ONSULTORÍA TÉCNICA, "EJECUTAR, POR EL SISTEMA DE PRECIOS GLOBAL FIJO SIN FORMULA DE REAJUSTE, Y AMONTO AGOTABLE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN MALLA VIAL Y ESPACIO PUBLICO ASOCIADO DE LA LOCALIDAD DE BOSA".

CONTRATO 254 DE 2018

DISEÑO REDES HIDRÁULICAS
BOSA – ARGELIA

OCTUBRE de 2021

Versión 0

Bogotá D.C.

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Copias de este documento han sido entregadas, según se indica a continuación. Las observaciones que resulten de su revisión y aplicación deben ser informadas a esta oficina para proceder a realizar sus modificaciones:

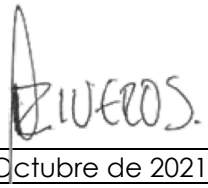
ENTIDAD Y/O DEPENDENCIA	N° de Copias
CLIENTE	1
CONSORCIO BOSA 2018	Digital

El cliente es responsable de administrar las copias correspondientes de este documento dentro de los grupos de trabajo.

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Versión	Fecha de Modificación	Capítulo Modificado	Observaciones
0			Versión original

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

ELABORÓ	Nombre	Diana Lorena Medina Piza
	Firma	
	Fecha	Octubre de 2021
REVISÓ	Nombre	Fernando Riveros
	Firma	
	Fecha	Octubre de 2021
APROBÓ	Nombre	Donaldo Elías Castilla Rodríguez
	Firma	
	Fecha	Octubre de 2021

CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 11

2 OBJETIVOS Y ALCANCE 12

2.1 OBJETIVO GENERAL 12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 12

3 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 13

3.1 LOCALIZACIÓN 13
3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 15
3.2.1 GENERALIDADES 15
3.2.2 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS 15
3.2.3 USO DEL SUELO 15
3.2.4 NORMATIVIDAD APLICABLE AL PROYECTO 16

4 ALCANTARILLADO SANITARIO 17

4.1 ESTUDIO DE POBLACIÓN Y DEMANDA 17
4.1.1 CÁLCULO DE LA DENSIDAD DE POBLACIÓN 17
4.1.2 DOTACIÓN 18
4.1.3 CÁLCULO DE CAUDALES 18
4.1.3.1 Caudal máximo horario 18
4.1.3.2 Caudal medio diario 19
4.1.3.3 Caudal por conexiones erradas 20
4.1.3.4 Caudal por infiltración 20
4.2 PARAMETROS DE ANÁLISIS HIDRÁULICO 20
4.2.1 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD 20
4.2.2 PENDIENTES 21
4.2.3 VELOCIDADES MÍNIMAS 21
4.2.4 VELOCIDADES MÁXIMAS 21
4.2.5 SECCIÓN 22
4.2.6 DIÁMETRO MÍNIMO 22
4.2.7 PROFUNDIDAD MÍNIMA Y MÁXIMA A COTA CLAVE 22

4.3 DISEÑO SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO 23
4.3.1 PROCESAMIENTO PARA LA EVALUACIÓN HIDRÁULICA 23
4.3.2 SOFTWARE DE MODELACIÓN 24
4.3.3 CONSTRUCCIÓN DE MODELO HIDRÁULICO 24
4.3.4 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN HIDRÁULICA 25

5 ALCANTARILLADO PLUVIAL 36

5.1 CÁLCULO DE CAUDALES 36
5.1.1 DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE DRENAJE 36
5.1.2 PERIODO DE RETORNO 37
5.1.3 METODOLOGÍA DE CALCULO 38
5.1.4 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA 38
5.1.5 INTENSIDAD DE LLUVIAS 39
5.2 PARAMETROS DE ANÁLISIS HIDRÁULICO 39
5.2.1 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD 40
5.2.2 PENDIENTES 40
5.2.3 VELOCIDADES MÍNIMAS 40
5.2.4 VELOCIDADES MÁXIMAS 41
5.2.5 SECCIÓN 41
5.2.6 DIÁMETRO MÍNIMO 41
5.2.7 PROFUNDIDAD MÍNIMA Y MÁXIMA A COTA CLAVE 41
5.3 MODELO HIDRÁULICO SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL 42
5.3.1 LOCALIZACIÓN CON RESPECTO AL EJE DE CALZADAS 42
5.3.2 MANEJO DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL 44
5.3.2.1 Capacidad máxima del sumidero 44
5.3.2.2 Ancho de inundación de la vía por escorrentía 44
5.3.2.3 Profundidad del agua 45
5.3.2.4 Flujo interceptado por rejilla 45
5.3.2.5 Criterio de localización de los sumideros 47
5.3.3 SOFTWARE DE MODELACIÓN 47
5.3.4 CONSTRUCCIÓN DE MODELO HIDRÁULICO 47
5.3.5 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN HIDRÁULICA 48

6 ACUEDUCTO 60

6.1 GENERALIDADES 60
6.2 TOPOLOGÍA DE LA RED PROYECTADA 62
6.3 ANCLAJES 64
6.3.1 EVALUACIÓN DE EMPUJES HIDRÁULICOS 64
6.3.2 ANCLAJE EN CURVA HORIZONTAL 65
6.4 EMPALME DE TUBERIAS 68

7 CONCLUSIONES 70

LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1 Topología sistema de alcantarillado sanitario 13

Figura 3-2 Localización General del Proyecto – Segmentos viales 14

Figura 3-3 Uso predominante por el Lote catastral..... 16

Figura 4-1 Topología sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 1 25

Figura 4-2 Topología sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 2 26

Figura 4-3 Topología sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 3 27

Figura 4-4 Caudales sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 1 28

Figura 4-5 Caudales sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 2..... 29

Figura 4-6 Caudales sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 3..... 30

Figura 4-7 Velocidades sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 1..... 31

Figura 4-8 Velocidades sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 2..... 32

Figura 4-9 Velocidades sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 3..... 33

Figura 4-10 Perfil nodo CMP101779 – CMP112279..... 35

Figura 4-11 Perfil nodo CMP113787 – CMP182892..... 35

Figura 4-12 Perfil nodo PV3 – PV1..... 35

Figura 5-1 Áreas aferentes sistema de alcantarillado pluvial existente 37

Figura 5-2 Sección geométrica drenaje – Eje 1 carrera 81D..... 43

Figura 5-3 Sección geométrica drenaje – Eje 5 carrera 58Bis S 43

Figura 5-4 Eficiencia de la rejilla – Pendiente 1%..... 46

Figura 5-5 Eficiencia de la rejilla – Pendiente 2%..... 46

Figura 5-6 Topología sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 1..... 48

Figura 5-7 Topología sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 2 - cuenca 3 49

Figura 5-8 Topología sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 4..... 50

Figura 5-9 Caudales sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 1 51

Figura 5-10 Caudales sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 2 – cuenca 3 52

Figura 5-11 Caudales sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 4 53

Figura 5-12 Velocidades sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 1 54

Figura 5-13 Velocidades sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 2 – cuenca 3 55

Figura 5-14 Velocidades sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 4 56

