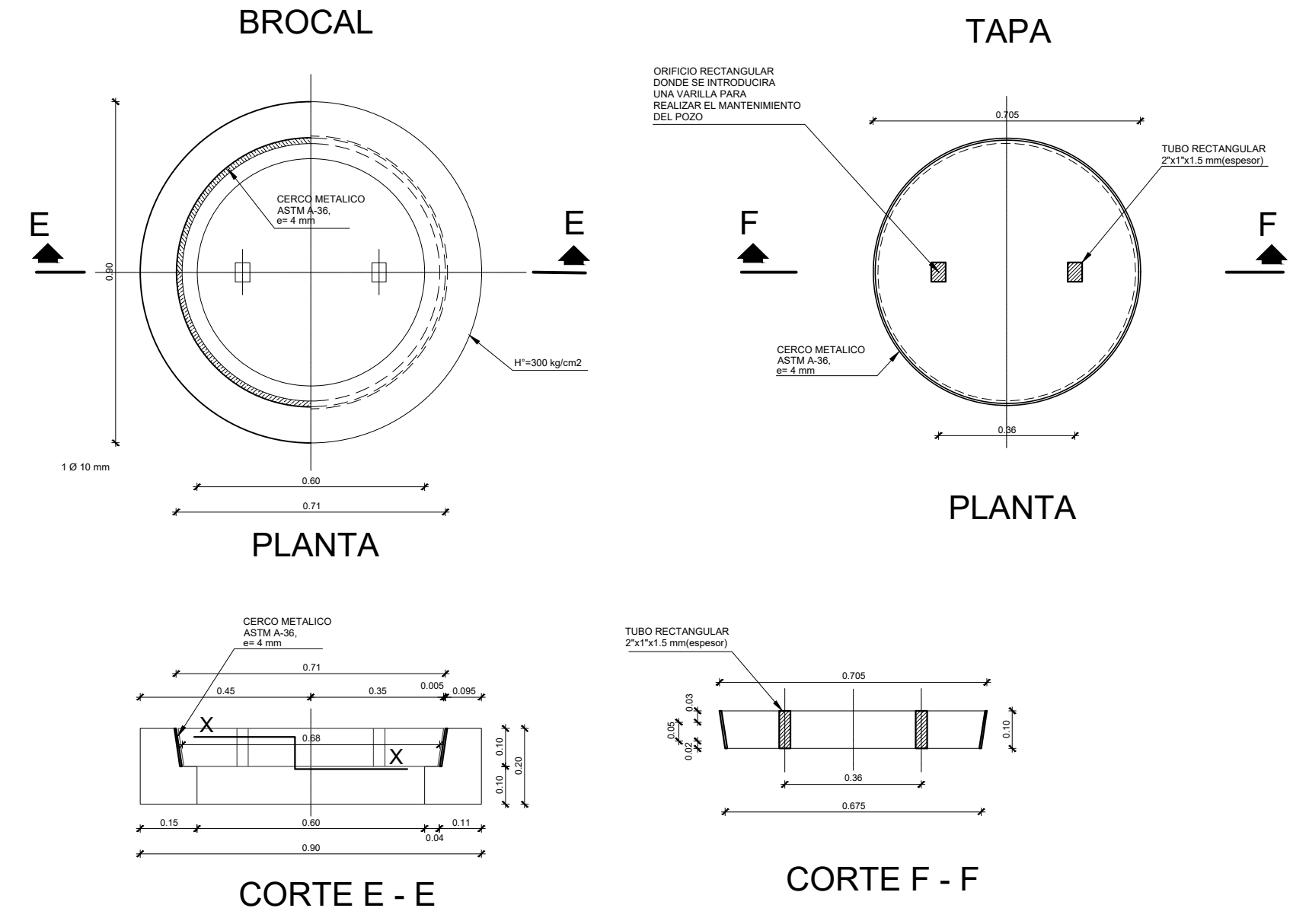


UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
Unidad Académica de Industria y Construcción

PROYECTO: Diseño de alcantarillado Pluvial del sector Bullcay, cantón Gualaceo.					HOJA: 2 de 4
CONTIENE: DISEÑO EN PLANTA Y PERFIL					ESCALA: LAS INDICADAS
DOCENTE: ING. SANTIAGO OCHOA	COMUNIDAD: BULLCAY	UCACUE: INGENIERIA CIVIL	CANTÓN: GUALACEO	PROVINCIA: AZUAY	FECHA: JULIO / 2022
DIBUJO: Kevin Bermúdez, Rommy Corrales					
CONSULTOR					
DIRECTOR DEL PROYECTO:			ADMINISTRADOR:		



TAPA Y BROCAL



POZO TIPO 1					
BZ	DIAMETRO ENTRADA (mm)	DIAMETRO SALIDA (mm)	INTERCEPCI ON (mm)	ALTURA DE POZO (m)	Altura (D)
Bz - (20)	0	300	0	3.4	3.4
Bz - (23)	300	300	0	1.7	1.7
Bz - (33)	0	300	0	3.8	3.8
Bz - (1)	0	300	0	1.3	1.3
Bz - (2)	300	300	0	1.5	1.5
Bz - (15)	0	300	0	3.5	3.5
Bz - (8)	0	300	0	2.7	2.7
Bz - (3)	300	300	0	1.6	1.6
Bz - (4)	300	400	0	1.8	1.8
Bz - (5)	400	500	0	1.5	1.5
Bz - (9)	300	364	0	1.9	1.9
Bz - (10)	364	364	0	1.8	1.8
Bz - (6)	500	500	0	1.5	1.5
Bz - (16)	300	400	0	1.8	1.8
Bz - (17)	400	500	0	1.8	1.8
Bz - (37)	0	250	0	1.65	1.65
Bz - (38)	250	300	0	1.65	1.65

POZO TIPO 2					
BZ	DIAMETRO ENTRADA (mm)	DIAMETRO SALIDA (mm)	INTERCEPCI ON (mm)	ALTURA DE POZO (m)	Altura (D)
Bz - (31)	600	700	0	3	1.2
Bz - (40)	700	0	0	2.95	1.15

POZO TIPO 3					
BZ	DIAMETRO ENTRADA (mm)	DIAMETRO SALIDA (mm)	INTERCEPCI ON (mm)	ALTURA DE POZO (m)	Altura (D)
Bz - (7)	500	700	364	2.1	0.9
Bz - (32)	500	600	0	2	0.8

POZO TIPO 4					
BZ	DIAMETRO ENTRADA (mm)	DIAMETRO SALIDA (mm)	INTERCEPCI ON (mm)	ALTURA DE POZO (m)	Altura (D)
Bz - (39)	900	0	0	3.70	1.30
Bz - (19)	900	900	0	3.40	1.00



UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
Unidad Académica de Industria y Construcción

PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD DE BULLCAY, CANTÓN GUALACEO.

CONTIENE: POZOS DE REVISIÓN DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL.