Figura 5-15 Perfil nodo PP1 – PLT36727 57

Figura 5-16 Perfil nodo 29366 – PPV4 58

Figura 5-17 Perfil nodo PP4 – PPV4 58

Figura 5-18 Perfil nodo PP9 – PPV3 58

Figura 5-19 Perfil nodo PP10 – PPV3 59

Figura 6-1 Redes proyectadas acueducto 62

Figura 6-2 Anclaje Tipo A 66

Figura 6-3 Empate de tuberías de acueducto Tipo 1A 68

Figura 6-4 Empate de tuberías de acueducto Tipo 1B 68

Figura 6-5 Empate de tuberías de acueducto Tipo 2A 69

Figura 6-6 Empate de tuberías de acueducto Tipo 2B 69

LISTA DE TABLAS

Tabla 3-1 Marco 16

Tabla 4-1 Ocupación por vivienda y por usuario 17

Tabla 4-2 Dotación bruta promedio 18

Tabla 4-3 Coeficiente de rugosidad de Manning n 20

Tabla 4-4 Velocidades máximas en conductos cerrados 22

Tabla 4-5 Relación máxima de tubo y/D para sistemas sanitarios 22

Tabla 4-6 Profundidad mínima 23

Tabla 4-7 Resumen de diámetro y longitud alcantarillado sanitario 28

Tabla 4-8 Capacidad sistema de alcantarillado sanitario 33

Tabla 5-1 Periodos de retorno mínimo 37

Tabla 5-2 Coeficientes de escorrentía (C) para zona de estudio 39

Tabla 5-3 Datos técnicos – Calculo Intensidad 39

Tabla 5-4 Coeficiente de rugosidad de Manning n 40

Tabla 5-5 Velocidades máximas en conductos cerrados 41

Tabla 5-6 Profundidad mínima 42

Tabla 5-7 Ancho inundación 44

Tabla 5-8 Resumen de diámetro y longitud alcantarillado pluvial 50

Tabla 5-9 Capacidad sistema de alcantarillado pluvial 56

Tabla 6-1 Longitud de red por diámetro material 61

Tabla 6-2 Topología de red de acueducto proyectada 63

Tabla 6-3 Coeficiente de fricción 66

Tabla 6-4 Cálculo de anclajes 67

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 . MEMORIAS DE CÁLCULO 72

ANEXO 2 . MODELOS HIRÁULICOS 73

ANEXO 3 . PLANOS 74

1 INTRODUCCIÓN

La Alcaldía del Municipio de Bosa dentro del Plan de Desarrollo tiene como objetivo la construcción de vías y andenes que ofrezcan a los ciudadanos las mejores condiciones de movilidad y seguridad, requiriendo, por tanto, de diseños técnicos que garanticen una adecuada planeación y ejecución de una obra de infraestructura[1].

De acuerdo a los resultados del diagnóstico de la malla vial del Distrito Capital, realizado por el Instituto de Desarrollo Urbano en el año 2016, se evidenció que la malla vial de Bosa presenta un atraso en está, donde aproximadamente 1.628 CIVs están en condiciones de afirmado respecto a un total de 9.136 segmentos viales de la Localidad de Bosa; suma que equivale al 18 % de la malla vial de la Localidad y además se resalta que el 27 % de los CIVs que están construidos se encuentra en malas condiciones de deterioro.

Con lo anterior, se describe que la Localidad de Bosa se caracteriza por el déficit de su malla vial y espacio público, donde ocasiona afectación en la movilidad tanto peatonal como vehicular, representando insuficiencias en la comunidad. También, causa una baja calidad en el servicio de transporte público y desintegración de los modos de transporte, dando como resultado la baja accesibilidad en la localidad de Bosa.

Por todo lo anterior descrito el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), implementó un plan de asesoría y asistencia técnica en la estructuración del Modelo de priorización para la Localidad de Bosa que permita definir la infraestructura vial y de espacio público para la intervención con cargo al presupuesto del FDLB, 2017- 2020, resultado de lo cual, el Fondo de Desarrollo Local de Bosa formuló y viabilizó el Proyecto de Inversión 1345, "INNOVACIÓN EN INFRAESTRUCTURA PARA UNA MOVILIDAD MEJOR PARA TODOS"[2], lo cual el Fondo de Desarrollo Local de Bosa para desarrollar y cumplir con el proyecto de inversión 1345, identificó la necesidad de contratar los estudios y diseños necesarios para la construcción de la infraestructura vial y espacio público asociado en la Localidad de Bosa.

El desarrollo de los Estudios y Diseños en la actualidad está enmarcado bajo el contrato 254 de 2018, cuyo alcance comprende la **"EJECUTAR, POR EL SISTEMA DE PRECIOS GLOBAL FIJO SIN FORMULA DE REAJUSTE, Y AMONTO AGOTABLE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN MALLA VIAL Y ESPACIO PUBLICO ASOCIADO DE LA LOCALIDAD DE BOSA"**. Así mismo el proyecto cuenta con una Supervisión general que se desarrolla bajo el contrato de Interventoría 253 de 2019, cuyo alcance es **"REALIZAR LA INTERVENTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA, FINANCIERA, LEGAL, AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO AL CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 254 de 2018"**.

[1] Información tomada del anexo técnico Estudios y Diseños vías y espacio público, 1.1 ANTECEDENTES
[2] Información tomada textualmente del documento Estudios Previos, 1.1 Antecedentes y Necesidad.

2 OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo general y los objetivos específicos del documento se presentan a continuación:

2.1 OBJETIVO GENERAL

Definir los diseños de las obras necesarias para la recolección de las aguas lluvias producto de la escorrentía superficial y los colectores de agua residual para cada uno de los tramos en estudio.

Mejorar la infraestructura de las redes de acueducto incorporando siguiendo los lineamientos de la norma.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Delimitar las áreas de drenaje sanitario y pluvial aferente a cada tramo y pozo.
- Analizar los puntos de entrega, identificando la capacidad de las redes para recibir los nuevos aportes sanitarios.
- Realizar el trazado de los sistemas según los anchos de vía disponibles, con el mínimo número de cruces entre los mismos.

3 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 LOCALIZACIÓN

El proyecto está localizado al sur occidente de la ciudad de Bogotá en la localidad de Bosa, en la Unidad de Planeación Zonal (UPZ) 85 Bosa Central, en el sector de Argelia, como se muestra en la siguiente figura

Figura 3-1 Topología sistema de alcantarillado sanitario



Fuente: Alcaldía Local de Bosa, link: http://www.bosa.gov.co/

El diseño abarca las redes localizadas sobre los siguientes CIVs:

- 7004503: Diagonal 59 A Sur entre Carrera 81 A y Carrera 81 B
- 7004413: Diagonal 59 A Sur entre Carrera 81 B y Carrera 81 C
- 7004403: Carrera 81 C con Diagonal 559 A Sur
- 7004377: Diagonal 59 A Sur entre Carrera 81 C y Carrera 81H
- 7004331: Calle 59 A Sur con Carrera 81 H
- 7008640: Carrera 81H entre Calle 59 A Sur y Calle 59 Sur
- 7004462: Carrea 81D entre Calle 59 Bis A Sur y Calle 60 Sur
- 7004238: Calle 58 K Bis Sur entre Carrera 81H y Carrera 81I
- 7004199: Carrera 81I entre Calle 58 K Bis Sur y Calle 58 K Sur
- 7004227: Carrera 81I entre Calle 58L Sur y Calle 58 K Bis Sur
- 50006652: Calle 58 K Bis Sur entre Carrera 81I y Carrera 81J
- 50006651: Calle 58 K Bis Sur con Carrera 81J

En la siguiente figura se muestran marcados los segmentos viales objeto de diseño.

Figura 3-2 Localización General del Proyecto – Segmentos viales



Fuente: Google Earth – Edición: Consorcio Bosa 2020.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.2.1 Generalidades

Se contempla el mejoramiento de la malla vial de la localidad de Bosa, para este fin se realizarán los diseños urbanísticos, arquitectónicos, geométricos y las capas rasantes de las vías en puntos específicos dentro de la localidad; para esto se realizará un análisis del estado actual de las redes hidráulicas de los sistemas de alcantarillados sanitario y pluvial como las redes de suministro de agua potable.

Para el sector de Argelia, se encontró en el estudio de Catastro realizado por el CONSORCIO BOSA 2018, que en la zona se cuentan con redes de acueducto y redes separadas de alcantarillado sanitario y pluvial, pero, no se observaron estructuras para el drenaje de escorrentías como sumideros o cunetas directamente sobre la zona del proyecto, pero si hay sumideros en las bocacalles perpendiculares. Por este motivo este estudio se centrará en realizar un diseño hidráulico de las redes existentes basado en los parámetros de las Normas Técnicas de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB).

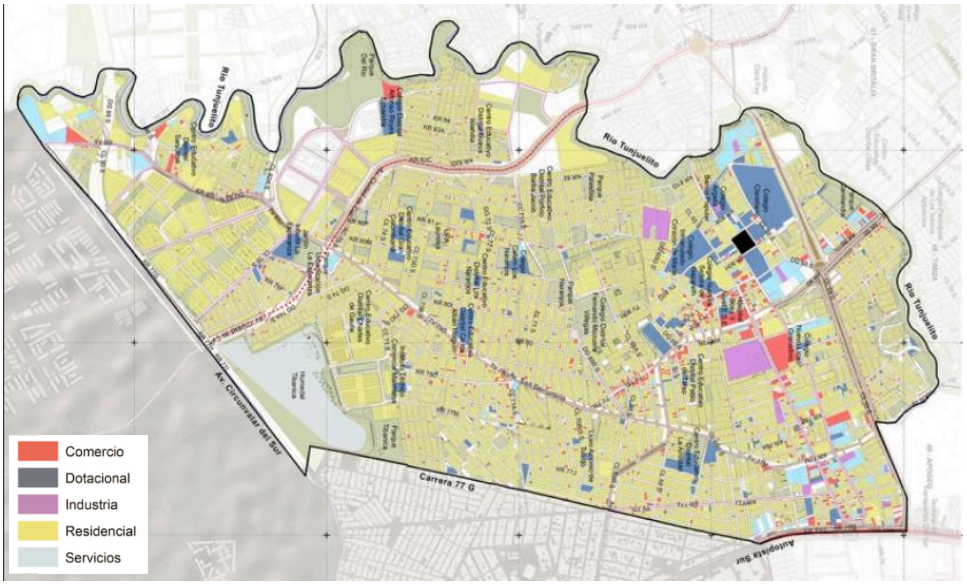
3.2.2 Aspectos socioeconómicos

De acuerdo con el decreto 551 del 12 de septiembre del año 2019 y según el Anexo 1 de este decreto "Estratos adoptados por manzana en la octava actualización de la estratificación del distrito capital", la zona de estudio se encuentra dentro de la localidad de Bosa en el barrio Argelia por lo que el estrato catalogado dentro del estudio es dos (2).

3.2.3 Uso del suelo

De acuerdo con el POT, según la zona de estudio se encuentra distribuida en un alto porcentaje de zona netamente residencial; no se encuentran instituciones, industrias y comercio.

Figura 3-3 Uso predominante por el Lote catastral



Fuente: Presentación Plan de Ordenamiento Territorial UPZ 85, 2020

3.2.4 Normatividad aplicable al proyecto

Este estudio se basa en las normas vigentes de la EAAB, entre las principales:

Tabla 3-1 Marco

Código	Nombre
NS-085	CRITERIOS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO
NS-047	SUMIDEROS
NS-031	ESTUDIOS DE POBLACIÓN Y DEMANDA EN SECTORES ESPECÍFICOS DE LA CIUDAD
NS-036	CRITERIOS PARA DISEÑO DE RED DE ACUEDUCTO SECUNDARIA Y MENOR DE DISTRIBUCIÓN
NS-123	CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS PARA REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO
NS-035	REQUERIMIENTOS PARA CIMENTACIONES DE TUBERIAS EN REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO
NS-060	CRITERIOS DE DISEÑO DE ANCLAJES EN REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO
NS-023	EMPATES DE TUBERIAS EN REDES DE ACUEDUCTO
NS-068	CONEXIÓN DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO
NS-028	PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE SISTEMAS DE ACUEDUCTO
RES 0330 DE 2017	RESOLUCION 0330. REGLAMENTO TÉCNICO PARA EL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO - RAS

4 ALCANTARILLADO SANITARIO

4.1 ESTUDIO DE POBLACIÓN Y DEMANDA

4.1.1 Cálculo de la densidad de población

Para poder determinar el flujo de demanda en el sector de Argelia se utilizaron como referencia diferentes documentos del distrito con el fin de establecer la densidad de la zona; inicialmente se localizó el nivel socioeconómico para fijar el número de habitantes por vivienda existente, este valor se tomó de la norma de la EAAB NS – 031, en el Capítulo4.4.

En la Tabla 3-1 se clasifica el número de habitantes por vivienda o por usuario para cada estrato, esta zona se cataloga como estrato dos, la norma específica que: el valor de número de habitantes por usuario se utiliza para condiciones existentes.

Tabla 4-1 Ocupación por vivienda y por usuario

ESTRATO	NÚMERO DE HABITANTES POR VIVIENDA	NÚMERO DE HABITANTES POR USUARIO
1	4.1	5.5
2	3.6	4.9
3	3.4	4.5
4	2.5	3.4
5	2.8	3.7
6	2.3	3.1

Fuente: Norma EAAB NS – 031 Tabla 1, 2020.

De acuerdo con lo manifestado en el capítulo 3.2.2 el estrato del área de influencia de los tramos a evaluar es dos, por lo que el número de habitantes por usuario según la norma para este estudio es de 4.9 habitantes.

Posteriormente se tomó del documento Presentación UPZ 085 - Bosa Occidental publicado el 9 de febrero del 2019, el cual determina el número de viviendas por hectárea, 226 viviendas, el documento se encuentra en http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/085_bosa_occidental.

Una vez se encontró cual es la cantidad de viviendas por hectárea y los habitantes por usuarios en viviendas existentes, se calculó la densidad de población para Argelia, el resultado es de 1107 habitantes por hectárea.

4.1.2 Dotación

La norma NS – 031 de la EAAB define la demanda bruta en el capítulo 4.7 Proyección de la Demanda de Agua, para la demanda residencial la EAAB clasifica la dotación según el estrato. En la Tabla 3-2, se muestra la dotación según la norma.

Tabla 4-2 Dotación bruta promedio

Estrato	Dotación bruta (l/hab-dia)
1	110
2	115
3	115
4	150
5	155
6	215

Fuente: Norma EAAB NS – 031 Tabla 3, 2020.

De acuerdo con lo manifestado en el capítulo 3.2.2 el estrato del área de influencia de los tramos a evaluar es dos, por lo que la dotación en este estudio es de 115 L/hab – día.

4.1.3 Cálculo de caudales

El cálculo de diseño de cada tramo de la red de obtiene sumando el caudal máximo horario del día máximo (Qmh), los aportes por infiltraciones y conexiones erradas.

$$Q_{dt} = Q_{mh} + Q_{inf} + Q_{ce}$$

Donde:

Q_{dt}= Caudal de diseño por cada tramo de la red (l/s)
Q_{mh}= Caudal máximo horario a saturación (l/s)
Q_{inf}=Caudal de infiltración (l/s)
Q_{ce}=Caudal por conexiones erradas (l/s)

4.1.3.1 Caudal máximo horario

El cálculo del caudal máximo horario se calcula como:

$$Q_{mh} = F * Q_{md}$$

Donde:

F= Factor de maximización
Q_{md}= Caudal medio diario de aguas residuales (l/s)

El factor de mayoración para estimar el caudal máximo horario, con base en el caudal medio diario tiene en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población. Para el presente diseño fue calculado mediante la ecuación de Harmon.

$$F = 1 + \frac{14}{4 + P^{0.5}}$$

Donde:

P = Número de habitantes

4.1.3.2 Caudal medio diario

El volumen de aguas residuales aportadas a un sistema de recolección y evacuación está integrado por las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales. Su estimación debe basarse, en lo posible, en información histórica de consumos, mediciones periódicas y evaluaciones regulares.