DOCENTE: COMUNIDAD: UCACUE: CANTÓN: PROVINCIA: AZUAY: CUENCA

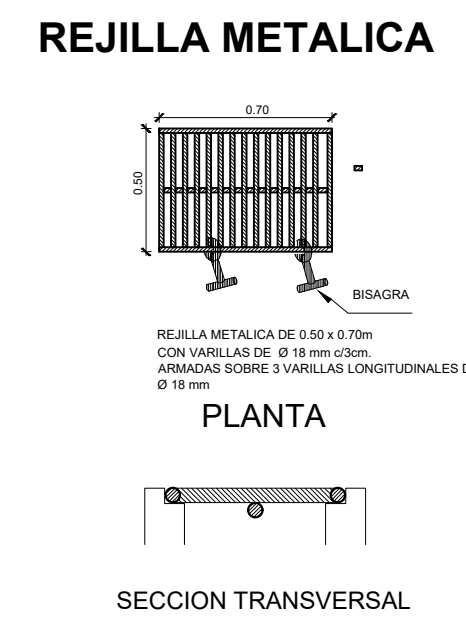
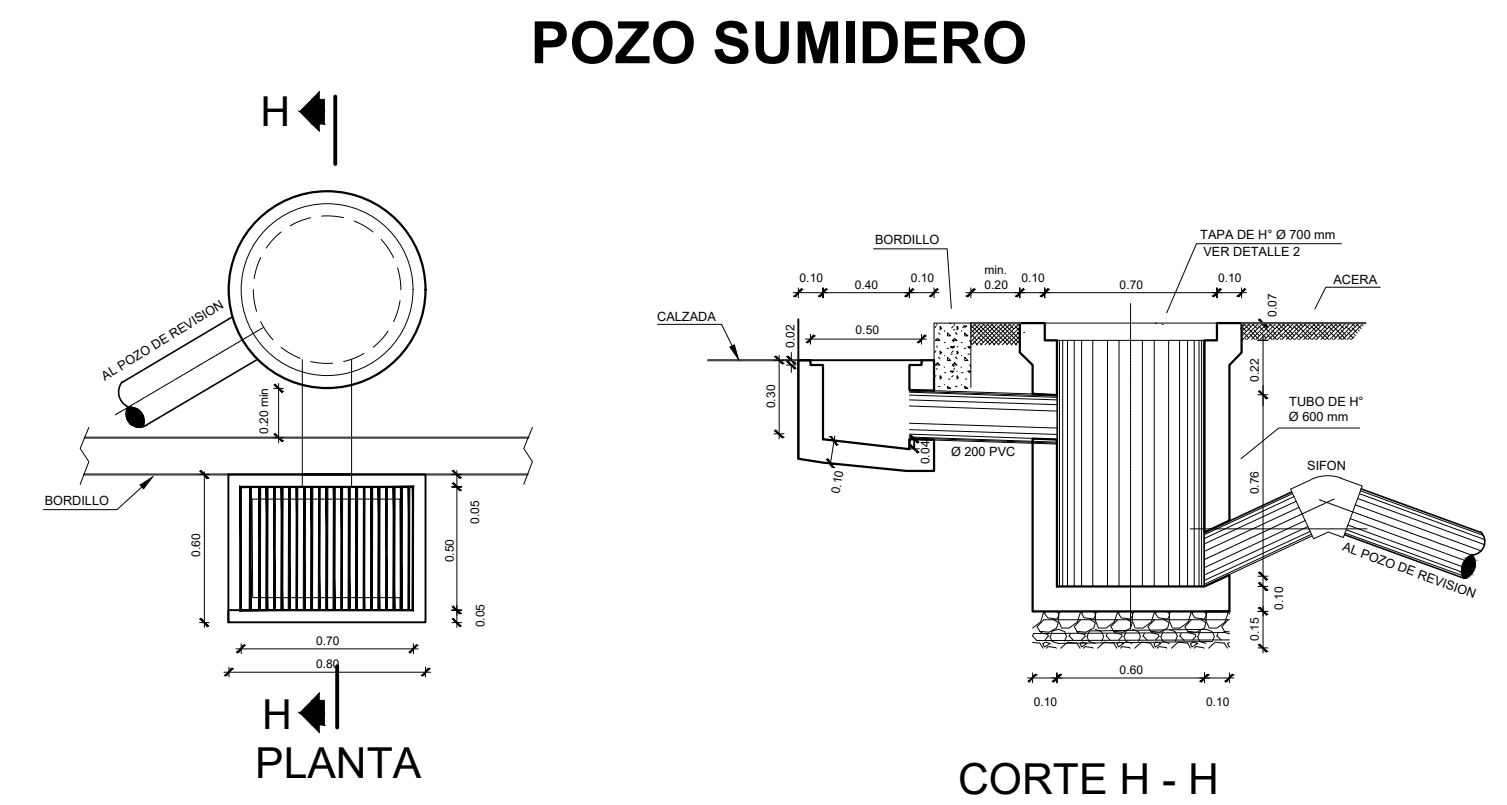
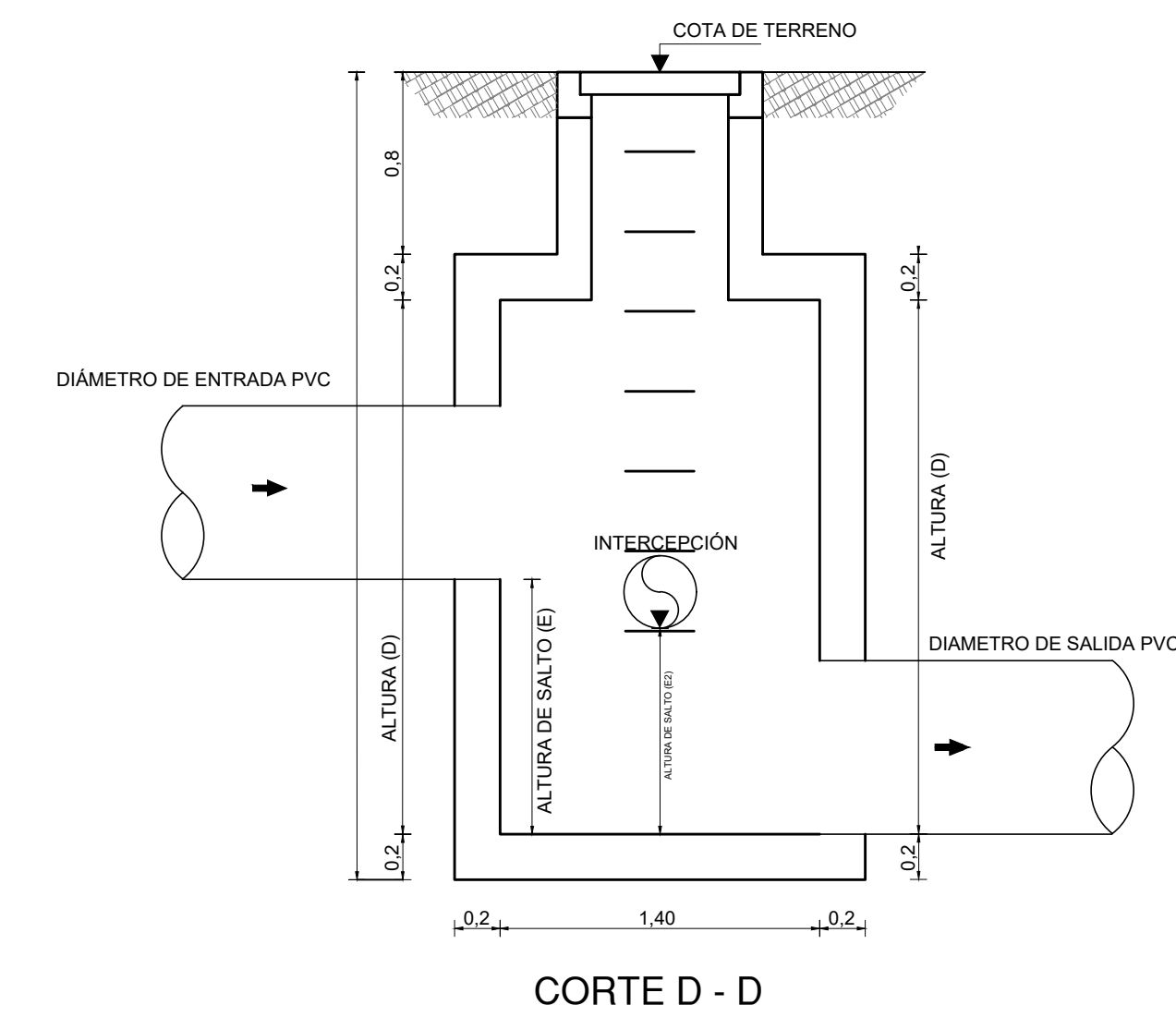
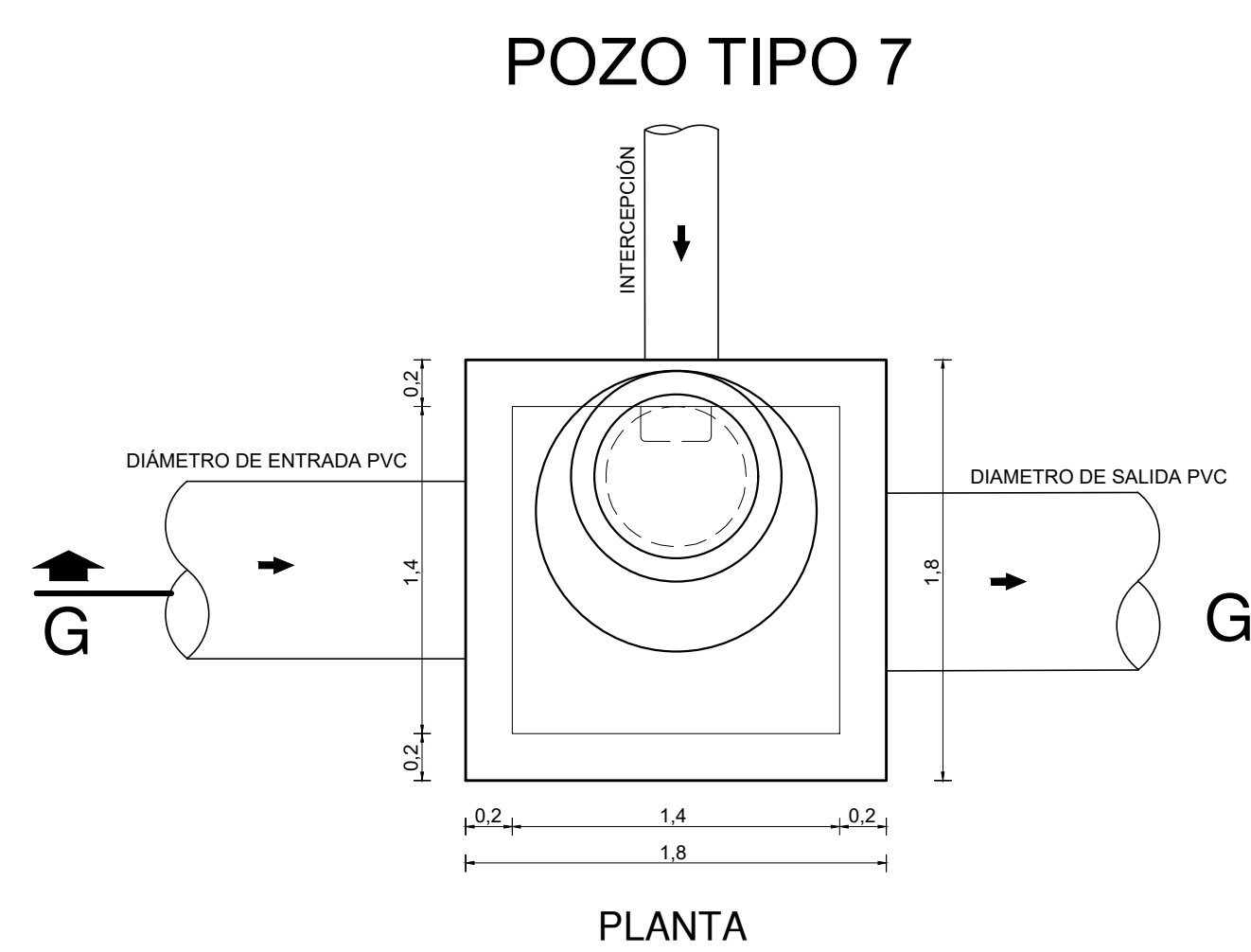
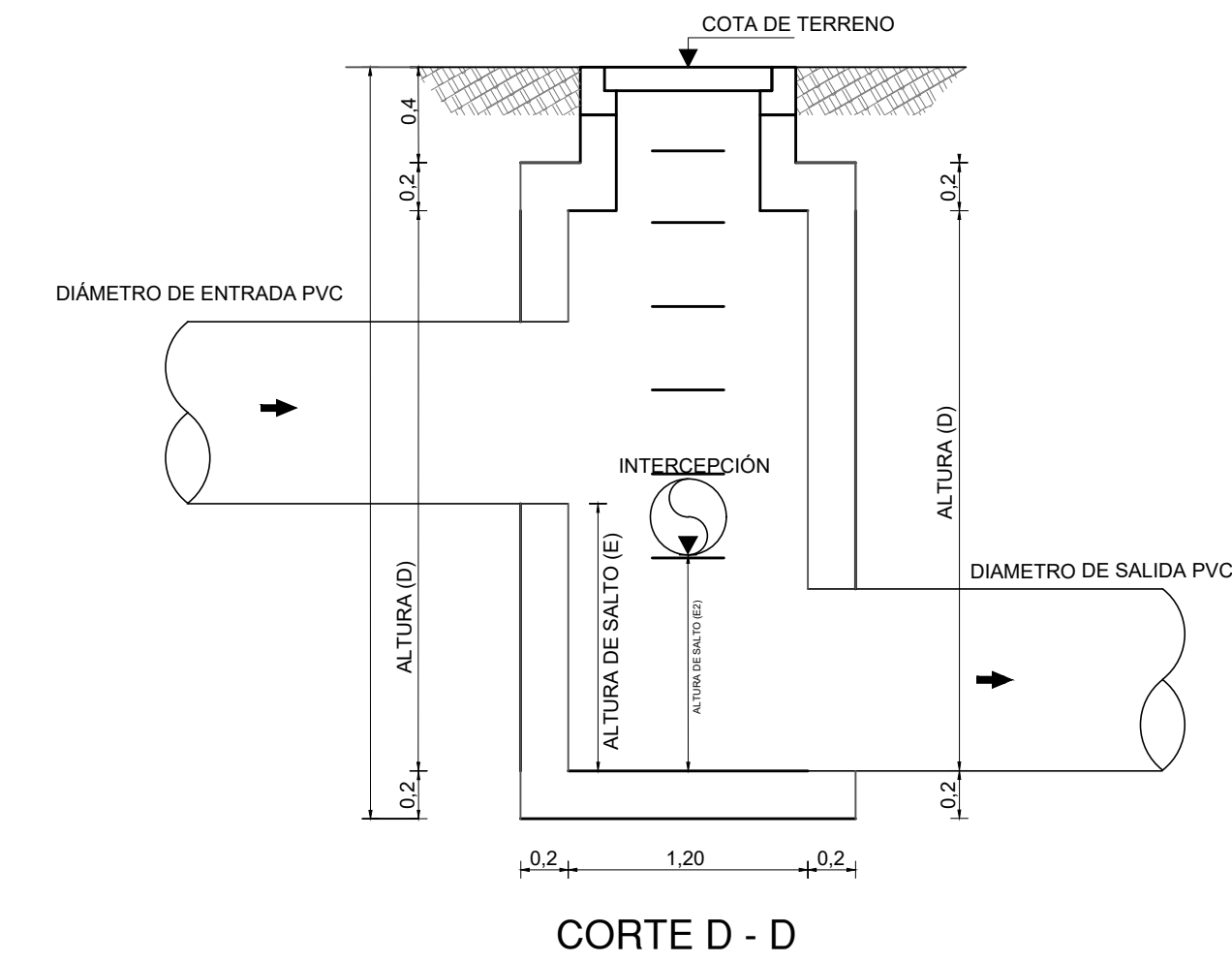
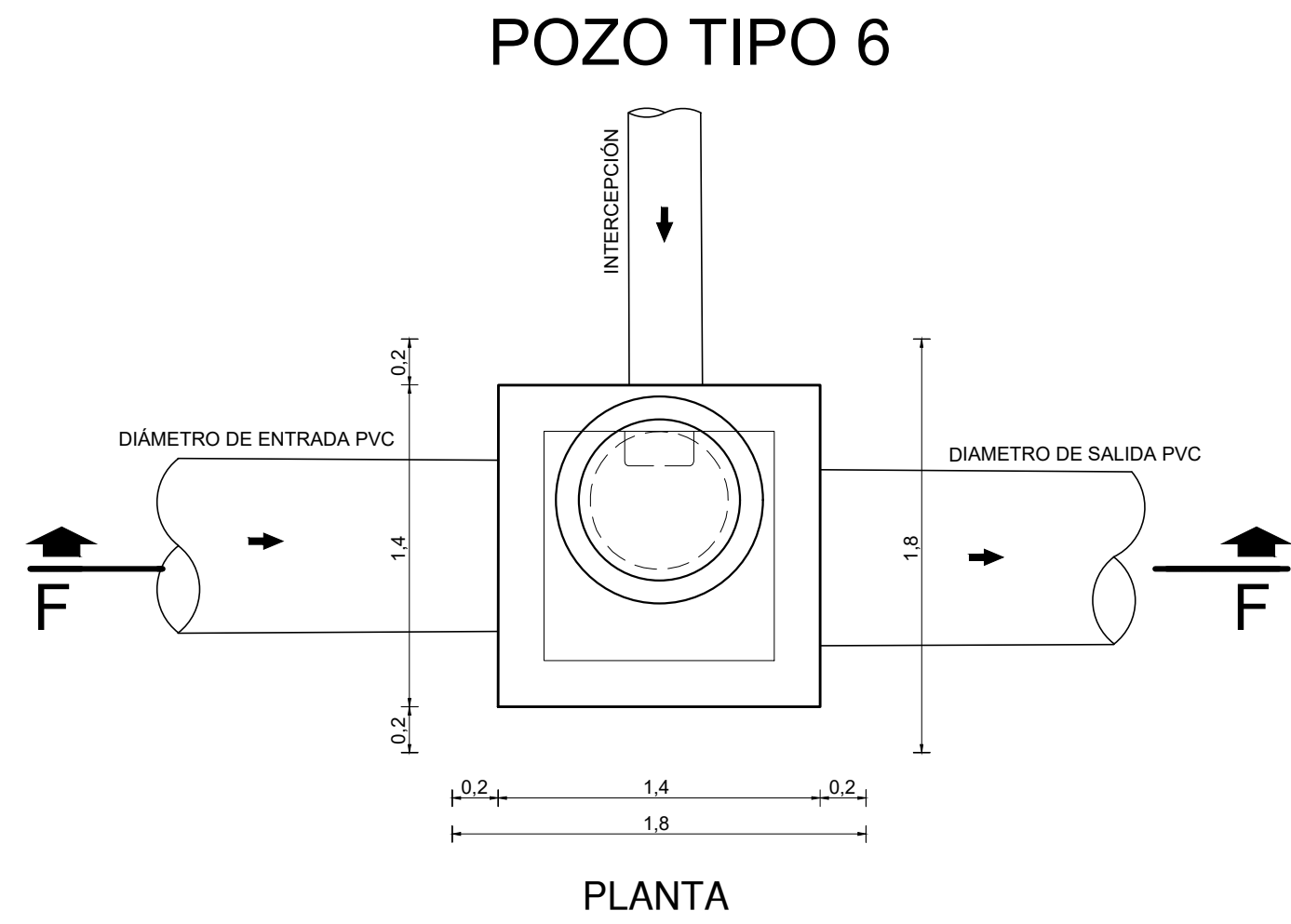
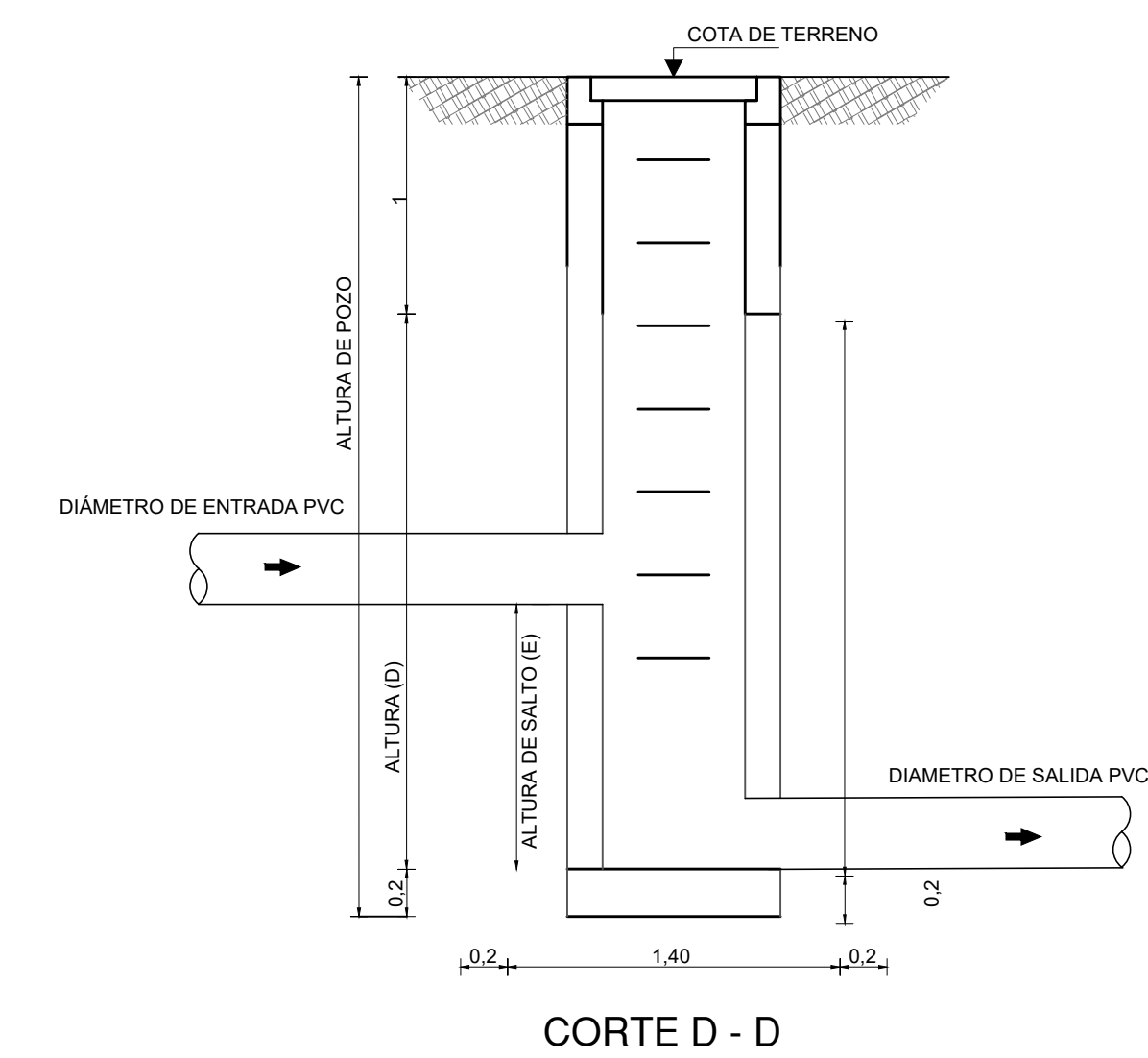
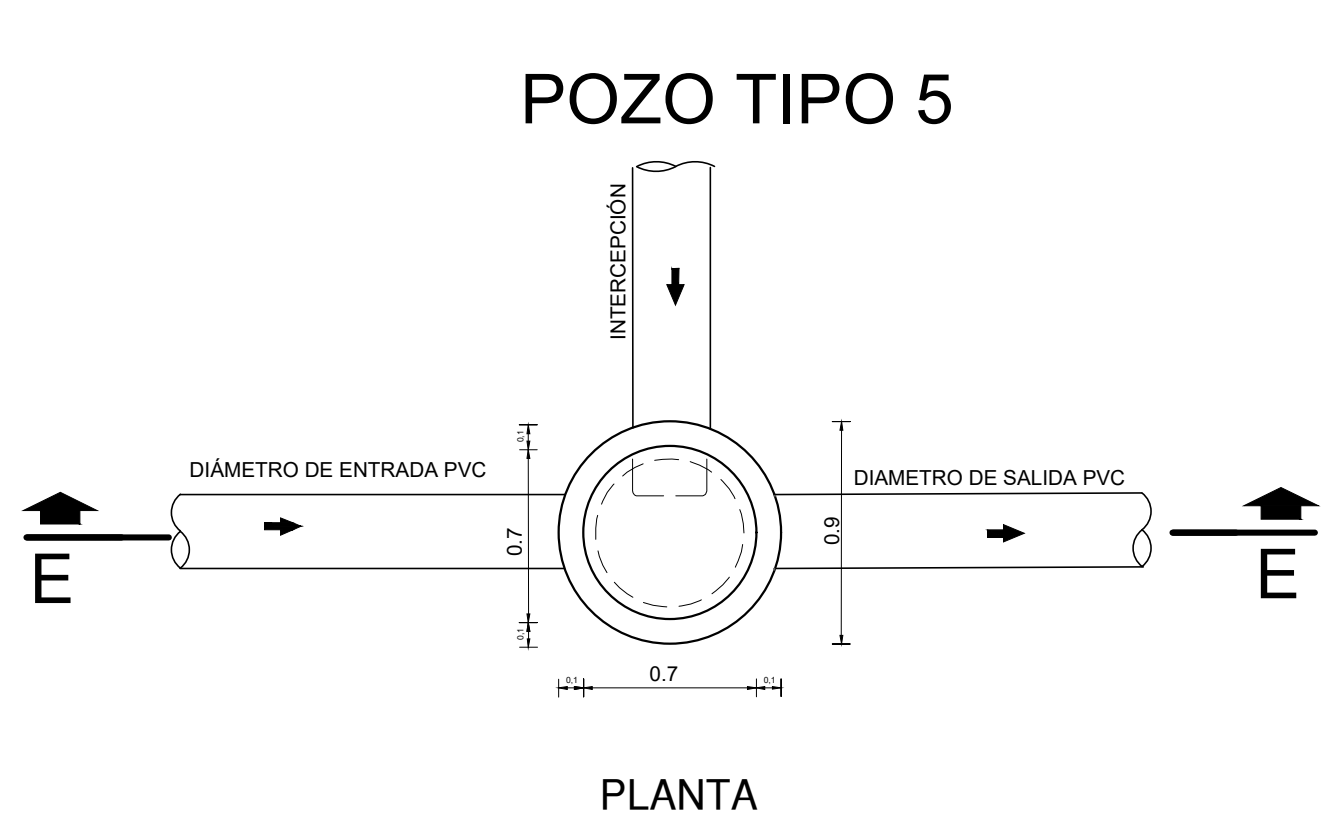
CONSULTOR: DIRECTOR DEL PROYECTO: ADMINISTRADOR:

HOJA: 3 DE 4

ESCALA: LAS INDICADAS

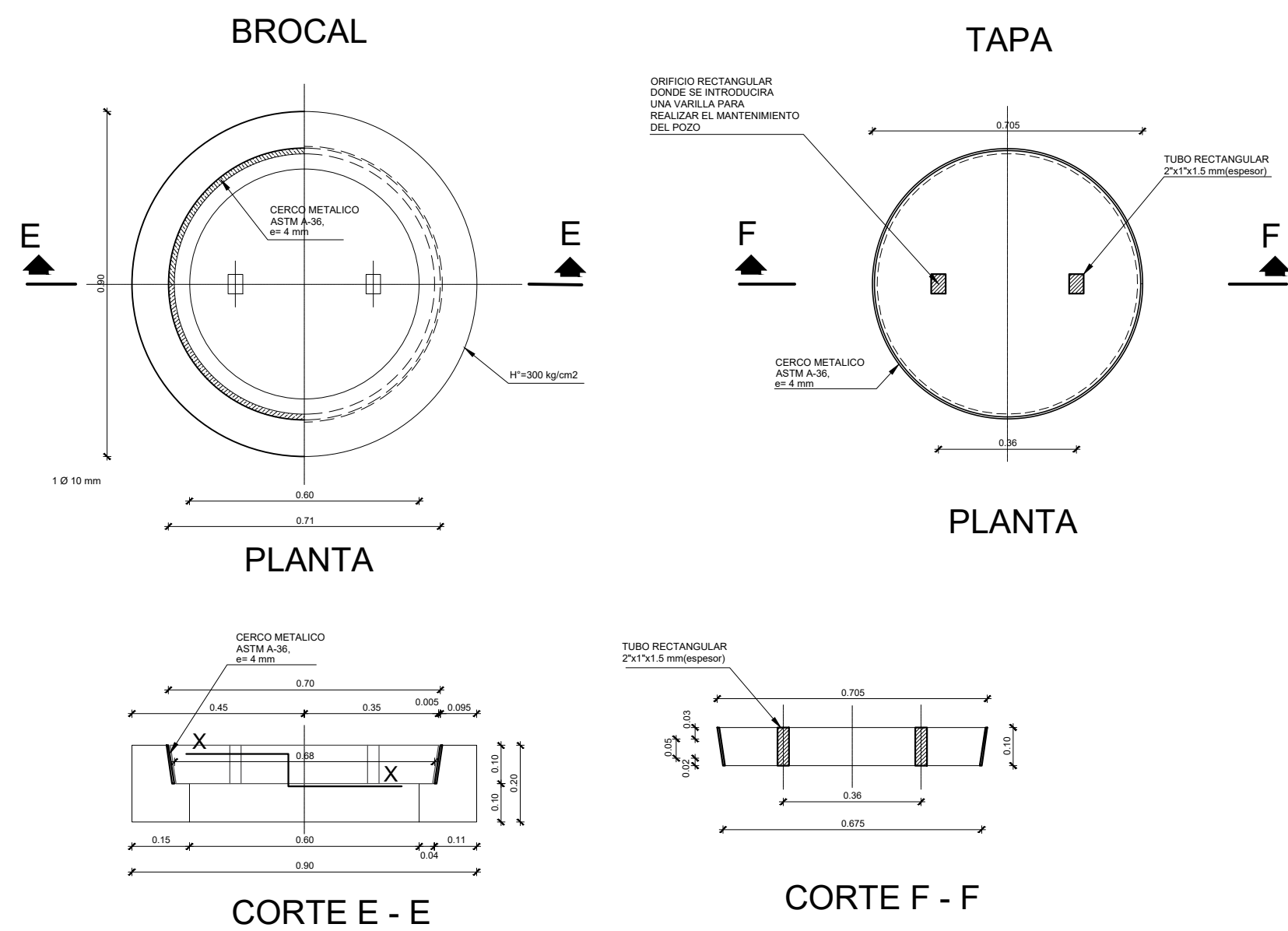
FECHA: JULIO / 2022

DIBUJO: Kevin Bermúdez, Romy Corsiaca



TAPA Y BROCAL

ESC. 1:25



POZO TIPO 5							
BZ	DIAMETRO ENTRADA (mm)	DIAMETRO SALIDA (mm)	INTERCEPCION (mm)	ALTURA DE SALTO (E)	ALTURA DE SALTO (E2)	ALTURA DE POZO (m)	Altura (D)
Bz - (21)	300	300	0	0.6	0	2.4	2.6
Bz - (22)	300	300	0	0.2	0	1.7	1.9
Bz - (24)	300	300	0	0.1	0	2	2.2
Bz - (25)	300	400	0	0.1	0	1.6	1.8
Bz - (34)	300	400	0	0.6	0	2.1	2.3
Bz - (26)	400	400	0	0.6	0	1.6	1.8
Bz - (35)	400	400	0	0.6	0	2.4	2.6
Bz - (27)	400	400	0	0.6	0	2.3	2.5
Bz - (36)	400	500	0	0.25	0	1.85	2.05
Bz - (28)	400	400	0	0.4	0	2.25	2.45

POZO TIPO 6							
BZ	DIAMETRO ENTRADA (mm)	DIAMETRO SALIDA (mm)	INTERCEPCI ON (mm)	ALTURA DE SALTO (E)	ALTURA DE SALTO (E2)	ALTURA DE POZO (m)	Altura (D)
Bz - (11)	700	700	0	0.2	0	1.9	1.1
Bz - (12)	700	700	0	0.6	0	2.1	1.3
Bz - (29)	700	700	400	0	0.6	2.4	1.6

POZO TIPO 7							
BZ	DIAMETRO ENTRADA (mm)	DIAMETRO SALIDA (mm)	INTERCEPCI ON (mm)	ALTURA DE SALTO (E)	ALTURA DE SALTO (E2)	ALTURA DE POZO (m)	Altura (D)
Bz - (13)	700	800	500	0.45	0.6	2.6	1.4
Bz - (14)	800	900	300	0	0.4	2.1	0.9

ANEXO 8 TABLA DE ESCORRENTÍA DEL DE LAS SUBCUENCAS

Subcuenca	Precip Total (mm)	Aporte Total (mm)	Evap Total (mm)	Infil Total (mm)	Escor. Total (mm)	Escor. Total 10⁶ ltr	Escor. Punta LPS	Coef. Escor.
C-1	49.185	0	0	7.29	39.738	0.18	167.421	0.808
C-2	49.185	0	0	7.19	39.899	0.022	21.453	0.811
C-4	49.185	0	0	7.19	39.834	0.064	61.188	0.81
C-5	49.185	0	0	7.29	39.765	0.155	145.403	0.808
C-6	49.185	0	0	7.34	39.687	0.254	234.889	0.807
C-7	49.185	0	0	7.24	39.81	0.052	49.187	0.809
C-8	49.185	0	0	7.29	39.753	0.064	59.506	0.808
C-9	49.185	0	0	7.29	39.725	0.111	103.5	0.808
C-10	49.185	0	0	7.19	39.845	0.026	25.362	0.81
C-11	49.185	0	0	7.489	39.489	0.126	114.148	0.803
C-12	49.185	0	0	7.39	39.646	0.029	26.272	0.806
C-13	49.185	0	0	7.589	39.392	0.067	59.578	0.801
C-14	49.185	0	0	7.439	39.587	0.087	79.725	0.805
C-15	49.185	0	0	7.29	39.751	0.033	30.836	0.808
C-16	49.185	0	0	7.29	39.719	0.06	55.348	0.808
C-17	49.185	0	0	7.29	39.76	0.052	48.44	0.808
C-18	49.185	0	0	7.29	39.726	0.087	81.335	0.808
C-19	49.185	0	0	7.439	39.576	0.127	115.647	0.805
C-20	49.185	0	0	7.489	39.484	0.182	163.965	0.803
C-21	49.185	0	0	7.439	39.576	0.127	115.647	0.805
C-22	49.185	0	0	7.29	39.715	0.06	55.341	0.807
C-23	49.185	0	0	7.34	39.724	0.123	113.988	0.808
C-24	49.185	0	0	7.24	39.772	0.056	52.332	0.809
C-25	49.185	0	0	8.637	37.652	0.184	91.873	0.766

Subcuenca	Precip Total (mm)	Aporte Total (mm)	Evap Total (mm)	Infil Total (mm)	Escor. Total (mm)	Escor. Total 10⁶ ltr	Escor. Punta LPS	Coef. Escor.
C-26	49.185	0	0	7.39	39.62	0.075	69.086	0.806
C-29	49.185	0	0	7.29	39.71	0.044	40.543	0.807
C-30	49.185	0	0	7.39	39.643	0.115	105.795	0.806
C-31	49.185	0	0	7.29	39.733	0.072	66.648	0.808
C-32	49.185	0	0	7.34	39.656	0.099	91.356	0.806
C-33	49.185	0	0	7.29	39.711	0.028	25.808	0.807
C-34	49.185	0	0	7.34	39.686	0.052	47.724	0.807
C-35	49.185	0	0	7.29	39.748	0.048	44.575	0.808
C-36	49.185	0	0	7.439	39.553	0.119	108.077	0.804
C-37	49.185	0	0	7.589	39.409	0.075	66.807	0.801
C-38	49.185	0	0	7.39	39.626	0.147	134.634	0.806
C-39	49.185	0	0	7.24	39.799	0.048	45.231	0.809
C-40	49.185	0	0	8.288	38.415	0.096	63.509	0.781
C-41	49.185	0	0	7.24	39.772	0.056	52.332	0.809
C-42	49.185	0	0	7.24	39.799	0.048	45.231	0.809
C-43	49.185	0	0	7.29	39.75	0.076	70.609	0.808
C-44	49.185	0	0	7.24	39.781	0.019	18.364	0.809
C-45	49.185	0	0	7.489	39.497	0.079	71.436	0.803
C-46	49.185	0	0	7.34	39.679	0.078	71.686	0.807
C-47	49.185	0	0	7.29	39.764	0.052	48.49	0.808
C-50	49.185	0	0	7.24	39.827	0.025	24.011	0.81
C-51	49.185	0	0	7.09	39.951	0.08	78.523	0.812
C-52	49.185	0	0	7.09	39.955	0.043	41.775	0.812
C-53	49.185	0	0	7.19	39.834	0.031	30.168	0.81
C-54	49.185	0	0	7.24	39.806	0.033	31.18	0.809

Subcuenca	Precip Total (mm)	Aporte Total (mm)	Evap Total (mm)	Infil Total (mm)	Escor. Total (mm)	Escor. Total 10⁶ ltr	Escor. Punta LPS	Coef. Escor.
C-55	49.185	0	0	7.19	39.829	0.017	16.405	0.81
Sistema	49.185	0	0	7.43	39.547	3.977	3582.387	0.804

ANEXO 9 APOORTE DE CAUDAL DE ESCORRENTIA EN LOS NUDOS

Nudo	Tipo	Aporte Lateral Máximo LPS	Aporte Total Máximo LPS	Instante de Aporte Máximo		Volumen Aporte Lateral 10 ⁶ ltr	Volumen Aporte Total 10 ⁶ ltr
				días	hr:min		
N-1	JUNCTION	167.42	167.42	0	00:30	0.18	0.18
N-2	JUNCTION	21.45	150.78	0	00:30	0.022	0.193
N-3	JUNCTION	61.19	211.57	0	00:27	0.064	0.257
N-4	JUNCTION	145.4	356.35	0	00:30	0.155	0.412
N-5	JUNCTION	234.89	590.53	0	00:30	0.254	0.666
N-6	JUNCTION	49.19	458.79	0	00:30	0.052	0.676
N-7	JUNCTION	79.73	761.82	0	00:30	0.087	1.148
N-8	JUNCTION	119.08	322.08	0	00:30	0.131	0.41
N-9	JUNCTION	51.63	268.13	0	00:30	0.055	0.292
N-10	JUNCTION	217.65	217.65	0	00:30	0.238	0.238
N-11	JUNCTION	30.84	649.56	0	00:30	0.033	1.135
N-12	JUNCTION	55.35	704.53	0	00:30	0.06	1.195
N-13	JUNCTION	105.8	1171.98	0	00:30	0.115	1.894
N-14	JUNCTION	279.61	279.61	0	00:30	0.308	0.308
N-15	JUNCTION	196.98	407.62	0	00:30	0.214	0.51
N-16	JUNCTION	103.78	510.24	0	00:30	0.111	0.621
N-17	JUNCTION	78.52	1330.21	0	00:30	0.08	2.085
N-18	JUNCTION	248.62	248.62	0	00:30	0.27	0.27
N-19	JUNCTION	97.56	340.33	0	00:30	0.104	0.373
N-20	JUNCTION	155.38	495.3	0	00:30	0.281	0.654
N-21	JUNCTION	121.42	613.93	0	00:30	0.131	0.784
N-22	JUNCTION	93.72	705.13	0	00:30	0.1	0.883

Nudo	Tipo	Aporte Lateral Máximo LPS	Aporte Total Máximo LPS	Instante de Aporte Máximo		Volumen Aporte Lateral 10 ⁶ ltr	Volumen Aporte Total 10 ⁶ ltr
				días	hr:min		
N-23	JUNCTION	47.59	47.59	0	00:30	0.05	0.05
N-24	JUNCTION	64.55	111.77	0	00:30	0.069	0.119
N-25	JUNCTION	66.65	66.65	0	00:30	0.072	0.072
N-26	JUNCTION	91.36	157.41	0	00:30	0.099	0.171
N-27	JUNCTION	25.81	182.83	0	00:30	0.028	0.198
N-28	JUNCTION	47.72	230.57	0	00:30	0.052	0.25
N-29	JUNCTION	44.57	231.84	0	00:30	0.048	0.289
N-30	JUNCTION	108.08	292.35	0	00:30	0.119	0.395
N-31	JUNCTION	66.81	352.84	0	00:30	0.075	0.469
N-32	JUNCTION	71.44	423.94	0	00:30	0.079	0.548
N-33	JUNCTION	18.36	442.65	0	00:30	0.02	0.568
N-35	JUNCTION	0	873.04	0	00:30	0	1.48
N-36	JUNCTION	142.29	708.39	0	00:27	0.153	1.014
N-37	JUNCTION	41.77	1363.89	0	00:29	0.043	2.121
N-38	JUNCTION	30.17	1376.53	0	00:30	0.031	2.152
D-1	JUNCTION	0	1367.53	0	00:30	0	2.15
D-2	JUNCTION	0	857.17	0	00:30	0	1.475

ANEXO 10 CAUDALES EN LOS CONDUCTOS DEL DISEÑO DE ALCANTARILLADO**PLUVIAL**

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx Días	hr:min	Veloc Máxima m/sec	Caudal Máx/Lleno	Nivel Máx/Lleno
L-1	CONDUIT	129.33	0	00:27	2.14	1	1
L-2	CONDUIT	154.59	0	00:27	2.91	0.86	0.7
L-3	CONDUIT	214.45	0	00:27	3.8	0.91	0.74
L-4	CONDUIT	357.15	0	00:27	4.61	0.66	0.59
L-5	CONDUIT	426.63	0	00:31	3.93	1.04	1
L-6	CONDUIT	458.32	0	00:30	3.42	0.75	0.65
L-7	CONDUIT	216.5	0	00:30	5.54	0.9	0.74
L-8	CONDUIT	203	0	00:27	4.73	1	1
L-9	CONDUIT	230.3	0	00:26	3.66	1.03	1
L-10	CONDUIT	632.29	0	00:34	3.71	1.02	1
L-11	CONDUIT	649.48	0	00:27	4.96	0.73	0.63
L-12	CONDUIT	704.91	0	00:30	4.38	0.93	0.76
L-13	CONDUIT	212.08	0	00:31	5.02	1.01	1
L-14	CONDUIT	406.46	0	00:30	4.4	0.82	0.69
L-15	CONDUIT	362.12	0	00:32	3.35	1	1
L-16	CONDUIT	1171.42	0	00:28	5.63	0.82	0.69
L-17	CONDUIT	242.77	0	00:30	5.63	1.01	1
L-18	CONDUIT	339.92	0	00:30	6.14	0.42	0.45
L-19	CONDUIT	492.51	0	00:30	5.64	0.76	0.66
L-20	CONDUIT	611.41	0	00:30	5.19	0.63	0.58
L-22	CONDUIT	47.21	0	00:30	2.95	0.28	0.36
L-23	CONDUIT	80.27	0	00:27	1.98	1	1
L-24	CONDUIT	66.06	0	00:30	5.33	0.2	0.3

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx		Veloc Máxima m/sec	Caudal Máx/Lleno	Nivel Máx/Lleno
			Días	hr:min			
L-26	CONDUIT	187.26	0	00:27	4.45	1	1
L-27	CONDUIT	184.27	0	00:27	4.36	1	1
L-28	CONDUIT	286.55	0	00:29	4.47	1.03	0.99
L-29	CONDUIT	352.5	0	00:30	4.45	0.68	0.6
L-30	CONDUIT	424.28	0	00:30	5.57	0.64	0.58
L-31	CONDUIT	442.85	0	00:30	6.52	0.55	0.53
L-32	CONDUIT	857.17	0	00:30	4.76	1.05	1
L-33	CONDUIT	575.74	0	00:27	3.35	1.03	1
L-34	CONDUIT	456.31	0	00:36	2.57	1.06	1
L-36	CONDUIT	1346.37	0	00:30	4.02	1	0.91
L-37	CONDUIT	1367.53	0	00:30	3.94	1.03	1
L-42	CONDUIT	157.02	0	00:30	5.22	0.65	0.59
L-43	CONDUIT	182.84	0	00:30	5.06	0.82	0.69
L-44	CONDUIT	1322.39	0	00:29	3.81	1.05	1

ANEXO 11 APOORTE DE CAUDAL A LOS NUDOS DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Nudo	Tipo	Aporte Lateral Máximo LPS	Aporte Total Máximo LPS	Instante de Aporte Máximo		Volumen Aporte Lateral 10 ⁶ ltr	Volumen Aporte Total 10 ⁶ ltr
				días	hr:min		
N-1	JUNCTION	4.16	4.16	0	00:01	0.18	0.18
N-2	JUNCTION	4.65	8.81	0	00:01	0.201	0.381
N-3	JUNCTION	0.87	9.68	0	00:01	0.038	0.418
N-4	JUNCTION	2.53	12.21	0	00:01	0.11	0.528
N-5	JUNCTION	11.8	24.01	0	00:01	0.51	1.038
N-6	JUNCTION	10.13	34.15	0	00:01	0.438	1.476
N-7	JUNCTION	24.6	58.74	0	00:01	1.064	2.54
N-8	JUNCTION	3.49	66.02	0	00:01	0.151	2.854
N-9	JUNCTION	1.5	1.5	0	00:01	0.065	0.065
N-10	JUNCTION	0	1.5	0	00:01	0	0.065
N-11	JUNCTION	2.28	3.78	0	00:01	0.099	0.163
N-12	JUNCTION	0.08	66.09	0	00:01	0.003	2.857
N-13	JUNCTION	0.23	66.32	0	00:01	0.01	2.867
N-14	JUNCTION	4.62	78.99	0	00:01	0.2	3.415
N-15	JUNCTION	1.5	1.5	0	00:01	0.065	0.065
N-16	JUNCTION	4.94	6.44	0	00:01	0.214	0.278
N-17	JUNCTION	1.62	8.05	0	00:01	0.07	0.348
N-18	JUNCTION	0.26	87.78	0	00:01	0.011	3.795
N-19	JUNCTION	1.5	1.5	0	00:01	0.065	0.065
N-20	JUNCTION	0	1.5	0	00:01	0	0.065
N-21	JUNCTION	0	1.5	0	00:01	0	0.065
N-22	JUNCTION	0	1.5	0	00:01	0	0.065