El caudal medio diario es entonces calculado mediante:

$$Q_{md} = Q_d + Q_i + Q_c + Q_{in}$$

Donde:
Q_d= Caudal Agua Residuales Domesticas (l/s)
Q_il= Caudal Agua Residuales Industriales (l/s)
Q_c= Caudal Agua Residuales Comerciales (l/s)
Q_{in}= Caudal Agua Residuales Institucionales (l/s)

- Caudal domestico

El caudal doméstico está dado por la siguiente expresión:

$$QD = \frac{CR * P * D}{86400}$$

Donde:
D: Consumo medio diario por habitante o Dotación.
P: Población estimada por servir.
CR: Coeficiente de Retorno.

EL coeficiente de retorno se define en la EAAB, como una fracción del consumo de usuarios, para zonas residenciales debe usarse un valor adimensional de 0.85.

4.1.3.3 Caudal por conexiones erradas

La norma NS-085 V.4.0 de la EAAB, estipula en el numeral 4.3.5.3.1 establece que el aporte máximo de las conexiones erradas a un sistema de alcantarillado de aguas residuales existente o proyectado debe ser de hasta 0.2 L/s- Ha.

4.1.3.4 Caudal por infiltración

La norma NS-085 V.4.0 de la EAAB, estipula en el numeral 4.3.5.3.1 establece que la infiltración debe ser función de factores como: -

- Edad de la tubería
- Material de la tubería y tipo de juntas
- Profundidad a nivel freático

Teniendo en cuenta los factores mencionados, el valor unitario de aporte por infiltración se divide así:

- Infiltración alta: 0.20 L/s-Ha
- Infiltración baja: 0.10 L/s-Ha

Para este estudio se adopta un valor de infiltración alto.

4.2 PARAMETROS DE ANÁLISIS HIDRÁULICO

Los parámetros de diseño para sistemas de alcantarillado descritos a continuación son tomados de la norma vigente NS – 085 de la EAAB.

4.2.1 Coeficiente de rugosidad

De acuerdo a las características genéricas de forma y material de los conductos, se utilizó el siguiente coeficiente de rugosidad.

Tabla 4-3 Coeficiente de rugosidad de Manning n

Característica interna del material	Material	n
Interior Liso	Tubería PVC Tubería Polietileno de Alta Densidad (PEAD) Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP) Tuberías con recubrimientos epóxidos o similares	0.01
Interior Semi Rugoso	Tubería de concreto prefabricado	0.013

Característica interna del material	Material	n
	Tubería de GRES	
Interior Rugoso	Tubería de concreto fundido Tubería metálica corrugada con revestimiento en concreto	0.015

Fuente: Norma EAAB NS – 085 Tabla 3, 2020.

4.2.2 Pendientes

Las pendientes deben ser de tal manera que se ajusten a las condiciones topográficas del terreno y en lo posible que no generen velocidades que no estén por fuera del rango tanto.

4.2.3 Velocidades mínimas

Debe ser aquella que permita las condiciones de auto limpieza, para esto se utiliza el criterio de esfuerzo tractivo, el cual se da por la siguiente ecuación:

$$\tau = \gamma * r * s$$

Donde:

τ: Esfuerzo Tractivo (N/m2)
γ: Peso específico del agua (N/m3)
R: Radio hidráulico (m)
S: Pendiente de la tubería (m/m)

Para el sistema de alcantarillado pluvial la velocidad mínima será aquella que garantice que, para el caudal máximo horario, el valor del esfuerzo cortante medio sea mayor o igual a $1.5\ \frac{N}{m^2}$ para tubería de diámetro nominal menor que 450mm y mayor o igual a $2.0\ \frac{N}{m^2}$ para tubería de diámetro nominal mayor que 450mm.

4.2.4 Velocidades máximas

Los valores máximos permisibles para la velocidad máxima en los colectores y canales dependen del material, en función de su sensibilidad a la abrasión. En el siguiente cuadro se presentan los valores máximos permisibles por tipo de material.

Tabla 4-4 Velocidades máximas en conductos cerrados

Material	Velocidad máxima permisibles (m/s)
Concreto fundido in situ	5
Concreto prefabricado	6
PVC - PEAD	9
Fibra de vidrio GRP	4

Fuente: Norma EAAB NS – 085 Cuadro 4, 2020.

4.2.5 Sección

El diseño debe establecer la profundidad de flujo máxima en cada una de las tuberías, con el fin de permitir una adecuada aireación de las aguas residuales.

La relación máxima entre la profundidad del flujo y el diámetro de la tubería en alcantarillados sanitario se evidencia en la siguiente tabla.

Tabla 4-5 Relación máxima de tubo y/D para sistemas sanitarios

Diámetro real interno (mm)	Relaciones máximas y/D
Menor que 500	70
Entre 500 y 1000	80
Mayor que 1000	85

Fuente: Norma EAAB NS – 085 Tabla 4, 2020.

4.2.6 Diámetro mínimo

En las redes de recolección y evacuación de aguas residuales, y principalmente en los primeros tramos, la sección circular es la más usual para los colectores. El diámetro nominal mínimo permitido en este tipo de sistemas es de 200mm.

4.2.7 Profundidad mínima y máxima a cota clave

- Profundidad mínima

La profundidad debe estar sujeta a estudios geotécnicos y de estabilidad, teniendo en cuenta las condiciones mecánicas y estructurales de la tubería. Los valores mínimos permisibles de recubrimiento de los colectores que no requieren protección se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4-6 Profundidad mínima

Servidumbre	Profundidad a la cota clave (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0.75
Vías vehiculares	1.2

Fuente: Norma EAAB NS – 085 Tabla 5, 2020.

- Profundidad máxima

La norma NS – 085 define como profundidad máxima a la cota clave de los colectores una altura de 5 m, aunque especifica que puede ser mayor siempre y cuando se garanticen los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y estructurales durante y después del periodo de instalación.

4.3 DISEÑO SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

En este capítulo se establece el procedimiento desarrollado, los criterios de diseño y la información básica que se requirió para llevar a cabo el proceso de diseño de las redes hidráulicas del barrio Argelia en la localidad de Bosa, los cuales se describen a continuación:

4.3.1 Procesamiento para la evaluación hidráulica

Teniendo en cuenta que al realizar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, la infraestructura para la escorrentía superficial existente era insuficiente, se localizaron sumideros hacia el bombeo central según el diseño geométrico, por lo anterior los trazados de las tuberías del sistema de alcantarillado se reajustaron al igual que la localización de los pozos , por lo cual se optó por realizar diseños nuevos conservando solamente la infraestructura de conexión con los tramos afluentes al sistema.

De acuerdo a los resultados geométricos, topológicos y de conectividad obtenidos en el estudio de catastro y topografía, se procede a realizar el diseño hidráulico del componente sanitario:

- Investigación del Sistema: esta etapa del proceso está representado en la recopilación de información, tanto trabajos de campo como investigación en las entidades pertinentes, en esta etapa se hicieron trabajos de investigación en entidades como la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y la alcaldía local de Bosa.

- Construcción del Modelo Hidráulico: con base en la información topológica y de conectividad obtenida de la investigación de redes, se

define una codificación y una estructura de datos para armar el modelo hidráulico en plataforma EPASWWM y las hojas de cálculo de simulación hidráulica. Estas se refieren a la información geométrica y de aportes de caudales, así como información cualitativa de los tramos (rugosidad, pendientes, etc). Todo esto basado en la normatividad vigente de la EAAB.

- Evaluación Hidráulica: la etapa final de la evaluación hidráulica, se logra cuando al modelo construido se cargan los insumos asociados a los caudales. La evaluación hidráulica se basa en los parámetros definidos en el capítulo "PARÁMETROS DE DISEÑO HIDRÁULICO". Finalmente se obtienen los resultados numéricos y calificativos de la red, según los valores se comparan con los rangos permitidos en las normas de la EAAB y así se comprueba si el funcionamiento hidráulico se encuentra dentro de lo permitido para el correcto funcionamiento de las redes hidráulicas.

4.3.2 Software de modelación

El diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario proyectado se ha definido hacerla por medio del software EPASWMM, desarrollado por la EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos).

4.3.3 Construcción de modelo hidráulico

Como se mencionó anteriormente, las redes de alcantarillado sanitario se relocalizaron por lo que el modelo hidráulico se construyó de cero teniendo en cuenta las rasantes del diseño geométrico y los anchos de la vía.

1. Topología de Tramos (Tramos): se refiere a la información referente a la topología de los tramos, la cual indica cuales son los pozos iniciales y finales, así como el diámetro del tramo en milímetros y pulgadas, cotas claves iniciales y finales y el material de la tubería del tramo. Esta información constituye la geometría y parametrización de los tramos para la construcción del modelo.

2. Base de Datos de Pozos (Coordenadas): es la información geográfica de la base de pozos, que se convertirán en nodos cuando se construya el modelo hidráulico. Las características son: Numero del Pozo (Pozo), coordenada este y nortes de cada pozo y por último Cota Rasante del Pozo. Esta información es extraída de la Cartera Topográfica del Proyecto en coordenadas del Sistema MAGNA-SIRGAS amarrada por el consultor según la metodología de bases permanentes del IGAC. Esta base de información es denominada Topología de Puntos o Nodos, y se convierte en la localización de los puntos de inicio y/o final de los tramos.

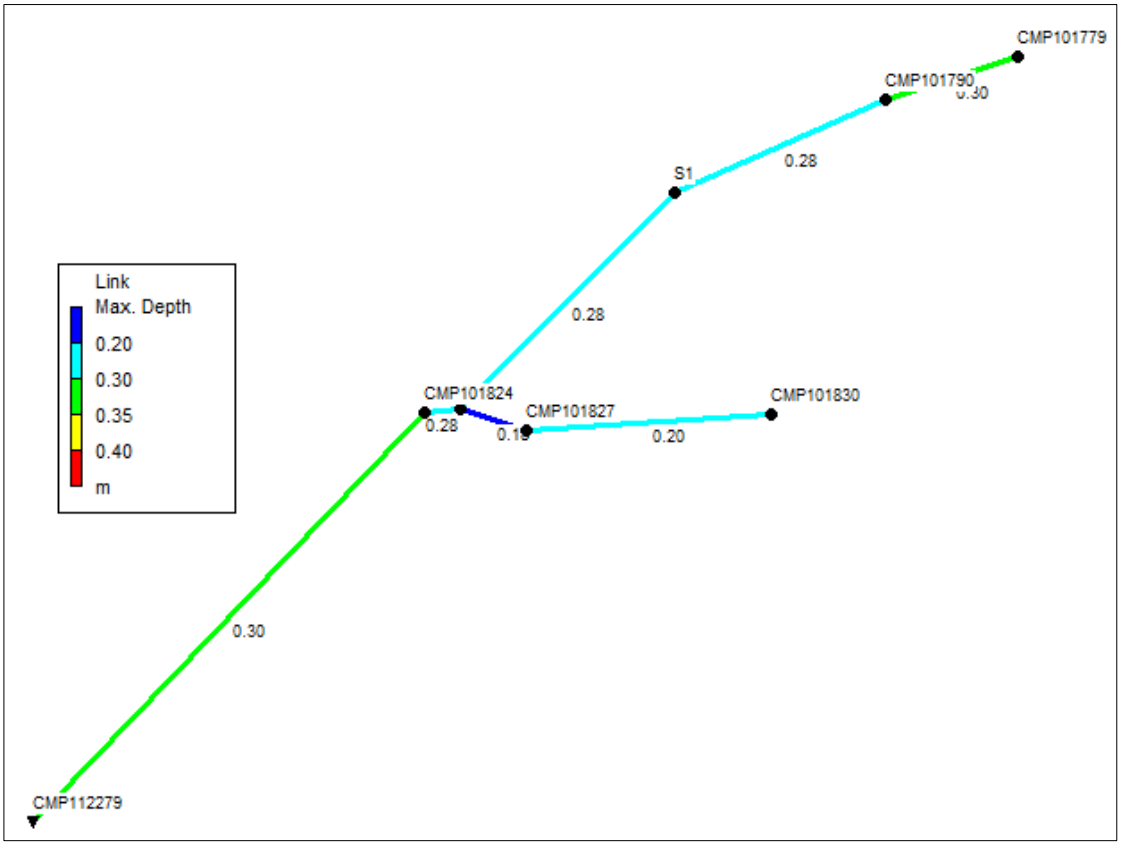
4.3.4 Resultados de la evaluación hidráulica

Los parámetros de evaluación del sistema de alcantarillado sanitario existente, se realizaron con base a los descrito en el capítulo 4.2.

1. Generalidades

El sistema de alcantarillado sanitario diseñado sigue los lineamientos de las topologías de diseño en la zona por ende consta de tres cuencas, en la siguiente imagen la topología de las redes objeto de estudio.

Figura 4-1 Topología sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 1



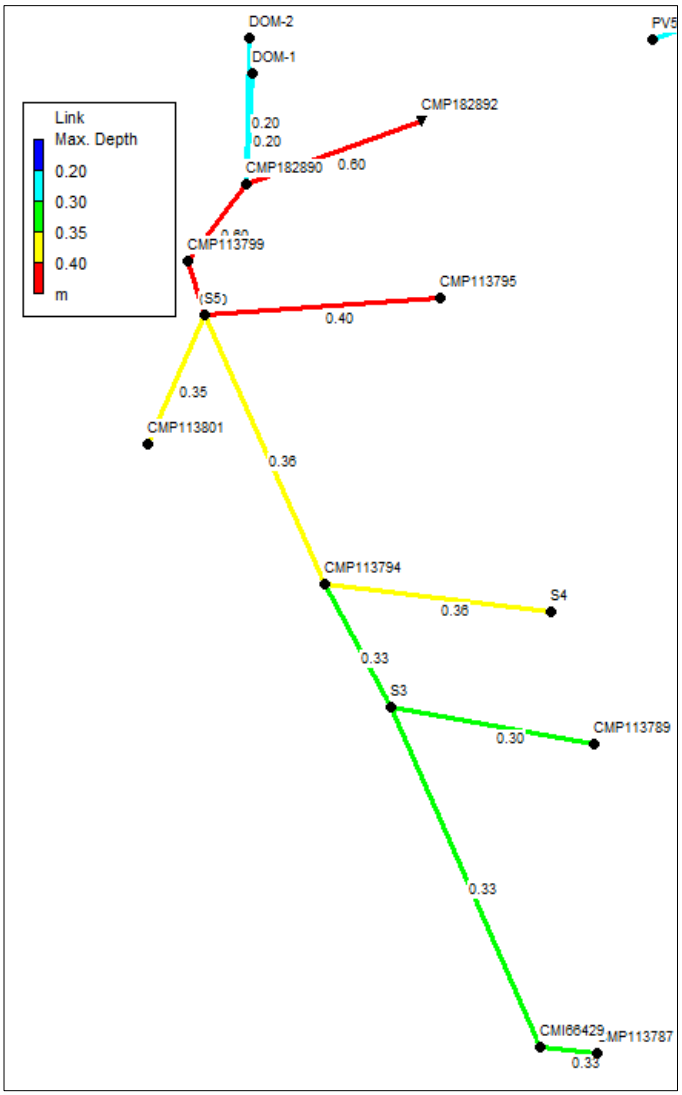
Fuente: Consorcio Bosa, 2020

A pesar de que se evalúa todo el sistema (redes principales y afluentes, dentro del área de influencia del contrato solo se encuentran los siguientes tramos:

- CMP101790 – CMP101798
- CMP101798 – CMP101824
- CMP101827 – CMP202824

Es importante mencionar que, de acuerdo con información del SIG entre la carrera 81A y Calle 50 Sur se encuentra una red troncal de alcantarillado sanitario de 2.45m de diámetro en concreto reforzado

Figura 4-2 Topología sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 2



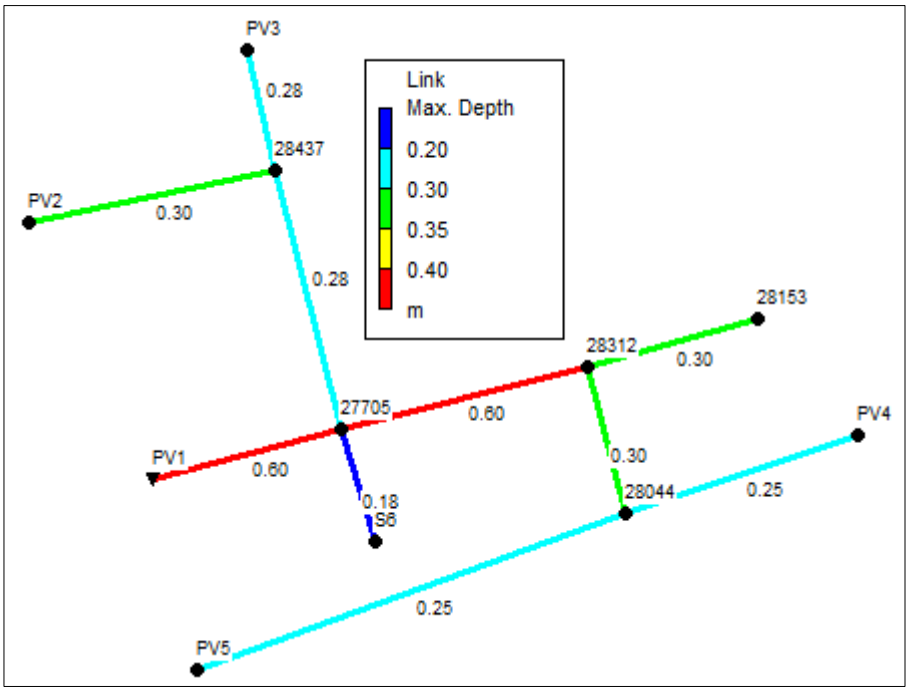
Fuente: Consorcio Bosa, 2020

A pesar de que se evalúa todo el sistema (redes principales y afluentes, dentro del área de influencia del contrato solo se encuentran los siguientes tramos:

- CMI66429 – CMP113790
- CMP113790 – CMP113794

- CMP113794 – CMP113798
- CMP113798 – CMP113799
- CMP113799 – CMP182890
- CMP182890 – CMP182892
- CMP113793 – CMP113794

Figura 4-3 Topología sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 3



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Los nombres de los nodos poseen la numeración dada por la topografía en campo, esto debido a que el SIG en el lugar de estudio no posee registros de las redes.

A pesar de que se evalúa todo el sistema (redes principales y afluentes, dentro del área de influencia del contrato solo se encuentran los siguientes tramos:

- 28312 - 27705
- 27705 – PV1
- PV3 – 28437
- 28437 – 27705

En la siguiente tabla se muestra la longitud por diámetro de los tramos que componen la cuenca en su totalidad.

Tabla 4-7 Resumen de diámetro y longitud alcantarillado sanitario

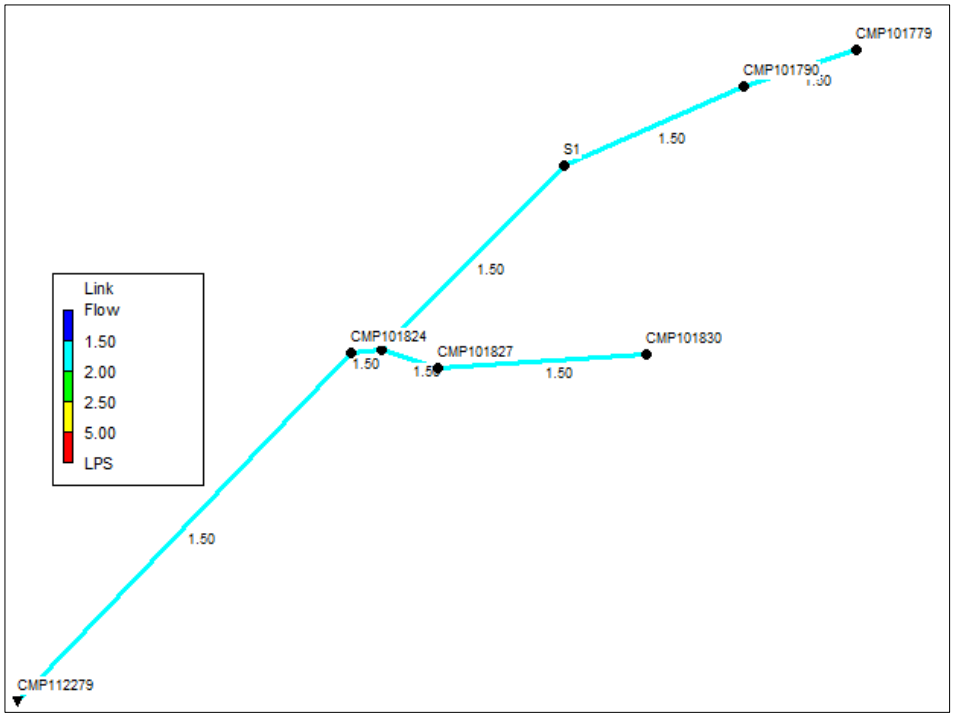
Diámetro (")	Longitud (m)	%
8	62.37	7.92%
10	82.40	10.46%
12	313.81	39.83%
14	108.62	13.78%
16	116.08	14.73%
24	104.67	13.28%
Total	**787.95**	**100.00%**