Nudo	Tipo	Aporte Lateral Máximo LPS	Aporte Total Máximo LPS	Instante de Aporte Máximo		Volumen Aporte Lateral 10 ⁶ ltr	Volumen Aporte Total 10 ⁶ ltr
				días	hr:min		
N-23	JUNCTION	0	1.5	0	00:01	0	0.065
N-24	JUNCTION	0	1.5	0	00:01	0	0.065
N-25	JUNCTION	0.2	1.7	0	00:01	0.009	0.074
N-26	JUNCTION	0.28	1.98	0	00:01	0.012	0.085
N-27	JUNCTION	0.07	2.04	0	00:01	0.003	0.088
N-28	JUNCTION	0	2.04	0	00:01	0	0.088
N-29	JUNCTION	0.49	2.53	0	00:01	0.021	0.109
N-30	JUNCTION	0.33	2.86	0	00:01	0.014	0.124
N-31	JUNCTION	0.07	5.69	0	00:01	0.003	0.246
N-32	JUNCTION	1.5	1.5	0	00:01	0.065	0.065
N-33	JUNCTION	0.06	1.56	0	00:01	0.002	0.067
N-34	JUNCTION	0.81	2.37	0	00:01	0.035	0.102
N-35	JUNCTION	0.4	2.77	0	00:01	0.017	0.12
N-36	JUNCTION	0.1	5.79	0	00:01	0.004	0.25
N-37	JUNCTION	2.74	8.53	0	00:01	0.118	0.369
N-38	JUNCTION	3.09	90.87	0	00:01	0.134	3.928
N-39	JUNCTION	0	90.87	0	00:01	0	3.928
N-40	JUNCTION	2.09	92.95	0	00:01	0.09	4.018
N-41	JUNCTION	0.45	93.4	0	00:01	0.019	4.038
N-42	JUNCTION	1.21	94.61	0	00:01	0.052	4.09
N-43	JUNCTION	2.52	97.13	0	00:01	0.109	4.199
N-44	JUNCTION	1.06	98.18	0	00:01	0.046	4.244
N-45	JUNCTION	0.53	98.72	0	00:01	0.023	4.268
N-46	JUNCTION	4.52	4.52	0	00:01	0.196	0.195

Nudo	Tipo	Aporte Lateral Máximo LPS	Aporte Total Máximo LPS	Instante de Aporte Máximo		Volumen Aporte Lateral 10 ⁶ ltr	Volumen Aporte Total 10 ⁶ ltr
				días	hr:min		
N-47	JUNCTION	2.02	6.54	0	00:01	0.087	0.283
N-48	JUNCTION	0.75	7.28	0	00:01	0.032	0.315
N-49	JUNCTION	1.39	107.38	0	00:01	0.06	4.642
N-50	JUNCTION	3.1	3.1	0	00:01	0.134	0.134
N-51	JUNCTION	1.72	4.82	0	00:01	0.074	0.208
N-52	JUNCTION	1.83	6.65	0	00:01	0.079	0.287
N-53	JUNCTION	0.4	7.05	0	00:01	0.017	0.305
N-54	JUNCTION	6.79	13.84	0	00:01	0.294	0.598
N-55	JUNCTION	16.86	138.08	0	00:01	0.729	5.969
N-56	JUNCTION	47.31	47.31	0	00:01	2.047	2.045
N-57	JUNCTION	27.33	74.64	0	00:01	1.182	3.227
N-58	JUNCTION	63.86	138.5	0	00:01	2.763	5.987
N-59	JUNCTION	3.44	141.94	0	00:01	0.149	6.136
N-60	JUNCTION	0.9	142.85	0	00:01	0.039	6.175
N-61	JUNCTION	0.79	143.64	0	00:01	0.034	6.209
N-62	JUNCTION	2.77	284.49	0	00:01	0.12	12.299
N-63	JUNCTION	3.41	287.9	0	00:01	0.147	12.446
N-64	JUNCTION	3.42	291.32	0	00:01	0.148	12.594
N-65	JUNCTION	3.07	294.39	0	00:01	0.133	12.726
N-66	JUNCTION	2.73	297.12	0	00:01	0.118	12.844
N-67	JUNCTION	2.31	299.43	0	00:01	0.1	12.944
N-68	JUNCTION	0	299.43	0	00:01	0	12.944

ANEXO 12 CAUDALES EN LOS CONDUCTOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO**SANITARIO**

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante		Veloc Máxima m/sec	Caudal Máx/Lleno	Nivel Máx/Lleno
			Días	hr:min			
L-1	CONDUIT	4.16	0	00:01	2.24	0.02	0.11
L-2	CONDUIT	8.81	0	00:01	1.22	0.17	0.28
L-3	CONDUIT	9.68	0	00:01	1.33	0.17	0.28
L-4	CONDUIT	12.21	0	00:01	1.64	0.18	0.29
L-5	CONDUIT	24.01	0	00:01	2.32	0.28	0.36
L-6	CONDUIT	34.15	0	00:01	2.09	0.53	0.52
L-7	CONDUIT	58.74	0	00:01	2.01	0.39	0.43
L-8	CONDUIT	1.5	0	00:01	1.4	0.01	0.07
L-9	CONDUIT	1.5	0	00:01	1.22	0.01	0.08
L-10	CONDUIT	3.78	0	00:01	1.25	0.05	0.15
L-11	CONDUIT	66.02	0	00:01	2.36	0.37	0.42
L-12	CONDUIT	66.09	0	00:01	2.37	0.36	0.42
L-13	CONDUIT	66.32	0	00:01	2.23	0.4	0.44
L-14	CONDUIT	1.5	0	00:01	1.24	0.01	0.08
L-15	CONDUIT	6.44	0	00:01	1.52	0.08	0.19
L-16	CONDUIT	8.05	0	00:01	1.16	0.16	0.27
L-17	CONDUIT	78.99	0	00:01	2.91	0.35	0.41
L-18	CONDUIT	1.5	0	00:01	1.78	0.01	0.06
L-19	CONDUIT	1.5	0	00:01	1.42	0.01	0.07
L-20	CONDUIT	1.5	0	00:01	1.33	0.01	0.08
L-21	CONDUIT	1.5	0	00:01	1.18	0.01	0.08
L-22	CONDUIT	1.5	0	00:01	1.13	0.02	0.09
L-23	CONDUIT	1.5	0	00:01	1.09	0.02	0.09

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante		Veloc Máxima m/sec	Caudal Máx/Lleno	Nivel Máx/Lleno
			Días	hr:min			
L-24	CONDUIT	1.7	0	00:01	1.01	0.02	0.1
L-25	CONDUIT	1.98	0	00:01	1.12	0.02	0.1
L-26	CONDUIT	2.04	0	00:01	1.35	0.02	0.09
L-27	CONDUIT	2.04	0	00:01	1.01	0.03	0.12
L-28	CONDUIT	2.53	0	00:01	0.82	0.05	0.15
L-29	CONDUIT	2.86	0	00:01	0.86	0.06	0.16
L-30	CONDUIT	1.5	0	00:01	1.4	0.01	0.08
L-31	CONDUIT	1.56	0	00:01	1.3	0.01	0.08
L-32	CONDUIT	2.37	0	00:01	1.25	0.02	0.11
L-33	CONDUIT	2.77	0	00:01	1.25	0.03	0.12
L-34	CONDUIT	5.69	0	00:01	1.19	0.1	0.21
L-35	CONDUIT	5.79	0	00:01	1.02	0.12	0.24
L-36	CONDUIT	8.53	0	00:01	0.93	0.24	0.33
L-37	CONDUIT	87.78	0	00:01	3.92	0.16	0.27
L-38	CONDUIT	90.87	0	00:01	1.65	0.54	0.52
L-39	CONDUIT	90.87	0	00:01	1.68	0.53	0.52
L-40	CONDUIT	92.95	0	00:01	1.71	0.53	0.52
L-41	CONDUIT	93.4	0	00:01	2.92	0.26	0.35
L-42	CONDUIT	94.61	0	00:01	4.09	0.16	0.27
L-43	CONDUIT	97.13	0	00:01	2.65	0.31	0.38
L-44	CONDUIT	98.18	0	00:01	1.94	0.48	0.49
L-45	CONDUIT	98.72	0	00:01	2.65	0.32	0.39
L-46	CONDUIT	4.52	0	00:01	1.52	0.05	0.15
L-47	CONDUIT	6.54	0	00:01	1.73	0.07	0.18
L-48	CONDUIT	7.28	0	00:01	2.45	0.05	0.15
L-49	CONDUIT	107.38	0	00:01	2.74	0.34	0.4

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx		Veloc Máxima m/sec	Caudal Máx/Lleno	Nivel Máx/Lleno
			Días	hr:min			
L-50	CONDUIT	3.1	0	00:01	0.83	0.07	0.18
L-51	CONDUIT	4.82	0	00:01	0.96	0.1	0.22
L-52	CONDUIT	6.65	0	00:01	1.85	0.06	0.17
L-53	CONDUIT	7.05	0	00:01	2.41	0.05	0.15
L-54	CONDUIT	13.84	0	00:01	1.3	0.29	0.37
L-55	CONDUIT	138.08	0	00:01	3.44	0.35	0.41
L-56	CONDUIT	47.31	0	00:01	2.21	0.25	0.34
L-57	CONDUIT	74.64	0	00:01	1.67	0.68	0.61
L-58	CONDUIT	138.5	0	00:01	1.92	0.76	0.65
L-59	CONDUIT	141.94	0	00:01	1.96	0.77	0.66
L-60	CONDUIT	142.85	0	00:01	2.15	0.69	0.61
L-61	CONDUIT	143.64	0	00:01	2.08	0.72	0.63
L-62	CONDUIT	284.49	0	00:01	2.11	0.75	0.65
L-63	CONDUIT	287.9	0	00:01	2.08	0.78	0.66
L-64	CONDUIT	291.32	0	00:01	2.23	0.73	0.63
L-65	CONDUIT	294.39	0	00:01	2.13	0.78	0.66
L-66	CONDUIT	297.12	0	00:01	2.3	0.72	0.63
L-67	CONDUIT	299.43	0	00:01	2.49	0.65	0.59

ANEXO 13 CAUDALES EN LOS CONDUCTOS DEL REDISEÑO DE ALCANTARILLADO**PLUVIAL**

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx		Veloc Máxima m/sec	Caudal Máx/Lleno	Nivel Máx/Lleno
			Días	hr:min			
L-1	CONDUIT	166.18	0	00:30	3.02	0.88	0.73
L-2	CONDUIT	187.5	0	00:30	3.24	0.93	0.76
L-3	CONDUIT	248.32	0	00:30	4.18	0.96	0.78
L-4	CONDUIT	391.15	0	00:30	4.31	0.8	0.68
L-5	CONDUIT	620.43	0	00:30	4.4	0.81	0.69
L-6	CONDUIT	664.6	0	00:30	4.51	0.84	0.71
L-7	CONDUIT	216.47	0	00:30	4.97	0.66	0.59
L-8	CONDUIT	267.71	0	00:30	4.74	0.56	0.53
L-9	CONDUIT	385.42	0	00:30	4.49	0.94	0.77
L-10	CONDUIT	1118.98	0	00:30	3.63	0.92	0.76
L-11	CONDUIT	1146.1	0	00:30	4.97	0.63	0.58
L-12	CONDUIT	1197.59	0	00:30	4.99	0.67	0.6
L-13	CONDUIT	278.03	0	00:30	5	0.89	0.73
L-14	CONDUIT	473.05	0	00:30	4.52	0.95	0.78
L-15	CONDUIT	574.34	0	00:30	4.36	0.73	0.64
L-17	CONDUIT	246.78	0	00:30	4.76	0.83	0.69
L-18	CONDUIT	343.99	0	00:30	4.74	0.6	0.56
L-19	CONDUIT	495.99	0	00:30	5	0.9	0.74
L-20	CONDUIT	614.12	0	00:30	5	0.67	0.6
L-22	CONDUIT	47.21	0	00:30	2.95	0.28	0.36
L-23	CONDUIT	110.72	0	00:30	2.01	0.92	0.76
L-24	CONDUIT	66.1	0	00:30	5	0.13	0.24
L-26	CONDUIT	229.93	0	00:30	4.49	0.8	0.68
L-27	CONDUIT	273.91	0	00:30	4.9	0.89	0.74
L-28	CONDUIT	381.49	0	00:30	4.82	0.68	0.6
L-29	CONDUIT	446.26	0	00:30	4.78	0.83	0.7
L-30	CONDUIT	514.81	0	00:30	4.97	0.94	0.77

L-31	CONDUIT	531.12	0	00:30	4.94	0.97	0.8
L-32	CONDUIT	1357.21	0	00:30	4.91	0.8	0.68
L-33	CONDUIT	699.71	0	00:30	3.19	0.88	0.73
L-34	CONDUIT	827.22	0	00:30	2.67	0.93	0.77
L-36	CONDUIT	2089.7	0	00:30	4.04	0.92	0.76
L-37	CONDUIT	2118.39	0	00:30	4.55	0.82	0.69
L-42	CONDUIT	156.65	0	00:30	4.91	0.43	0.46
L-43	CONDUIT	182.44	0	00:30	4.98	0.52	0.51
L-44	CONDUIT	2048.91	0	00:30	3.91	0.95	0.78
L-16	CONDUIT	1869.37	0	00:30	4.87	0.86	0.72

ANEXO 14 *PRESUPUESTO DE LA OBRA*

PRESUPUESTO DE LA OBRA

ALCANTARILLADO PLUVIAL

NOMBRE DEL OFERENTE:

UBICACIÓN

Gualaceo

FECHA

29/6/2022

PRESUPUESTO

Nro.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Movimiento de Tierras					87,353.40000
1	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	3,818.43000	3.29000	12,562.63000
2	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m3	422.73000	3.46000	1,462.65000
3	Excavación manual, zanja 0-2 m, material sin clasificar	m3	38.57000	15.89000	612.88000
4	Excavación manual, zanja 2-4 m, material sin clasificar	m3	4.27000	19.06000	81.39000
5	Transporte de Material hasta 5 km	m3-km	2,436.56000	29.81000	72,633.85000
Instalación de Tuberías					239,013.63000
6	Entibado continuo	m2	2,875.00000	20.22000	58,132.50000
7	Tubería Pluvial de PVC, serie 6, d= 250 mm	m	13.00000	31.54000	410.02000
8	Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 300 mm	m	424.15000	42.17000	17,886.41000
9	Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 364 mm	m	71.93000	50.03000	3,598.66000
10	Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 400 mm	m	376.96000	56.99000	21,482.95000
11	Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 500 mm	m	267.16000	62.57000	16,716.20000
12	Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 600 mm	m	42.10000	94.64000	3,984.34000
13	Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 700 mm	m	190.74000	121.84000	23,239.76000
14	Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 800 mm	m	77.61000	151.64000	11,768.78000
15	Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 900 mm	m	156.79000	220.80000	34,619.23000
16	Suministro y colocación de material fino (Arena)	m3	1,836.80000	23.26000	42,723.97000
17	Tapado de Zanjas con maquinaria	m3	2,445.50000	1.82000	4,450.81000
Pozos de Revisión					23,344.67000
18	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	57.42000	3.29000	188.91000
19	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m3	77.22000	3.46000	267.18000
20	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	0.58000	16.84000	9.77000
21	Excavación manual en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m3	0.78000	20.20000	15.76000
22	Pozo de revisión de h=0 a 2 m, Tapa y brocal Tipo A	u	18.00000	366.76000	6,601.68000
23	Pozo de revisión de h=0 a 2.5 m, Tapa y brocal Tipo A	u	6.00000	433.81000	2,602.86000
24	Pozo de revisión de h=0 a 3 m, Tapa y brocal Tipo A	u	1.00000	497.20000	497.20000
25	Pozo de revisión de h=0 a 3.5 m, Tapa y brocal Tipo A	u	3.00000	565.98000	1,697.94000
26	Pozo de revisión de h=0 a 4 m, Tapa y brocal Tipo A	u	1.00000	642.32000	642.32000
27	Pozo de revisión de h=0 a 2 m, Tapa y brocal Tipo A 1.2x1.2	u	3.00000	416.80000	1,250.40000
28	Pozo de revisión de h=0 a 3 m, Tapa y brocal Tipo A 1.2x1.2	u	1.00000	603.43000	603.43000
29	Pozo de revisión de h=0 a 2.5 m, Tapa y brocal Tipo A 1.2x1.2	u	3.00000	525.73000	1,577.19000
30	Pozo de revisión de h=0 a 2 m, Tapa y brocal Tipo A 1.4x1.4	u	1.00000	503.28000	503.28000

31	Pozo de revisión de h=0 a 3 m, Tapa y brocal Tipo A 1.4x1.4	u	1.00000	747.00000	747.00000
32	Pozo de revisión de h=0 a 3.5 m, Tapa y brocal Tipo A 1.4x1.4	u	1.00000	811.85000	811.85000
33	Suministro y colocación de material Gruezo (Mejoramiento)	m3	69.00000	18.46000	1,273.74000
34	Transporte de Material hasta 5 km	m3-km	136.00000	29.81000	4,054.16000
Sumideros					26,868.01000
35	Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm	m3	49.37000	3.58000	176.74000
36	Caja de revisión de sumideros	u	52.00000	48.17000	2,504.84000
37	Mejoramiento, tendido conformación y compactación	m3	4.94000	24.14000	119.25000
38	Sumidero de Calzada 0.7x0.5 m incluye aro y rejilla, tubería de 200 mm	u	52.00000	437.36000	22,742.72000
39	Transporte de Material hasta 5 km	m3-km	44.43000	29.81000	1,324.46000
SUBTOTAL					376,579.71000
IVA 12%					45189.5652
TOTAL					421,769.27520

Son: CUATROSCIENTOS VEINTE Y UN MIL SETECIENTOS SESENTA Y NUEVE CON 28/100 DOLARES

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 1 de 40

RUBRO: Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.04			0.04
Retrocargadora de llantas	1.00000	22.00	22.00	0.09000	1.98
SUBTOTAL M					2.02
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93	3.93	0.00900	0.04
Operador de Excavadora	1.00000	3.93	3.93	0.09000	0.35
Peón	1.00000	3.62	3.62	0.09000	0.33
SUBTOTAL N					0.72
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.74
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					0.55
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.29
VALOR OFERTADO					3.29