Fuente: Consorcio Bosa, 2020

2. Caudales en el sistema de alcantarillado sanitario

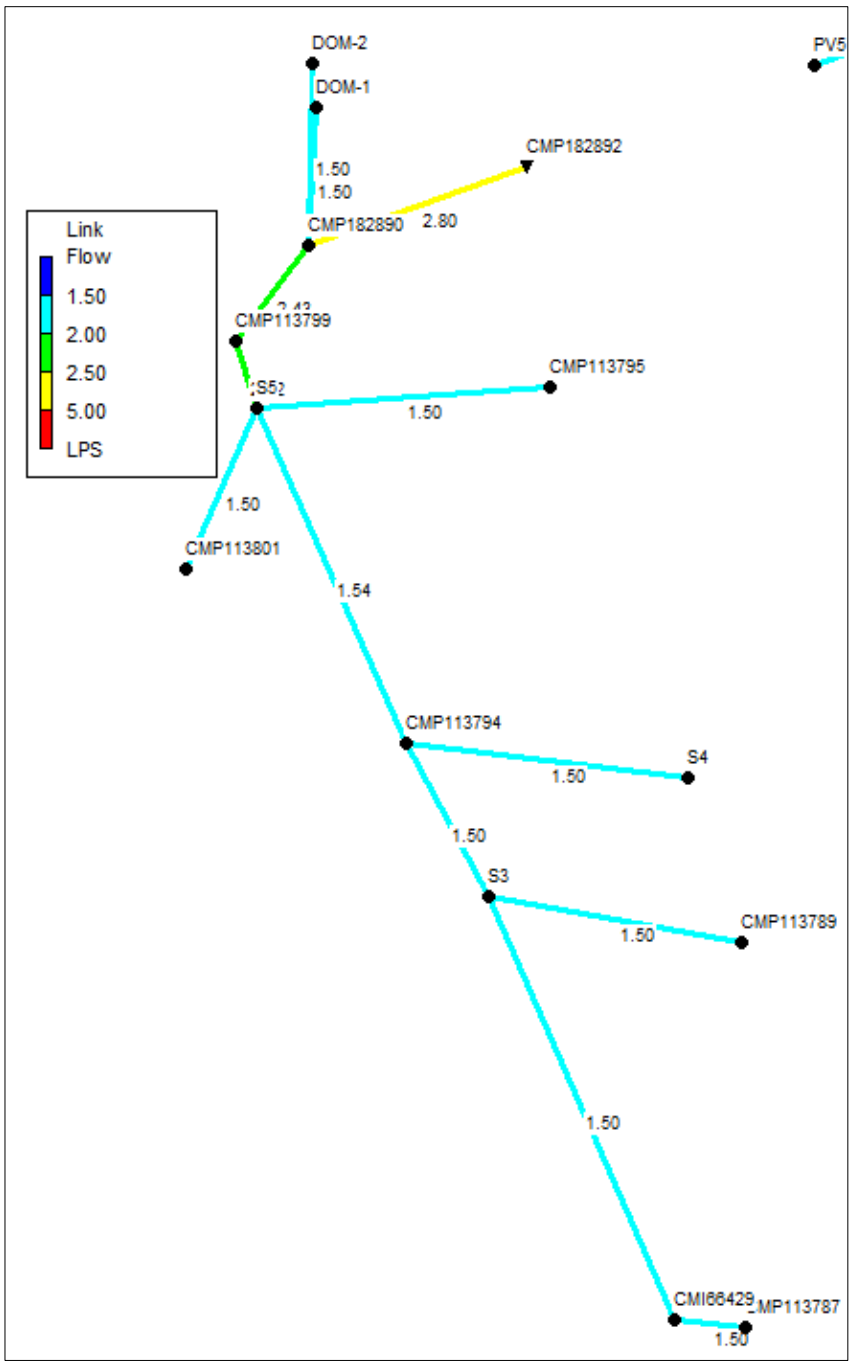
En la siguiente imagen se muestran los caudales evaluados para el sistema, los caudales varían desde 1.5 l/s hasta 2.8 l/s.

Figura 4-4 Caudales sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 1



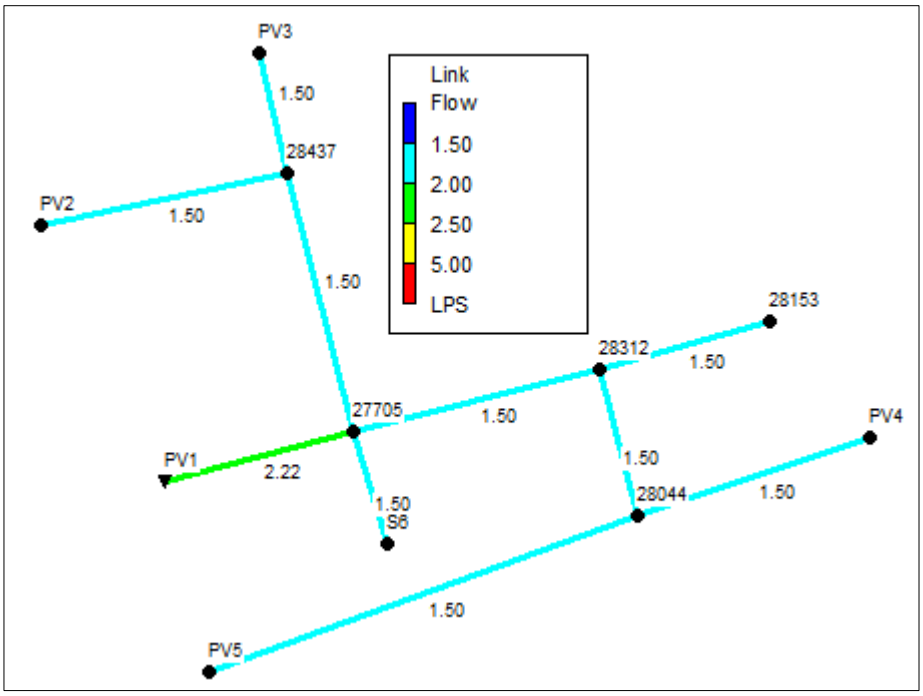
Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 4-5 Caudales sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 2



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 4-6 Caudales sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 3