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 2 de 40

RUBRO: Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4 m

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.04			0.04
Retrocargadora de llantas	1.00000	22.00	22.00	0.09500	2.09
SUBTOTAL M					2.13
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93	3.93	0.00950	0.04
Operador de Excavadora	1.00000	3.93	3.93	0.09500	0.37
Peón	1.00000	3.62	3.62	0.09500	0.34
SUBTOTAL N					0.75
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.88
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					0.58
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.46
VALOR OFERTADO					3.46

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 3 de 40

RUBRO: Excavación manual, zanja 0-2 m, material sin clasificar

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	2.00000	0.40	0.80	1.50000	1.20
SUBTOTAL M					1.20
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62	7.24	1.50000	10.86
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93	3.93	0.30000	1.18
SUBTOTAL N					12.04
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					13.24
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					2.65
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					15.89
VALOR OFERTADO					15.89

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 4 de 40

RUBRO: Excavación manual, zanja 2-4 m, material sin clasificar

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	2.00000	0.40	0.80	1.80000	1.44
SUBTOTAL M					1.44
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62	7.24	1.80000	13.03
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93	3.93	0.36000	1.41
SUBTOTAL N					14.44
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					15.88
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					3.18
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					19.06
VALOR OFERTADO					19.06

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 5 de 40

RUBRO: Transporte de Material hasta 5 km

UNIDAD: m3-km

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Volqueta de 8 m3	1.00000	19.69	19.69	1.00000	19.69
SUBTOTAL M					19.69
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
CHOFER: Otros camiones (Estr.Oc.C1)	1.00000	5.15	5.15	1.00000	5.15
SUBTOTAL N					5.15
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					24.84
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					4.97
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					29.81
VALOR OFERTADO					29.81

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 6 de 40

RUBRO: Entibado continuo

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de carpintería	0.50 %MO	0.02			0.02
SUBTOTAL M					0.02
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1.00000	3.62	3.62	0.50000	1.81
Albañil	1.00000	3.66	3.66	0.50000	1.83
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93	3.93	0.10000	0.39
SUBTOTAL N					4.03
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Tira de eucalipto (4x5) cm	m	0.33000	0.95	0.31	
Pingos de eucalipto (4-7) m	m	1.00000	1.10	1.10	
CLAVOS	kg	0.25000	0.75	0.19	
Tablones	u	1.60000	7.00	11.20	
SUBTOTAL O					12.80
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					16.85
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					3.37
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					20.22
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					20.22
VALOR OFERTADO					20.22

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 7 de 40

RUBRO: Tubería Pluvial de PVC, serie 6, d= 250 mm

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1.00000	0.40	0.40	0.25000	0.10
SUBTOTAL M					0.10
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Plomero	1.00000	3.66	3.66	0.25000	0.92
Peón	1.00000	3.62	3.62	0.25000	0.91
SUBTOTAL N					1.83
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Tubería sanitaria Novafort d=250 mm	m	1.00000	24.31	24.31	
Lubricante vegetal	kg	0.14000	0.32	0.04	
SUBTOTAL O					24.35
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					26.28
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					5.26
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					31.54
VALOR OFERTADO					31.54

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 8 de 40

RUBRO: Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 300 mm

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1.00000	0.40	0.40	0.25000	0.10
SUBTOTAL M					0.10
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Plomero	1.00000	3.66	3.66	0.25000	0.92
Peón	2.00000	3.62	7.24	0.25000	1.81
SUBTOTAL N					2.73
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Lubricante vegetal	kg	0.14000	0.32	0.04	
Tubería sanitaria Novafort d=300 mm	m	1.00000	32.27	32.27	
SUBTOTAL O					32.31
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					35.14
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					7.03
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					42.17
VALOR OFERTADO					42.17

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 9 de 40

RUBRO: Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 364 mm

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1.00000	0.40	0.40	0.25000	0.10
SUBTOTAL M					0.10
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Plomero	1.00000	3.66	3.66	0.25000	0.92
Peón	2.00000	3.62	7.24	0.25000	1.81
SUBTOTAL N					2.73
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Lubricante vegetal	kg	0.14000	0.32	0.04	
Tubería sanitaria Novafort d=364 mm	m	1.00000	38.82	38.82	
SUBTOTAL O					38.86
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					41.69
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					8.34
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					50.03
VALOR OFERTADO					50.03

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 10 de 40

RUBRO: Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 400 mm

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1.00000	0.40	0.40	0.25000	0.10
SUBTOTAL M					0.10
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Plomero	1.00000	3.66	3.66	0.25000	0.92
Peón	2.00000	3.62	7.24	0.25000	1.81
SUBTOTAL N					2.73
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Lubricante vegetal	kg	0.14000	0.32	0.04	
Tubería sanitaria Novafort d=400 mm	u	1.00000	44.62	44.62	
SUBTOTAL O					44.66
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					47.49
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					9.50
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					56.99
VALOR OFERTADO					56.99

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 11 de 40

RUBRO: Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 500 mm

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1.00000	0.40	0.40	0.25000	0.10
SUBTOTAL M					0.10
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Plomero	1.00000	3.66	3.66	0.25000	0.92
Peón	2.00000	3.62	7.24	0.25000	1.81
SUBTOTAL N					2.73
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Lubricante vegetal	kg	0.14000	0.32	0.04	
Tubería sanitaria Novafort d=500 mm	m	1.00000	49.27	49.27	
SUBTOTAL O					49.31
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					52.14
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					10.43
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					62.57
VALOR OFERTADO					62.57

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 12 de 40

RUBRO: Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 600 mm

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1.00000	0.40	0.40	0.25000	0.10
SUBTOTAL M					0.10
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Plomero	1.00000	3.66	3.66	0.25000	0.92
Peón	2.00000	3.62	7.24	0.25000	1.81
SUBTOTAL N					2.73
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Lubricante vegetal	kg	0.14000	0.32	0.04	
Tubería Sanitaria Novafort d=600 mm	u	1.00000	76.00	76.00	
SUBTOTAL O					76.04
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					78.87
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					15.77
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					94.64
VALOR OFERTADO					94.64

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 13 de 40

RUBRO: Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 700 mm

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1.00000	0.40	0.40	0.25000	0.10
SUBTOTAL M					0.10
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Plomero	1.00000	3.66	3.66	0.25000	0.92
Peón	2.00000	3.62	7.24	0.25000	1.81
SUBTOTAL N					2.73
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Lubricante vegetal	kg	0.14000	0.32	0.04	
Tubería Sanitaria Novafort d=700 mm	u	1.00000	98.66	98.66	
SUBTOTAL O					98.70
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					101.53
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					20.31
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					121.84
VALOR OFERTADO					121.84

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 14 de 40

RUBRO: Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 800 mm

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1.00000	0.40	0.40	0.25000	0.10
SUBTOTAL M					0.10
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Plomero	1.00000	3.66	3.66	0.25000	0.92
Peón	2.00000	3.62	7.24	0.25000	1.81
SUBTOTAL N					2.73
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Lubricante vegetal	kg	0.14000	0.32	0.04	
Tubería Sanitaria Novafort d=800 mm	u	1.00000	123.50	123.50	
SUBTOTAL O					123.54
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					126.37
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					25.27
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					151.64
VALOR OFERTADO					151.64

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 15 de 40

RUBRO: Tubería pluvial de PVC, serie 6, d= 900 mm

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1.00000	0.40	0.40	0.25000	0.10
SUBTOTAL M					0.10
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Plomero	1.00000	3.66	3.66	0.25000	0.92
Peón	2.00000	3.62	7.24	0.25000	1.81
SUBTOTAL N					2.73
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Lubricante vegetal	kg	0.14000	0.32	0.04	
Tubería Sanitaria Novafort d=900 mm	u	1.00000	181.13	181.13	
SUBTOTAL O					181.17
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					184.00
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					36.80
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					220.80
VALOR OFERTADO					220.80

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 16 de 40

RUBRO: Suministro y colocación de material fino (Arena)

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	0.02			0.02
Cargadora	1.00000	23.00	23.00	0.04000	0.92
SUBTOTAL M					0.94
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62	7.24	0.04000	0.29
Albañil	1.00000	3.66	3.66	0.04000	0.15
SUBTOTAL N					0.44
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Arena (P. Suelto=1,460 kg/m3 aprox.)	m3	1.00000	18.00	18.00	
SUBTOTAL O					18.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					19.38
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					3.88
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					23.26
VALOR OFERTADO					23.26

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 17 de 40

RUBRO: Tapado de Zanjas con maquinaria

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Cargadora	1.00000	23.00	23.00	0.04000	0.92
SUBTOTAL M					0.92
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62	7.24	0.04000	0.29
Operador Cargadora frontal (payloader sobre ruedas u orugas)	1.00000	3.93	3.93	0.04000	0.16
Engrasador EOD2	1.00000	3.66	3.66	0.04000	0.15
SUBTOTAL N					0.60
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.52
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					0.30
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.82
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					1.82

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 18 de 40

RUBRO: Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.04			0.04
Retrocargadora de llantas	1.00000	22.00	22.00	0.09000	1.98
SUBTOTAL M					2.02
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93	3.93	0.00900	0.04
Operador de Excavadora	1.00000	3.93	3.93	0.09000	0.35
Peón	1.00000	3.62	3.62	0.09000	0.33
SUBTOTAL N					0.72
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.74
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					0.55
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.29
VALOR OFERTADO					3.29

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 19 de 40

RUBRO: Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4 m

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.04			0.04
Retrocargadora de llantas	1.00000	22.00	22.00	0.09500	2.09
SUBTOTAL M					2.13
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93	3.93	0.00950	0.04
Operador de Excavadora	1.00000	3.93	3.93	0.09500	0.37
Peón	1.00000	3.62	3.62	0.09500	0.34
SUBTOTAL N					0.75
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.88
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					0.58
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.46
VALOR OFERTADO					3.46

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 20 de 40

RUBRO: Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.67			0.67
SUBTOTAL M					0.67
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62	7.24	1.75000	12.67
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93	3.93	0.17500	0.69
SUBTOTAL N					13.36
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					14.03
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					2.81
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					16.84
VALOR OFERTADO					16.84

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 21 de 40

RUBRO: Excavación manual en suelo sin clasificar, 2<H<4 m

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.80			0.80
SUBTOTAL M					0.80
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62	7.24	2.10000	15.20
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93	3.93	0.21000	0.83
SUBTOTAL N					16.03
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					16.83
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					3.37
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					20.20
VALOR OFERTADO					20.20

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 22 de 40

RUBRO: Pozo de revisión de h=0 a 2 m, Tapa y brocal Tipo A

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	1.82			1.82
SUBTOTAL M					1.82
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	3.00000	3.62	10.86	2.50000	27.15
Albañil	1.00000	3.66	3.66	2.50000	9.15
SUBTOTAL N					36.30
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Encofrado metálico pozos	u	1.00000	1.60	1.60	
Hierro Varillas (Corrugado)	kg	16.80000	1.30	21.84	
Tapa de Hormigón D=700 mm Tipo A	u	1.00000	44.00	44.00	
Brocal prefabricado Tipo A, H=20 cm	u	1.00000	44.00	44.00	
Hormigón Ciclopeo 60% HS y 40% piedra	m3	0.45000	112.00	50.40	
Hormigón Simple 210 kg/cm2	u	0.68000	135.00	91.80	
Resina Epoxica	kg	0.88000	9.05	7.96	
Mortero Cemento Arena 1:3	m3	0.01100	143.50	1.58	
Pintura Anticorrosiva	galon	0.07000	13.90	0.97	
Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	1.77000	1.90	3.36	
SUBTOTAL O					267.51
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					305.63
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					61.13
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					366.76
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					366.76
VALOR OFERTADO					366.76

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 23 de 40

RUBRO: Pozo de revisión de h=0 a 2.5 m, Tapa y brocal Tipo A

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	2.69			2.69
SUBTOTAL M					2.69
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	3.00000	3.62	10.86	3.70000	40.18
Albañil	1.00000	3.66	3.66	3.70000	13.54
SUBTOTAL N					53.72
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Encofrado metálico pozos	u	1.00000	1.60	1.60	
Hierro Varillas (Corrugado)	kg	18.00000	1.30	23.40	
Tapa de Hormigón D=700 mm Tipo A	u	1.00000	44.00	44.00	
Brocal prefabricado Tipo A, H=20 cm	u	1.00000	44.00	44.00	
Hormigón Ciclopeo 60% HS y 40% piedra	m3	0.45000	112.00	50.40	
Hormigón Simple 210 kg/cm2	u	0.93000	135.00	125.55	
Resina Epoxica	kg	1.10000	9.05	9.96	
Mortero Cemento Arena 1:3	m3	0.01100	143.50	1.58	
Pintura Anticorrosiva	galon	0.09000	13.90	1.25	
Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	1.77000	1.90	3.36	
SUBTOTAL O					305.10
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					361.51
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					72.30
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					433.81
VALOR OFERTADO					433.81

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 24 de 40

RUBRO: Pozo de revisión de h=0 a 3 m, Tapa y brocal Tipo A

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	3.41			3.41
SUBTOTAL M					3.41
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	3.00000	3.62	10.86	4.70000	51.04
Albañil	1.00000	3.66	3.66	4.70000	17.20
SUBTOTAL N					68.24
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Encofrado metálico pozos	u	1.00000	1.60	1.60	
Hierro Varillas (Corrugado)	kg	19.20000	1.30	24.96	
Tapa de Hormigón D=700 mm Tipo A	u	1.00000	44.00	44.00	
Brocal prefabricado Tipo A, H=20 cm	u	1.00000	44.00	44.00	
Hormigón Ciclopeo 60% HS y 40% piedra	m3	0.45000	112.00	50.40	
Hormigón Simple 210 kg/cm2	u	1.18000	135.00	159.30	
Resina Epoxica	kg	1.32000	9.05	11.95	
Mortero Cemento Arena 1:3	m3	0.01100	143.50	1.58	
Pintura Anticorrosiva	galon	0.11000	13.90	1.53	
Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	1.77000	1.90	3.36	
SUBTOTAL O					342.68
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					414.33
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					82.87
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					497.20
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					497.20
VALOR OFERTADO					497.20

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 25 de 40

RUBRO: Pozo de revisión de h=0 a 3.5 m, Tapa y brocal Tipo A

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	4.36			4.36
SUBTOTAL M					4.36
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	3.00000	3.62	10.86	6.00000	65.16
Albañil	1.00000	3.66	3.66	6.00000	21.96
SUBTOTAL N					87.12
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Encofrado metálico pozos	u	1.00000	1.60	1.60	
Hierro Varillas (Corrugado)	kg	20.40000	1.30	26.52	
Tapa de Hormigón D=700 mm Tipo A	u	1.00000	44.00	44.00	
Brocal prefabricado Tipo A, H=20 cm	u	1.00000	44.00	44.00	
Hormigón Ciclopeo 60% HS y 40% piedra	m3	0.45000	112.00	50.40	
Hormigón Simple 210 kg/cm2	u	1.43000	135.00	193.05	
Resina Epoxica	kg	1.53000	9.05	13.85	
Mortero Cemento Arena 1:3	m3	0.01100	143.50	1.58	
Pintura Anticorrosiva	galon	0.13000	13.90	1.81	
Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	1.77000	1.90	3.36	
SUBTOTAL O					380.17
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					471.65
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					94.33
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					565.98
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					565.98
VALOR OFERTADO					565.98

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 26 de 40

RUBRO: Pozo de revisión de h=0 a 4 m, Tapa y brocal Tipo A

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	5.66			5.66
SUBTOTAL M					5.66
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	3.00000	3.62	10.86	7.80000	84.71
Albañil	1.00000	3.66	3.66	7.80000	28.55
SUBTOTAL N					113.26
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Encofrado metálico pozos	u	1.00000	1.60	1.60	
Hierro Varillas (Corrugado)	kg	21.60000	1.30	28.08	
Tapa de Hormigón D=700 mm Tipo A	u	1.00000	44.00	44.00	
Brocal prefabricado Tipo A, H=20 cm	u	1.00000	44.00	44.00	
Hormigón Ciclopeo 60% HS y 40% piedra	m3	0.45000	112.00	50.40	
Hormigón Simple 210 kg/cm2	u	1.67000	135.00	225.45	
Resina Epoxica	kg	1.76000	9.05	15.93	
Mortero Cemento Arena 1:3	m3	0.01100	143.50	1.58	
Pintura Anticorrosiva	galon	0.14000	13.90	1.95	
Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	1.77000	1.90	3.36	
SUBTOTAL O					416.35
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					535.27
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					107.05
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					642.32
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					642.32
VALOR OFERTADO					642.32

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 27 de 40

RUBRO: Pozo de revisión de h=0 a 2 m, Tapa y brocal Tipo A 1.2x1.2

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	1.82			1.82
SUBTOTAL M					1.82
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	3.00000	3.62	10.86	2.50000	27.15
Albañil	1.00000	3.66	3.66	2.50000	9.15
SUBTOTAL N					36.30
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Encofrado metálico pozos	u	1.20000	1.60	1.92	
Hierro Varillas (Corrugado)	kg	24.19200	1.30	31.45	
Brocal prefabricado Tipo A, H=20 cm	u	1.00000	44.00	44.00	
Hormigón Ciclopeo 60% HS y 40% piedra	m3	0.54000	112.00	60.48	
Hormigón Simple 210 kg/cm2	u	0.82000	135.00	110.70	
Resina Epoxica	kg	1.05600	9.05	9.56	
Mortero Cemento Arena 1:3	m3	0.01320	143.50	1.89	
Pintura Anticorrosiva	galon	0.08400	13.90	1.17	
Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	2.12400	1.90	4.04	
Tapa de Hormigón D=700 mm Tipo A	u	1.00000	44.00	44.00	
SUBTOTAL O					309.21
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					347.33
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					69.47
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					416.80
VALOR OFERTADO					416.80

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 28 de 40

RUBRO: Pozo de revisión de h=0 a 3 m, Tapa y brocal Tipo A 1.2x1.2

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	3.41			3.41
SUBTOTAL M					3.41
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	3.00000	3.62	10.86	4.70000	51.04
Albañil	1.00000	3.66	3.66	4.70000	17.20
SUBTOTAL N					68.24
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Encofrado metálico pozos	u	1.35000	1.60	2.16	
Hierro Varillas (Corrugado)	kg	25.92000	1.30	33.70	
Brocal prefabricado Tipo A, H=20 cm	u	1.00000	44.00	44.00	
Hormigón Ciclopeo 60% HS y 40% piedra	m3	0.61000	112.00	68.32	
Hormigón Simple 210 kg/cm2	u	1.60000	135.00	216.00	
Resina Epoxica	kg	1.78000	9.05	16.11	
Mortero Cemento Arena 1:3	m3	0.01500	143.50	2.15	
Pintura Anticorrosiva	galon	0.01500	13.90	0.21	
Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	2.40000	1.90	4.56	
Tapa de Hormigón D=700 mm Tipo A	u	1.00000	44.00	44.00	
SUBTOTAL O					431.21
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					502.86
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					100.57
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					603.43
VALOR OFERTADO					603.43

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 29 de 40

RUBRO: Pozo de revisión de h=0 a 2.5 m, Tapa y brocal Tipo A 1.2x1.2

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	2.69			2.69
SUBTOTAL M					2.69
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	3.00000	3.62	10.86	3.70000	40.18
Albañil	1.00000	3.66	3.66	3.70000	13.54
SUBTOTAL N					53.72
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Encofrado metálico pozos	u	1.35000	1.60	2.16	
Hierro Varillas (Corrugado)	kg	24.30000	1.30	31.59	
Brocal prefabricado Tipo A, H=20 cm	u	1.00000	44.00	44.00	
Hormigón Ciclopeo 60% HS y 40% piedra	m3	0.61000	112.00	68.32	
Hormigón Simple 210 kg/cm2	u	1.26000	135.00	170.10	
Resina Epoxica	kg	1.50000	9.05	13.58	
Mortero Cemento Arena 1:3	m3	0.01100	143.50	1.58	
Pintura Anticorrosiva	galon	0.13000	13.90	1.81	
Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	2.40000	1.90	4.56	
Tapa de Hormigón D=700 mm Tipo A	u	1.00000	44.00	44.00	
SUBTOTAL O					381.70
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					438.11
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					87.62
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					525.73
VALOR OFERTADO					525.73

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 30 de 40

RUBRO: Pozo de revisión de h=0 a 2 m, Tapa y brocal Tipo A 1.4x1.4

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	1.82			1.82
SUBTOTAL M					1.82
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	3.00000	3.62	10.86	2.50000	27.15
Albañil	1.00000	3.66	3.66	2.50000	9.15
SUBTOTAL N					36.30
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Encofrado metálico pozos	u	1.62000	1.60	2.59	
Hierro Varillas (Corrugado)	kg	33.87000	1.30	44.03	
Brocal prefabricado Tipo A, H=20 cm	u	1.00000	44.00	44.00	
Hormigón Ciclopeo 60% HS y 40% piedra	m3	0.73000	112.00	81.76	
Hormigón Simple 210 kg/cm2	u	1.05000	135.00	141.75	
Resina Epoxica	kg	1.50000	9.05	13.58	
Mortero Cemento Arena 1:3	m3	0.01800	143.50	2.58	
Pintura Anticorrosiva	galon	0.11330	13.90	1.57	
Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	2.85000	1.90	5.42	
Tapa de Hormigón D=700 mm Tipo A	u	1.00000	44.00	44.00	
SUBTOTAL O					381.28
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					419.40
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					83.88
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					503.28
VALOR OFERTADO					503.28

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 31 de 40

RUBRO: Pozo de revisión de h=0 a 3 m, Tapa y brocal Tipo A 1.4x1.4

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	3.41			3.41
SUBTOTAL M					3.41
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	3.00000	3.62	10.86	4.70000	51.04
Albañil	1.00000	3.66	3.66	4.70000	17.20
SUBTOTAL N					68.24
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Encofrado metálico pozos	u	1.80000	1.60	2.88	
Hierro Varillas (Corrugado)	kg	35.00000	1.30	45.50	
Brocal prefabricado Tipo A, H=20 cm	u	1.00000	44.00	44.00	
Hormigón Ciclopeo 60% HS y 40% piedra	m3	0.82000	112.00	91.84	
Hormigón Simple 210 kg/cm2	u	2.16000	135.00	291.60	
Resina Epoxica	kg	2.40000	9.05	21.72	
Mortero Cemento Arena 1:3	m3	0.02000	143.50	2.87	
Pintura Anticorrosiva	galon	0.02000	13.90	0.28	
Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	3.24000	1.90	6.16	
Tapa de Hormigón D=700 mm Tipo A	u	1.00000	44.00	44.00	
SUBTOTAL O					550.85
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					622.50
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					124.50
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					747.00
VALOR OFERTADO					747.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 32 de 40

RUBRO: Pozo de revisión de h=0 a 3.5 m, Tapa y brocal Tipo A 1.4x1.4

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	4.36			4.36
SUBTOTAL M					4.36
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	3.00000	3.62	10.86	6.00000	65.16
Albañil	1.00000	3.66	3.66	6.00000	21.96
SUBTOTAL N					87.12
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Encofrado metálico pozos	u	1.70000	1.60	2.72	
Hierro Varillas (Corrugado)	kg	34.68000	1.30	45.08	
Brocal prefabricado Tipo A, H=20 cm	u	1.00000	44.00	44.00	
Hormigón Ciclopeo 60% HS y 40% piedra	m3	0.77000	112.00	86.24	
Hormigón Simple 210 kg/cm2	u	2.43000	135.00	328.05	
Resina Epoxica	kg	2.60000	9.05	23.53	
Mortero Cemento Arena 1:3	m3	0.01870	143.50	2.68	
Pintura Anticorrosiva	galon	0.22000	13.90	3.06	
Replanto de Piedra, e=15 cm	m2	3.00000	1.90	5.70	
Tapa de Hormigón D=700 mm Tipo A	u	1.00000	44.00	44.00	
SUBTOTAL O					585.06
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					676.54
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					135.31
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					811.85
VALOR OFERTADO					811.85

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 33 de 40

RUBRO: Suministro y colocación de material Gruezo (Mejoramiento)

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	0.02			0.02
Cargadora	1.00000	23.00	23.00	0.04000	0.92
SUBTOTAL M					0.94
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62	7.24	0.04000	0.29
Albañil	1.00000	3.66	3.66	0.04000	0.15
SUBTOTAL N					0.44
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Material de mejoramiento puesto en obra	m3	1.00000	14.00	14.00	
SUBTOTAL O					14.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					15.38
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					3.08
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					18.46
VALOR OFERTADO					18.46

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 34 de 40

RUBRO: Transporte de Material hasta 5 km

UNIDAD: m3-km

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Volqueta de 8 m3	1.00000	19.69	19.69	1.00000	19.69
SUBTOTAL M					19.69
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
CHOFER: Otros camiones (Estr.Oc.C1)	1.00000	5.15	5.15	1.00000	5.15
SUBTOTAL N					5.15
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					24.84
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					4.97
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					29.81
VALOR OFERTADO					29.81

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 35 de 40

RUBRO: Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Retroexcavadora	1.00000	25.00	25.00	0.08000	2.00
SUBTOTAL M					2.00
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62	7.24	0.08000	0.58
Operador de Retroexcavadora	1.00000	3.93	3.93	0.08000	0.31
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93	3.93	0.02400	0.09
SUBTOTAL N					0.98
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.98
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					0.60
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.58
VALOR OFERTADO					3.58

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 36 de 40

RUBRO: Caja de revisión de sumideros

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	0.49			0.49
SUBTOTAL M					0.49
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62	7.24	0.90000	6.52
Albañil	1.00000	3.66	3.66	0.90000	3.29
SUBTOTAL N					9.81
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Cemento portland tipo I	saco (50kg)	1.50000	7.80	11.70	
Arena (P. Suelto=1,460 kg/m3 aprox.)	m3	0.12000	18.00	2.16	
Agua	m3	0.03300	2.50	0.08	
Tubería de pvc e/c, d= 200mm desagüe	m	1.00000	13.50	13.50	
Grava (P. Suelto=1,551 kg/m3 aprox.)	m3	0.12000	20.00	2.40	
SUBTOTAL O					29.84
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					40.14
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					8.03
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					48.17
VALOR OFERTADO					48.17

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 37 de 40

RUBRO: Mejoramiento, tendido conformación y compactación

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL M					0.00
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL N					0.00
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Agua en obra (incluye instalaciones provisionales)	lt	10.00000	0.05	0.50	
Material de mejoramiento puesto en obra	m3	1.25000	14.00	17.50	
Tendido, conformación y compactación de plataformas con equipo pesado	m3	1.00000	2.12	2.12	
SUBTOTAL O					20.12
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					20.12
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					4.02
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					24.14
VALOR OFERTADO					24.14

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**Hoja 38 de 40****RUBRO:** Tendido, conformación y compactación de plataformas con equipo pesado**UNIDAD:** m3**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Motoniveladora 200HP	1.00000	50.00	50.00	0.01500	0.75
Rodillo neumático, ancho de compactación 1740mm	1.00000	33.21	33.21	0.01500	0.50
Tanquero de agua, capacidad 4000gal	1.00000	20.00	20.00	0.01500	0.30
SUBTOTAL M					1.55
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	7.00000	3.62	25.34	0.01500	0.38
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93	3.93	0.01500	0.06
Operador Motoniveladora	1.00000	3.93	3.93	0.01500	0.06
Operador Rodillo autopropulsado	1.00000	3.74	3.74	0.01500	0.06
Chofer: Para transporte escolar - Personal y turismo. Hasta 45 pasajeros (Estr.Oc.C2)	1.00000	5.10	5.10	0.00150	0.01
SUBTOTAL N					0.57
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.12
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					0.42
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.54
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					2.54

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 39 de 40

RUBRO: Sumidero de Calzada 0.7x0.5 m incluye aro y rejilla, tubería de 200 mm

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	5.00 %MO	0.69			0.69
Plancha Compactadora	1.00000	1.50	1.50	0.75000	1.13
SUBTOTAL M					1.82
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93	3.93	0.75000	2.95
Albañil	1.00000	3.66	3.66	0.75000	2.75
Peón	3.00000	3.62	10.86	0.75000	8.15
SUBTOTAL N					13.85
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Cemento portland tipo I	saco (50kg)	2.00000	7.80	15.60	
Arena (P. Suelto=1,460 kg/m3 aprox.)	m3	0.15000	18.00	2.70	
Agua	m3	45.00000	2.50	112.50	
Tubería PVC de pared estructurada interior liso d=200 mm serie tipo B	m	5.00000	11.00	55.00	
Sumidero de HS	u	1.00000	30.00	30.00	
Grava (P. Suelto=1,551 kg/m3 aprox.)	m3	0.15000	20.00	3.00	
Aro y rejilla 1.3x0.6	u	1.00000	140.00	140.00	
SUBTOTAL O					358.80
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					374.47
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					74.89
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					449.36
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					449.36
VALOR OFERTADO					449.36

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 40 de 40

RUBRO: Transporte de Material hasta 5 km

UNIDAD: m3-km

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Volqueta de 8 m3	1.00000	19.69	19.69	1.00000	19.69
SUBTOTAL M					19.69
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
CHOFER: Otros camiones (Estr.Oc.C1)	1.00000	5.15	5.15	1.00000	5.15
SUBTOTAL N					5.15
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					24.84
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					4.97
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					29.81
VALOR OFERTADO					29.81

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ALCANTARILLADO SANITARIO

NOMBRE DEL OFERENTE:

UBICACIÓN

Gualaceo

FECHA

29/6/2022

PRESUPUESTO

Nro.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Actividades Preliminares					37,176.37000
1	Desbroce y limpieza del terreno	m2	12,500.00000	0.75000	9,375.00000
2	Desbroce, destronque y limpieza a mano	m2	1,426.00000	1.61000	2,295.86000
3	Transporte de Material hasta 5 km	m3-km	143.00000	29.81000	4,262.83000
4	Replanteo y Nivelación	m2	7,034.00000	3.02000	21,242.68000
Movimiento de Tierras					110,652.17000
5	Excavación manual, zanja 0-2 m, material sin clasificar	m3	56.16000	15.89000	892.38000
6	Excavación manual, zanja 2-4 m, material sin clasificar	m3	24.72000	19.06000	471.16000
7	Excavación manual, zanja 4-6 m, material sin clasificar	m3	0.54000	22.24000	12.01000
8	Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm	m3	5,559.97000	3.59000	19,960.29000
9	Excavación retroexcavadora, zanja 2-4 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm	m3	2,448.22000	3.81000	9,327.72000
10	Excavación retroexcavadora, zanja 4-6 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm (2)	m3	53.22000	4.33000	230.44000
11	Transporte de Material hasta 5 km	m3-km	2,377.00000	29.81000	70,858.37000
12	Tuneladora de tuberías	m	13.00000	684.60000	8,899.80000
Instalación de Tuberías					203,352.91000
13	Entibado continuo	m2	2,633.00000	15.79000	41,575.07000
14	Tubería sanitaria de PVC, serie 6, d= 200 mm	m	1,579.00000	22.07000	34,848.53000
15	Tubería sanitaria de PVC, serie 6, d= 300 mm	m	378.00000	42.17000	15,940.26000
16	Tubería sanitaria de PVC, serie 6, d= 364 mm	m	665.00000	50.03000	33,269.95000
17	Tubería sanitaria de PVC, serie 6, d= 500 mm	m	399.00000	62.57000	24,965.43000
18	Suministro y colocación de material fino (Arena)	m3	1,828.30000	23.25000	42,507.98000
19	Tapado de Zanjas con maquinaria	m3	5,629.50000	1.82000	10,245.69000
Pozos de Revisión					35,755.84000
20	Excavación manual, profundidad de (0-2) m, material sin clasificar	m3	1.00000	16.83000	16.83000
21	Excavación manual, zanja (2-4) m, material sin clasificar	m3	0.81000	19.17000	15.53000
22	Excavación manual, zanja 4-6 m, material sin clasificar	m3	0.12000	22.24000	2.67000
23	Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm	m3	99.00000	3.59000	355.41000
24	Excavación retroexcavadora, zanja 2-4 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm	m3	80.19000	3.81000	305.52000
25	Excavación retroexcavadora, zanja 4-6 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm (2)	m3	12.00000	4.33000	51.96000
26	Pozo de revisión de h=0 a 2 m, Tapa y brocal Tipo A (2)	u	46.00000	374.33000	17,219.18000
27	Pozo de revisión de h=0 a 2.5 m, Tapa y brocal Tipo A	u	9.00000	441.38000	3,972.42000
28	Pozo de revisión de h=0 a 3 m, Tapa y brocal Tipo A	u	3.00000	504.77000	1,514.31000
29	Pozo de revisión de h=0 a 3.5 m, Tapa y brocal Tipo A	u	4.00000	573.54000	2,294.16000
30	Pozo de revisión de h=0 a 4 m, Tapa y brocal Tipo A	u	4.00000	649.89000	2,599.56000

31	Pozo de revisión de h=0 a 4.5 m, Tapa y brocal Tipo A	u	2.00000	735.23000	1,470.46000
32	Suministro y colocación de material Gruezo (Mejoramiento)	m3	10.00000	18.45000	184.50000
33	Transporte de Material hasta 5 km	m3-km	193.00000	29.81000	5,753.33000
Obras de Concreto (veredas)					27,358.65000
34	Subrasante, conformación y compactación con equipo liviano	m2	1,426.00000	2.05000	2,923.30000
35	Mejoramiento, tendido conformación y compactación	m3	149.00000	24.13000	3,595.37000
36	Replanto de piedra h=15 cm	m2	990.00000	7.33000	7,256.70000
37	Encofrado/dsencofrado filos _detalles	m	128.00000	9.26000	1,185.28000
38	Hormigón de f'c=210 kg/cm2	m3	70.00000	171.69000	12,018.30000
39	Obras de concreto (Cunetas)	m2	1.50000	78.41000	117.62000
40	Bordillo de Pareterre de 10x30 cm, f'c= 210 kg/cm2	ml	26.00000	10.08000	262.08000
Obras de Concreto (Cunetas)					16,000.01000
41	Mejoramiento, tendido conformación y compactación	m3	52.00000	24.13000	1,254.76000
42	Replanto de piedra h=15 cm	m2	349.00000	7.33000	2,558.17000
43	Cunetas de hormigón simple, suministro y elaboración	m	582.00000	20.94000	12,187.08000
Rubros Ambientales					1,401.30000
44	Cono de Seguridad	u	5.00000	14.62000	73.10000
45	Cinta de seguridad protección areas de trabajo	m	5.00000	1.51000	7.55000
46	Control de Polvo	m3	5.00000	1.81000	9.05000
47	Pasos peatonales con Cantonera	u	26.00000	7.50000	195.00000
48	Señalización con malla plastica, suministro y colocación	m	700.00000	1.38000	966.00000
49	Parante de madera con base de Hormigón	u	20.00000	7.53000	150.60000
SUBTOTAL					431,697.25000
IVA 12%					51803.67
TOTAL					483,500.92000

Son: CUATROSCIENTOS OCHETA Y TRES MIL QUINIENTOS CON 92/100 DOLARES

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 1 de 51

RUBRO: Desbroce y limpieza del terreno

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.02975			0.02975
SUBTOTAL M					0.02975
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	4.00000	3.62000	14.48000	0.04000	0.57920
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.10000	3.93000	0.39300	0.04000	0.01572
SUBTOTAL N					0.59492
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.62467
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					0.12493
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.74960
VALOR OFERTADO					0.75

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 2 de 51

RUBRO: Desbroce, destronque y limpieza a mano

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta Manual	1.00000	0.02000	0.02000	0.01042	0.00021
Equipo Menor	5.00 %MO	0.02267			0.02267
Carretilla	2.00000	40.00000	80.00000	0.01042	0.83360
Motosierra	2.00000	1.50000	3.00000	0.01042	0.03126
SUBTOTAL M					0.88774
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	10.00000	3.62000	36.20000	0.01042	0.37720
Encofrador	1.00000	3.66000	3.66000	0.01042	0.03814
Operador de equipo liviano	1.00000	3.66000	3.66000	0.01042	0.03814
SUBTOTAL N					0.45348
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.34122
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					0.26824
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.60946
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					1.61

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 3 de 51

RUBRO: Transporte de Material hasta 5 km

UNIDAD: m3-km

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Volqueta de 8 m3	1.00000	19.69000	19.69000	1.00000	19.69000
SUBTOTAL M					19.69000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
CHOFER: Otros camiones (Estr.Oc.C1)	1.00000	5.15000	5.15000	1.00000	5.15000
SUBTOTAL N					5.15000
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					24.84000
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					4.96800
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					29.80800
VALOR OFERTADO					29.81

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 4 de 51

RUBRO: Replanteo y Nivelación

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo de topografía (teodolito, tripode, altimetro, nivel, brújula, cinta, mira)	1.00000	6.88000	6.88000	0.10000	0.68800
SUBTOTAL M					0.68800
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Topógrafo 2: Título exper. mayor a 5 años (Estr Oc. C1)	1.00000	3.93000	3.93000	0.10000	0.39300
Cadenero	1.00000	3.66000	3.66000	0.10000	0.36600
SUBTOTAL N					0.75900
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Tiras de eucalipto 4 x 5 x 300 cm.	u	1.00000	1.07000	1.07000	
SUBTOTAL O					1.07000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.51700
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					0.50340
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.02040
VALOR OFERTADO					3.02

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 5 de 51

RUBRO: Excavación manual, zanja 0-2 m, material sin clasificar

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	2.00000	0.40000	0.80000	1.50000	1.20000
SUBTOTAL M					1.20000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62000	7.24000	1.50000	10.86000
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93000	3.93000	0.30000	1.17900
SUBTOTAL N					12.03900
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					13.23900
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					2.64780
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					15.88680
VALOR OFERTADO					15.89

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 6 de 51

RUBRO: Excavación manual, zanja 2-4 m, material sin clasificar

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	2.00000	0.40000	0.80000	1.80000	1.44000
SUBTOTAL M					1.44000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62000	7.24000	1.80000	13.03200
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93000	3.93000	0.36000	1.41480
SUBTOTAL N					14.44680
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					15.88680
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					3.17736
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					19.06416
VALOR OFERTADO					19.06

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 7 de 51

RUBRO: Excavación manual, zanja 4-6 m, material sin clasificar

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	2.00000	0.40000	0.80000	2.10000	1.68000
SUBTOTAL M					1.68000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62000	7.24000	2.10000	15.20400
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93000	3.93000	0.42000	1.65060
SUBTOTAL N					16.85460
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					18.53460
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					3.70692
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					22.24152
VALOR OFERTADO					22.24

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 8 de 51

RUBRO: Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Retroexcavadora	1.00000	25.00000	25.00000	0.08000	2.00000
SUBTOTAL M					2.00000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62000	7.24000	0.08000	0.57920
Operador de Retroexcavadora	1.00000	3.93000	3.93000	0.08000	0.31440
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93000	3.93000	0.02400	0.09432
SUBTOTAL N					0.98792
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.98792
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					0.59758
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.58550
VALOR OFERTADO					3.59

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Excavación retroexcavadora, zanja 2-4 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Retroexcavadora	1.00000	25.00000	25.00000	0.08500	2.12500
SUBTOTAL M					2.12500
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62000	7.24000	0.08500	0.61540
Operador de Retroexcavadora	1.00000	3.93000	3.93000	0.08500	0.33405
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93000	3.93000	0.02550	0.10022
SUBTOTAL N					1.04967
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3.17467
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					0.63493
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.80960
VALOR OFERTADO					3.81

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 10 de 51

RUBRO: Excavación retroexcavadora, zanja 4-6 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm (2)

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Retroexcavadora	1.00000	25.00000	25.00000	0.09000	2.25000
SUBTOTAL M					2.25000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62000	7.24000	0.09000	0.65160
Operador de Retroexcavadora	1.00000	3.93000	3.93000	0.09000	0.35370
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93000	3.93000	0.09000	0.35370
SUBTOTAL N					1.35900
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3.60900
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					0.72180
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.33080
VALOR OFERTADO					4.33

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 11 de 51

RUBRO: Transporte de Material hasta 5 km

UNIDAD: m3-km

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Volqueta de 8 m3	1.00000	19.69000	19.69000	1.00000	19.69000
SUBTOTAL M					19.69000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
CHOFER: Otros camiones (Estr.Oc.C1)	1.00000	5.15000	5.15000	1.00000	5.15000
SUBTOTAL N					5.15000
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					24.84000
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					4.96800
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					29.80800
VALOR OFERTADO					29.81

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 12 de 51

RUBRO: Tuneladora de tuberías

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	1.09523			1.09523
Tuneladora	1.00000	350.00000	350.00000	0.85000	297.50000
SUBTOTAL M					298.59523
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	5.00000	3.62000	18.10000	0.85000	15.38500
Operador de maquina tuneladora	1.00000	3.93000	3.93000	0.85000	3.34050
Tecnico en obras civiles	1.00000	3.74000	3.74000	0.85000	3.17900
SUBTOTAL N					21.90450
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Tuberia de camisa	m	1.00000	250.00000	250.00000	
SUBTOTAL O					250.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					570.49973
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					114.09995
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					684.59968
VALOR OFERTADO					684.60

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 13 de 51

RUBRO: Entibado continuo

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de carpintería	0.50 %MO	0.02184			0.02184
SUBTOTAL M					0.02184
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1.00000	3.62000	3.62000	0.60000	2.17200
Albañil	1.00000	3.66000	3.66000	0.60000	2.19600
SUBTOTAL N					4.36800
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Tira de eucalipto (4x5) cm	m	1.00000	0.95000	0.95000	
Pingos de eucalipto (4-7) m	m	1.00000	1.10000	1.10000	
CLAVOS	kg	0.25000	3.00000	0.75000	
Tablones	u	1.33000	4.49000	5.97170	
SUBTOTAL O					8.77170
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					13.16154
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					2.63231
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					15.79385
VALOR OFERTADO					15.79

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 14 de 51

RUBRO: Tubería sanitaria de PVC, serie 6, d= 200 mm

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1.00000	0.40000	0.40000	0.25000	0.10000
SUBTOTAL M					0.10000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Plomero	1.00000	3.66000	3.66000	0.25000	0.91500
Peón	1.00000	3.62000	3.62000	0.25000	0.90500
SUBTOTAL N					1.82000
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Tubería sanitaria Novafort d=200 mm	m	1.00000	16.43000	16.43000	
Lubricante vegetal	kg	0.14000	0.32000	0.04480	
SUBTOTAL O					16.47480
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					18.39480
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					3.67896
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					22.07376
VALOR OFERTADO					22.07

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 15 de 51

RUBRO: Tubería sanitaria de PVC, serie 6, d= 300 mm

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1.00000	0.40000	0.40000	0.25000	0.10000
SUBTOTAL M					0.10000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Plomero	1.00000	3.66000	3.66000	0.25000	0.91500
Peón	2.00000	3.62000	7.24000	0.25000	1.81000
SUBTOTAL N					2.72500
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Lubricante vegetal	kg	0.14000	0.32000	0.04480	
Tubería sanitaria Novafort d=300 mm	m	1.00000	32.27000	32.27000	
SUBTOTAL O					32.31480
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					35.13980
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					7.02796
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					42.16776
VALOR OFERTADO					42.17

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 16 de 51

RUBRO: Tubería sanitaria de PVC, serie 6, d= 364 mm

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1.00000	0.40000	0.40000	0.25000	0.10000
SUBTOTAL M					0.10000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Plomero	1.00000	3.66000	3.66000	0.25000	0.91500
Peón	2.00000	3.62000	7.24000	0.25000	1.81000
SUBTOTAL N					2.72500
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Lubricante vegetal	kg	0.14000	0.32000	0.04480	
Tubería sanitaria Novafort d=364 mm	m	1.00000	38.82000	38.82000	
SUBTOTAL O					38.86480
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					41.68980
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					8.33796
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					50.02776
VALOR OFERTADO					50.03

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 17 de 51

RUBRO: Tubería sanitaria de PVC, serie 6, d= 500 mm

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1.00000	0.40000	0.40000	0.25000	0.10000
SUBTOTAL M					0.10000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Plomero	1.00000	3.66000	3.66000	0.25000	0.91500
Peón	2.00000	3.62000	7.24000	0.25000	1.81000
SUBTOTAL N					2.72500
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Lubricante vegetal	kg	0.14000	0.32000	0.04480	
Tubería sanitaria Novafort d=500 mm	m	1.00000	49.27000	49.27000	
SUBTOTAL O					49.31480
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					52.13980
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					10.42796
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					62.56776
VALOR OFERTADO					62.57

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 18 de 51

RUBRO: Suministro y colocación de material fino (Arena)

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	0.02180			0.02180
Cargadora	1.00000	23.00000	23.00000	0.04000	0.92000
SUBTOTAL M					0.94180
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62000	7.24000	0.04000	0.28960
Albañil	1.00000	3.66000	3.66000	0.04000	0.14640
SUBTOTAL N					0.43600
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Arena (P. Suelto=1,460 kg/m3 aprox.)	m3	1.00000	18.00000	18.00000	
SUBTOTAL O					18.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					19.37780
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					3.87556
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					23.25336
VALOR OFERTADO					23.25

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 29 de junio de 2022

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 19 de 51

RUBRO: Tapado de Zanjas con maquinaria

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Cargadora	1.00000	23.00000	23.00000	0.04000	0.92000
SUBTOTAL M					0.92000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62000	7.24000	0.04000	0.28960
Operador Cargadora frontal (payloader sobre ruedas u orugas)	1.00000	3.93000	3.93000	0.04000	0.15720
Engrasador EOD2	1.00000	3.66000	3.66000	0.04000	0.14640
SUBTOTAL N					0.59320
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.51320
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					0.30264
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.81584
VALOR OFERTADO					1.82

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 20 de 51

RUBRO: Excavación manual, profundidad de (0-2) m, material sin clasificar

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.66789			0.66789
SUBTOTAL M					0.66789
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62000	7.24000	1.75000	12.67000
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.10000	3.93000	0.39300	1.75000	0.68775
SUBTOTAL N					13.35775
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					14.02564
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					2.80513
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					16.83077
VALOR OFERTADO					16.83

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 21 de 51

RUBRO: Excavación manual, zanja (2-4) m, material sin clasificar

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	1.40 %MO	0.22056			0.22056
SUBTOTAL M					0.22056
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	3.00000	3.62000	10.86000	1.40000	15.20400
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.10000	3.93000	0.39300	1.40000	0.55020
SUBTOTAL N					15.75420
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					15.97476
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					3.19495
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					19.16971
VALOR OFERTADO					19.17

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 22 de 51

RUBRO: Excavación manual, zanja 4-6 m, material sin clasificar

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	2.00000	0.40000	0.80000	2.10000	1.68000
SUBTOTAL M					1.68000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62000	7.24000	2.10000	15.20400
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93000	3.93000	0.42000	1.65060
SUBTOTAL N					16.85460
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					18.53460
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					3.70692
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					22.24152
VALOR OFERTADO					22.24

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 23 de 51

RUBRO: Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Retroexcavadora	1.00000	25.00000	25.00000	0.08000	2.00000
SUBTOTAL M					2.00000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62000	7.24000	0.08000	0.57920
Operador de Retroexcavadora	1.00000	3.93000	3.93000	0.08000	0.31440
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93000	3.93000	0.02400	0.09432
SUBTOTAL N					0.98792
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.98792
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					0.59758
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.58550
VALOR OFERTADO					3.59

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 24 de 51

RUBRO: Excavación retroexcavadora, zanja 2-4 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Retroexcavadora	1.00000	25.00000	25.00000	0.08500	2.12500
SUBTOTAL M					2.12500
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62000	7.24000	0.08500	0.61540
Operador de Retroexcavadora	1.00000	3.93000	3.93000	0.08500	0.33405
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93000	3.93000	0.02550	0.10022
SUBTOTAL N					1.04967
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3.17467
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					0.63493
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.80960
VALOR OFERTADO					3.81

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 25 de 51

RUBRO: Excavación retroexcavadora, zanja 4-6 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm (2)

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Retroexcavadora	1.00000	25.00000	25.00000	0.09000	2.25000
SUBTOTAL M					2.25000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62000	7.24000	0.09000	0.65160
Operador de Retroexcavadora	1.00000	3.93000	3.93000	0.09000	0.35370
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93000	3.93000	0.09000	0.35370
SUBTOTAL N					1.35900
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3.60900
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					0.72180
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.33080
VALOR OFERTADO					4.33

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 26 de 51

RUBRO: Pozo de revisión de h=0 a 2 m, Tapa y brocal Tipo A (2)

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	1.81500			1.81500
SUBTOTAL M					1.81500
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	3.00000	3.62000	10.86000	2.50000	27.15000
Albañil	1.00000	3.66000	3.66000	2.50000	9.15000
SUBTOTAL N					36.30000
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Encofrado metálico pozos	u	1.00000	7.91000	7.91000	
Hierro Varillas (Corrugado)	kg	16.80000	1.30000	21.84000	
Tapa de Hormigón D=700 mm Tipo A	u	1.00000	44.00000	44.00000	
Brocal prefabricado Tipo A, H=20 cm	u	1.00000	44.00000	44.00000	
Hormigón Ciclopeo 60% HS y 40% piedra	m3	0.45000	112.00000	50.40000	
Hormigón Simple 210 kg/cm2	u	0.68000	135.00000	91.80000	
Resina Epoxica	kg	0.88000	9.05000	7.96400	
Mortero Cemento Arena 1:3	m3	0.01100	143.50000	1.57850	
Pintura Anticorrosiva	galon	0.07000	13.90000	0.97300	
Replanto de Piedra, e=15 cm	m2	1.77000	1.90000	3.36300	
SUBTOTAL O					273.82850
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					311.94350
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					62.38870
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					374.33220
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					374.33
VALOR OFERTADO					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 27 de 51

RUBRO: Pozo de revisión de h=0 a 2.5 m, Tapa y brocal Tipo A

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	2.68620			2.68620
SUBTOTAL M					2.68620
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	3.00000	3.62000	10.86000	3.70000	40.18200
Albañil	1.00000	3.66000	3.66000	3.70000	13.54200
SUBTOTAL N					53.72400
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Encofrado metálico pozos	u	1.00000	7.91000	7.91000	
Hierro Varillas (Corrugado)	kg	18.00000	1.30000	23.40000	
Tapa de Hormigón D=700 mm Tipo A	u	1.00000	44.00000	44.00000	
Brocal prefabricado Tipo A, H=20 cm	u	1.00000	44.00000	44.00000	
Hormigón Ciclopeo 60% HS y 40% piedra	m3	0.45000	112.00000	50.40000	
Hormigón Simple 210 kg/cm2	u	0.93000	135.00000	125.55000	
Resina Epoxica	kg	1.10000	9.05000	9.95500	
Mortero Cemento Arena 1:3	m3	0.01100	143.50000	1.57850	
Pintura Anticorrosiva	galon	0.09000	13.90000	1.25100	
Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	1.77000	1.90000	3.36300	
SUBTOTAL O					311.40750
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					367.81770
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					73.56354
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					441.38124
VALOR OFERTADO					441.38

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 28 de 51

RUBRO: Pozo de revisión de h=0 a 3 m, Tapa y brocal Tipo A

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	3.41220			3.41220
SUBTOTAL M					3.41220
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	3.00000	3.62000	10.86000	4.70000	51.04200
Albañil	1.00000	3.66000	3.66000	4.70000	17.20200
SUBTOTAL N					68.24400
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Encofrado metálico pozos	u	1.00000	7.91000	7.91000	
Hierro Varillas (Corrugado)	kg	19.20000	1.30000	24.96000	
Tapa de Hormigón D=700 mm Tipo A	u	1.00000	44.00000	44.00000	
Brocal prefabricado Tipo A, H=20 cm	u	1.00000	44.00000	44.00000	
Hormigón Ciclopeo 60% HS y 40% piedra	m3	0.45000	112.00000	50.40000	
Hormigón Simple 210 kg/cm2	u	1.18000	135.00000	159.30000	
Resina Epoxica	kg	1.32000	9.05000	11.94600	
Mortero Cemento Arena 1:3	m3	0.01100	143.50000	1.57850	
Pintura Anticorrosiva	galon	0.11000	13.90000	1.52900	
Replanto de Piedra, e=15 cm	m2	1.77000	1.90000	3.36300	
SUBTOTAL O					348.98650
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					420.64270
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					84.12854
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					504.77124
VALOR OFERTADO					504.77

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 29 de 51

RUBRO: Pozo de revisión de h=0 a 3.5 m, Tapa y brocal Tipo A

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	4.35600			4.35600
SUBTOTAL M					4.35600
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	3.00000	3.62000	10.86000	6.00000	65.16000
Albañil	1.00000	3.66000	3.66000	6.00000	21.96000
SUBTOTAL N					87.12000
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Encofrado metálico pozos	u	1.00000	7.91000	7.91000	
Hierro Varillas (Corrugado)	kg	20.40000	1.30000	26.52000	
Tapa de Hormigón D=700 mm Tipo A	u	1.00000	44.00000	44.00000	
Brocal prefabricado Tipo A, H=20 cm	u	1.00000	44.00000	44.00000	
Hormigón Ciclopeo 60% HS y 40% piedra	m3	0.45000	112.00000	50.40000	
Hormigón Simple 210 kg/cm2	u	1.43000	135.00000	193.05000	
Resina Epoxica	kg	1.53000	9.05000	13.84650	
Mortero Cemento Arena 1:3	m3	0.01100	143.50000	1.57850	
Pintura Anticorrosiva	galon	0.13000	13.90000	1.80700	
Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	1.77000	1.90000	3.36300	
SUBTOTAL O					386.47500
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					477.95100
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					95.59020
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					573.54120
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					573.54
VALOR OFERTADO					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 30 de 51

RUBRO: Pozo de revisión de h=0 a 4 m, Tapa y brocal Tipo A

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	5.66280			5.66280
SUBTOTAL M					5.66280
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	3.00000	3.62000	10.86000	7.80000	84.70800
Albañil	1.00000	3.66000	3.66000	7.80000	28.54800
SUBTOTAL N					113.25600
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Encofrado metálico pozos	u	1.00000	7.91000	7.91000	
Hierro Varillas (Corrugado)	kg	21.60000	1.30000	28.08000	
Tapa de Hormigón D=700 mm Tipo A	u	1.00000	44.00000	44.00000	
Brocal prefabricado Tipo A, H=20 cm	u	1.00000	44.00000	44.00000	
Hormigón Ciclopeo 60% HS y 40% piedra	m3	0.45000	112.00000	50.40000	
Hormigón Simple 210 kg/cm2	u	1.67000	135.00000	225.45000	
Resina Epoxica	kg	1.76000	9.05000	15.92800	
Mortero Cemento Arena 1:3	m3	0.01100	143.50000	1.57850	
Pintura Anticorrosiva	galon	0.14000	13.90000	1.94600	
Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	1.77000	1.90000	3.36300	
SUBTOTAL O					422.65550
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					541.57430
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					108.31486
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					649.88916
VALOR OFERTADO					649.89

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 31 de 51

RUBRO: Pozo de revisión de h=0 a 4.5 m, Tapa y brocal Tipo A

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	7.26000			7.26000
SUBTOTAL M					7.26000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	3.00000	3.62000	10.86000	10.00000	108.60000
Albañil	1.00000	3.66000	3.66000	10.00000	36.60000
SUBTOTAL N					145.20000
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Encofrado metálico pozos	u	1.00000	7.91000	7.91000	
Hierro Varillas (Corrugado)	kg	22.80000	1.30000	29.64000	
Tapa de Hormigón D=700 mm Tipo A	u	1.00000	44.00000	44.00000	
Brocal prefabricado Tipo A, H=20 cm	u	1.00000	44.00000	44.00000	
Hormigón Ciclopeo 60% HS y 40% piedra	m3	0.45000	112.00000	50.40000	
Hormigón Simple 210 kg/cm2	u	1.92000	135.00000	259.20000	
Resina Epoxica	kg	1.98000	9.05000	17.91900	
Mortero Cemento Arena 1:3	m3	0.01100	143.50000	1.57850	
Pintura Anticorrosiva	galon	0.16000	13.90000	2.22400	
Replanto de Piedra, e=15 cm	m2	1.77000	1.90000	3.36300	
SUBTOTAL O					460.23450
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					612.69450
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					122.53890
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					735.23340
VALOR OFERTADO					735.23

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 32 de 51

RUBRO: Suministro y colocación de material Gruezo (Mejoramiento

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo Menor	5.00 %MO	0.02180			0.02180
Cargadora	1.00000	23.00000	23.00000	0.04000	0.92000
SUBTOTAL M					0.94180
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62000	7.24000	0.04000	0.28960
Albañil	1.00000	3.66000	3.66000	0.04000	0.14640
SUBTOTAL N					0.43600
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Material de mejoramiento puesto en obra	m3	1.00000	14.00000	14.00000	
SUBTOTAL O					14.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					15.37780
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					3.07556
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					18.45336
VALOR OFERTADO					18.45

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 33 de 51

RUBRO: Transporte de Material hasta 5 km

UNIDAD: m3-km

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Volqueta de 8 m3	1.00000	19.69000	19.69000	1.00000	19.69000
SUBTOTAL M					19.69000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
CHOFER: Otros camiones (Estr.Oc.C1)	1.00000	5.15000	5.15000	1.00000	5.15000
SUBTOTAL N					5.15000
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					24.84000
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					4.96800
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					29.80800
VALOR OFERTADO					29.81

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**Hoja 34 de 51****RUBRO:** Subrasante, conformación y compactación con equipo liviano**UNIDAD:** m2**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.03103			0.03103
Retrocargadora de llantas	1.00000	22.00000	22.00000	0.03300	0.72600
Rodillo pequeño	1.00000	10.00000	10.00000	0.03300	0.33000
SUBTOTAL M					1.08703
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	4.00000	3.62000	14.48000	0.03300	0.47784
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93000	3.93000	0.00330	0.01297
Operador de Retroexcavadora	1.00000	3.93000	3.93000	0.03300	0.12969
SUBTOTAL N					0.62050
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.70753
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					0.34151
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.04904
VALOR OFERTADO					2.05

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 35 de 51

RUBRO: Mejoramiento, tendido conformación y compactación

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL M					0.00000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL N					0.00000
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Agua en obra (incluye instalaciones provisionales)	lt	10.00000	0.05000	0.50000	
Material de mejoramiento puesto en obra	m3	1.25000	14.00000	17.50000	
Tendido, conformación y compactación de plataformas con equipo pesado	m3	1.00000	2.10990	2.10990	
SUBTOTAL O					20.10990
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					20.10990
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					4.02198
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					24.13188
VALOR OFERTADO					24.13

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**Hoja 36 de 51****RUBRO:** Tendido, conformación y compactación de plataformas con equipo pesado**UNIDAD:** m3**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Motoniveladora 200HP	1.00000	50.00000	50.00000	0.01500	0.75000
Rodillo neumático, ancho de compactación 1740mm	1.00000	33.21000	33.21000	0.01500	0.49815
Tanquero de agua, capacidad 4000gal	1.00000	20.00000	20.00000	0.01500	0.30000
SUBTOTAL M					1.54815
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	7.00000	3.62000	25.34000	0.01500	0.38010
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93000	3.93000	0.01500	0.05895
Operador Motoniveladora	1.00000	3.93000	3.93000	0.01500	0.05895
Operador Rodillo autopropulsado	1.00000	3.74000	3.74000	0.01500	0.05610
Chofer: Para transporte escolar - Personal y turismo. Hasta 45 pasajeros (Estr.Oc.C2)	1.00000	5.10000	5.10000	0.00150	0.00765
SUBTOTAL N					0.56175
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.10990
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					0.42198
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.53188
VALOR OFERTADO					2.53

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 37 de 51

RUBRO: Replanto de piedra h=15 cm

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.14913			0.14913
SUBTOTAL M					0.14913
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	3.00000	3.62000	10.86000	0.20000	2.17200
Albañil	1.00000	3.66000	3.66000	0.20000	0.73200
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93000	3.93000	0.02000	0.07860
SUBTOTAL N					2.98260
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Grava (P. Suelto=1,551 kg/m3 aprox.)	m3	0.05000	18.00000	0.90000	
Piedra puesta en obra	m3	0.16000	13.00000	2.08000	
SUBTOTAL O					2.98000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6.11173
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					1.22235
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7.33408
VALOR OFERTADO					7.33

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 38 de 51

RUBRO: Encofrado/desencofrado filos_detalle

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	5.00 %MO	0.18200			0.18200
SUBTOTAL M					0.18200
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1.00000	3.62000	3.62000	0.50000	1.81000
Albañil	1.00000	3.66000	3.66000	0.50000	1.83000
SUBTOTAL N					3.64000
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Alambre de amarre #18	kg	0.12000	1.60000	0.19200	
Alfajía (3x6) cm, l= 250cm	m	1.00000	0.45000	0.45000	
TABLA DE ENCOFRADO 0,20M	m	2.50000	0.36000	0.90000	
Tira de eucalipto (2.5x2) cm	m	0.50000	0.15000	0.07500	
CLAVOS	kg	0.76000	3.00000	2.28000	
SUBTOTAL O					3.89700
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					7.71900
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					1.54380
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					9.26280
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					9.26
VALOR OFERTADO					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 39 de 51

RUBRO: Hormigón de f'c=210 kg/cm2

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	1.20631			1.20631
Concretera 1 saco	1.00000	3.75000	3.75000	1.33000	4.98750
Vibrador Weber a gasolina	1.00000	1.77000	1.77000	1.33000	2.35410
SUBTOTAL M					8.54791
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Albañil	1.00000	3.66000	3.66000	1.33000	4.86780
Peón	4.00000	3.62000	14.48000	1.33000	19.25840
SUBTOTAL N					24.12620
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Cemento portland tipo I	saco (50kg)	8.00000	7.80000	62.40000	
Arena (P. Suelto=1,460 kg/m3 aprox.)	m3	0.80000	18.00000	14.40000	
Grava (P. Suelto=1,551 kg/m3 aprox.)	m3	1.20000	18.00000	21.60000	
Agua en obra (incluye instalaciones provisionales)	lt	240.00000	0.05000	12.00000	
SUBTOTAL O					110.40000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					143.07411
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					28.61482
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					171.68893
VALOR OFERTADO					171.69

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 40 de 51

RUBRO: Obras de concreto (Cunetas)

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Distribución de asfalto	1.00000	30.00000	30.00000	1.00000	30.00000
Escoba mecánica	1.00000	12.00000	12.00000	1.00000	12.00000
SUBTOTAL M					42.00000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	4.00000	3.62000	14.48000	1.00000	14.48000
Operador de Retroexcavadora	2.00000	3.93000	7.86000	1.00000	7.86000
SUBTOTAL N					22.34000
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Asfalto	galon	0.53000	1.58000	0.83740	
Diesel	galon	0.15000	1.10000	0.16500	
SUBTOTAL O					1.00240
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					65.34240
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					13.06848
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					78.41088
VALOR OFERTADO					78.41

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 41 de 51

RUBRO: Bordillo de Pareterre de 10x30 cm, f'c= 210 kg/cm2

UNIDAD: ml

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	3.00000	0.40000	1.20000	0.08000	0.09600
Vibrador Weber a gasolina	1.00000	1.77000	1.77000	0.08000	0.14160
SUBTOTAL M					0.23760
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62000	7.24000	0.08000	0.57920
Albañil	1.00000	3.66000	3.66000	0.08000	0.29280
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93000	3.93000	0.02400	0.09432
SUBTOTAL N					0.96632
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
HºSº f'c=210 kg/cm2 (en concretera)	m3	0.03200	100.00000	3.20000	
Encofrado metalico de pavimento	ml	2.00000	2.00000	4.00000	
SUBTOTAL O					7.20000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					8.40392
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					1.68078
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					10.08470
VALOR OFERTADO					10.08

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 42 de 51

RUBRO: Mejoramiento, tendido conformación y compactación

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL M					0.00000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL N					0.00000
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Agua en obra (incluye instalaciones provisionales)	lt	10.00000	0.05000	0.50000	
Material de mejoramiento puesto en obra	m3	1.25000	14.00000	17.50000	
Tendido, conformación y compactación de plataformas con equipo pesado	m3	1.00000	2.10990	2.10990	
SUBTOTAL O					20.10990
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					20.10990
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					4.02198
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					24.13188
VALOR OFERTADO					24.13

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**Hoja 43 de 51****RUBRO:** Tendido, conformación y compactación de plataformas con equipo pesado**UNIDAD:** m3**DETALLE:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Motoniveladora 200HP	1.00000	50.00000	50.00000	0.01500	0.75000
Rodillo neumático, ancho de compactación 1740mm	1.00000	33.21000	33.21000	0.01500	0.49815
Tanquero de agua, capacidad 4000gal	1.00000	20.00000	20.00000	0.01500	0.30000
SUBTOTAL M					1.54815
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	7.00000	3.62000	25.34000	0.01500	0.38010
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93000	3.93000	0.01500	0.05895
Operador Motoniveladora	1.00000	3.93000	3.93000	0.01500	0.05895
Operador Rodillo autopropulsado	1.00000	3.74000	3.74000	0.01500	0.05610
Chofer: Para transporte escolar - Personal y turismo. Hasta 45 pasajeros (Estr.Oc.C2)	1.00000	5.10000	5.10000	0.00150	0.00765
SUBTOTAL N					0.56175
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.10990
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					0.42198
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.53188
VALOR OFERTADO					2.53

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 44 de 51

RUBRO: Replanto de piedra h=15 cm

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.14913			0.14913
SUBTOTAL M					0.14913
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	3.00000	3.62000	10.86000	0.20000	2.17200
Albañil	1.00000	3.66000	3.66000	0.20000	0.73200
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00000	3.93000	3.93000	0.02000	0.07860
SUBTOTAL N					2.98260
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Grava (P. Suelto=1,551 kg/m3 aprox.)	m3	0.05000	18.00000	0.90000	
Piedra puesta en obra	m3	0.16000	13.00000	2.08000	
SUBTOTAL O					2.98000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6.11173
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					1.22235
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7.33408
VALOR OFERTADO					7.33

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 45 de 51

RUBRO: Cunetas de hormigón simple, suministro y elaboración

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.22193			0.22193
Concretera 1 saco	1.00000	3.75000	3.75000	0.20000	0.75000
SUBTOTAL M					0.97193
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	4.00000	3.62000	14.48000	0.20000	2.89600
Albañil	2.00000	3.66000	7.32000	0.20000	1.46400
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.10000	3.93000	0.39300	0.20000	0.07860
SUBTOTAL N					4.43860
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Clavo multiuso con cabeza l= 1 1/4in, d= 16mm	kg	0.10000	1.95000	0.19500	
Cemento portland tipo I	saco (50kg)	0.78000	7.80000	6.08400	
Arena puesta en obra	m3	0.08000	12.00000	0.96000	
Accesorios pvc d= 1/2in para agua caliente (codo, tapon, union, adaptador)	u	0.03000	0.45000	0.01350	
Tabla de monte 20cm	u	0.65000	1.79000	1.16350	
Alfajía (7x7) cm, l= 250cm	u	0.45000	3.92000	1.76400	
Ripio puesto en obra	m3	0.12000	15.50000	1.86000	
SUBTOTAL O					12.04000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					17.45053
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					3.49011
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					20.94064
VALOR OFERTADO					20.94

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 46 de 51

RUBRO: Cono de Seguridad

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL M					0.00000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1.00000	3.62000	3.62000	0.05000	0.18100
SUBTOTAL N					0.18100
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Conos de seguridad h=0.6 m	u	1.00000	12.00000	12.00000	
SUBTOTAL O					12.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					12.18100
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					2.43620
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					14.61720
VALOR OFERTADO					14.62

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 47 de 51

RUBRO: Cinta de seguridad protección areas de trabajo

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	5.00 %MO	0.02715			0.02715
SUBTOTAL M					0.02715
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1.00000	3.62000	3.62000	0.15000	0.54300
SUBTOTAL N					0.54300
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Cinta plastica de peligro	m	0.01000	5.00000	0.05000	
Grapa doble tipo U 1/2 in	u	0.25000	0.16000	0.04000	
Pingos	u	0.20000	3.00000	0.60000	
SUBTOTAL O					0.69000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.26015
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					0.25203
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.51218
VALOR OFERTADO					1.51

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 48 de 51

RUBRO: Control de Polvo

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Tanquero de agua, capacidad 4000gal	1.00000	20.00000	20.00000	0.06000	1.20000
SUBTOTAL M					1.20000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
CHOFER: Tanqueros (Estr.Oc.C1)	1.00000	5.15000	5.15000	0.06000	0.30900
SUBTOTAL N					0.30900
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.50900
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					0.30180
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.81080
VALOR OFERTADO					1.81

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 49 de 51

RUBRO: Pasos peatonales con Cantonera

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	5.00 %MO	0.18200			0.18200
SUBTOTAL M					0.18200
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1.00000	3.62000	3.62000	0.50000	1.81000
Albañil	1.00000	3.66000	3.66000	0.50000	1.83000
SUBTOTAL N					3.64000
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Tira de eucalipto (4x5) cm	m	0.50000	0.95000	0.47500	
CLAVOS	kg	0.65000	3.00000	1.95000	
SUBTOTAL O					2.42500
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6.24700
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					1.24940
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7.49640
VALOR OFERTADO					7.50

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 50 de 51

RUBRO: Señalización con malla plastica, suministro y colocación

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.01003			0.01003
SUBTOTAL M					0.01003
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1.00000	3.62000	3.62000	0.05000	0.18100
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.10000	3.93000	0.39300	0.05000	0.01965
SUBTOTAL N					0.20065
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Malla plastica de señalizacion	m	1.00000	0.94000	0.94000	
SUBTOTAL O					0.94000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.15068
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					0.23014
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.38082
VALOR OFERTADO					1.38

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 51 de 51

RUBRO: Parante de madera con base de Hormigón

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	5.00 %MO	0.07240			0.07240
SUBTOTAL M					0.07240
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2.00000	3.62000	7.24000	0.20000	1.44800
SUBTOTAL N					1.44800
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Agua en obra (incluye instalaciones provisionales)	lt	0.10000	0.05000	0.00500	
Grava (P. Suelto=1,551 kg/m3 aprox.)	m3	0.01000	18.00000	0.18000	
Pingos	u	0.50000	3.00000	1.50000	
TABLA DE ENCOFRADO 0,20M	m	0.17000	0.36000	0.06120	
CLAVOS	kg	0.12000	3.00000	0.36000	
Cemento portland tipo I	saco (50kg)	0.34000	7.80000	2.65200	
SUBTOTAL O					4.75820
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6.27860
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00000 %					1.25572
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7.53432
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					7.53

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Nosotros, **Kevin Dario Bermúdez Pacheco** portador de la cédula de ciudadanía N.º **0105916639** y **Jefersson Ronny Coraisaca Pugo** portador de la cédula de ciudadanía N.º **0107013435**. En calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “**APLICACIÓN DEL SOFTWARE EPA SWMM PARA EL ANÁLISIS DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, CASO DE ESTUDIO DE LA ZONA DE BULLCAY PERTENECIENTE AL CANTÓN GUALACEO PROVINCIA DEL AZUAY**” de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconocemos a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizamos además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **10 de agosto de 2022**



F:

Kevin Dario Bermúdez Pacheco

C.I. 0105916639



F:

Jefersson Ronny Coraisaca Pugo

C.I. 0107013435