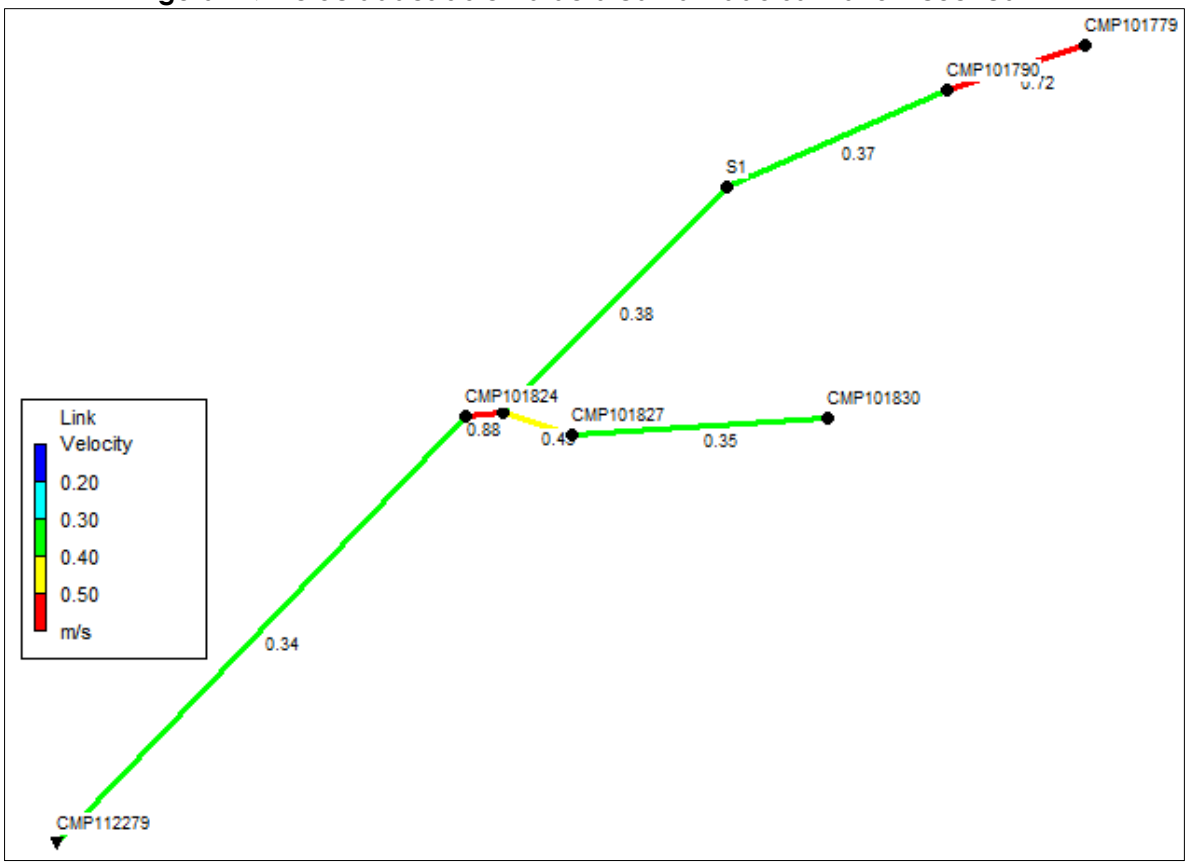


Fuente: Consorcio Bosa, 2020

3. Velocidades en sistema de alcantarillado sanitario

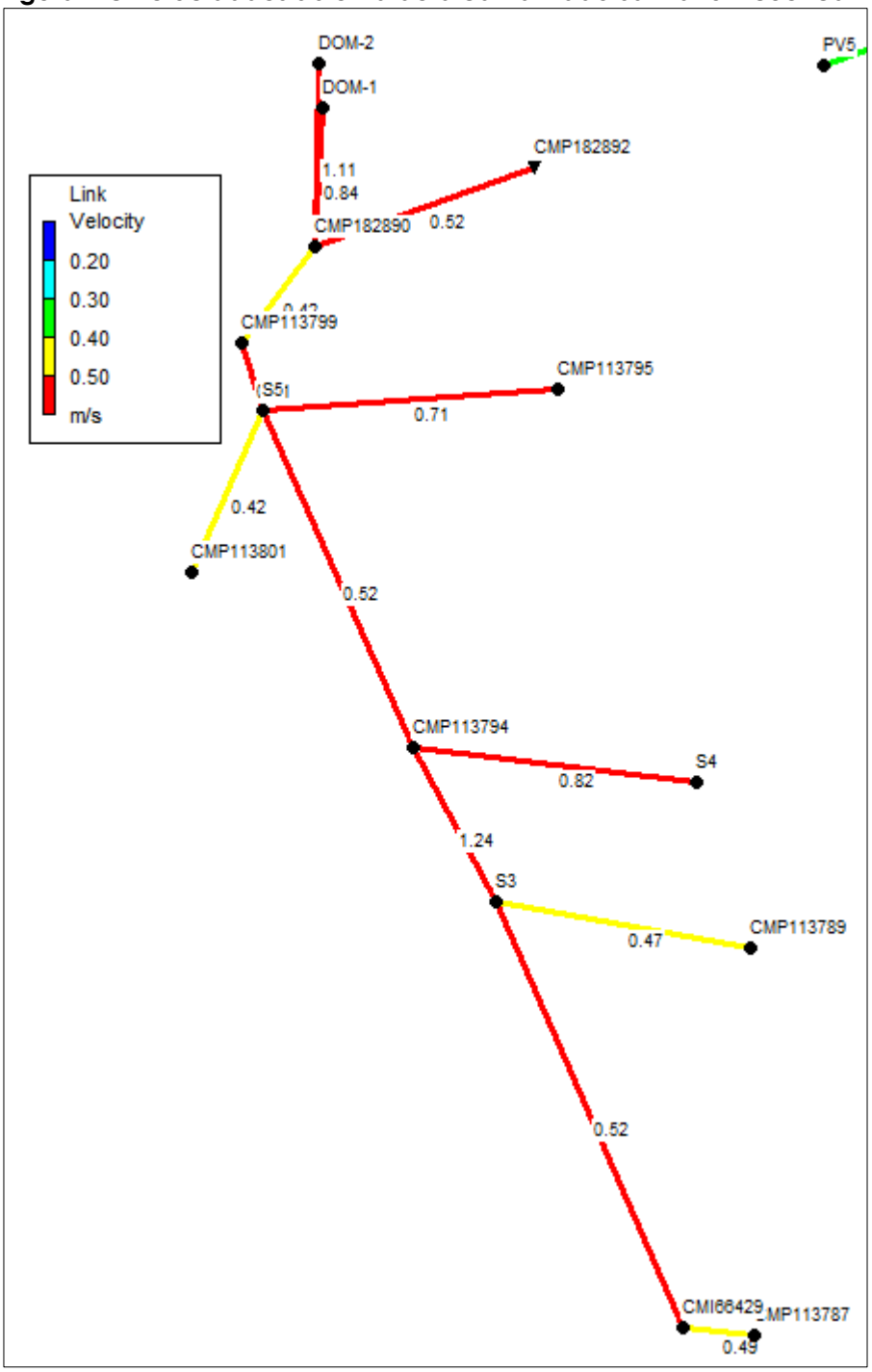
En la siguiente imagen se muestran las velocidades evaluados para el sistema, la velocidad mínima registrada es de 0.22 m/s y la velocidad máxima registrada es de 0.82 m/s.

Figura 4-7 Velocidades sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 1



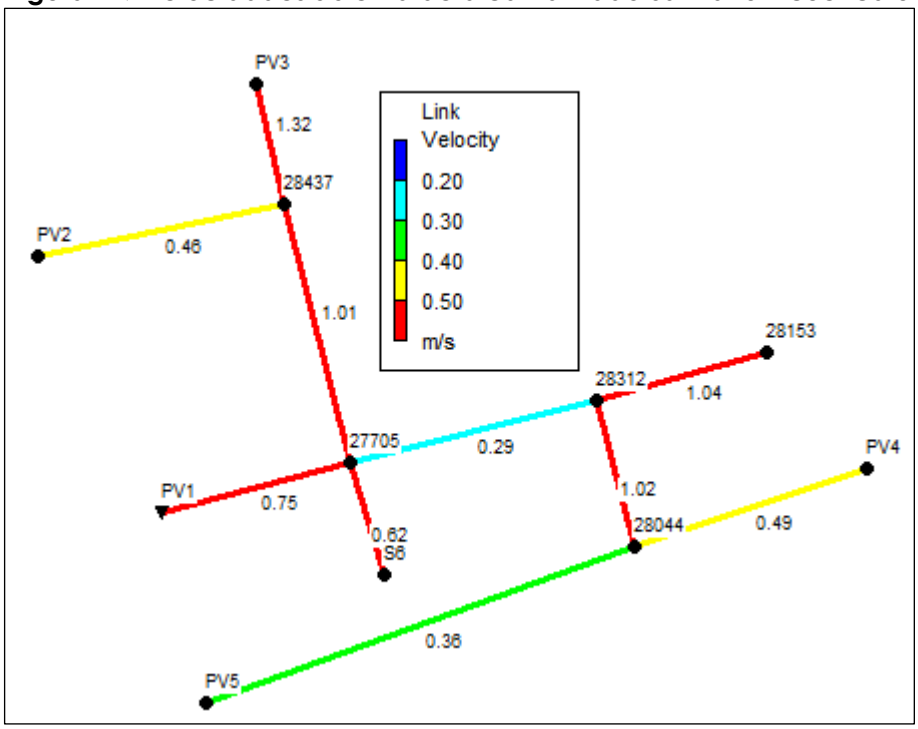
Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 4-8 Velocidades sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 2



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 4-9 Velocidades sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 3



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

4. Capacidad

En la siguiente tabla se muestran las capacidades (Qd/Qo) evaluados para cada uno de los tramos pertenecientes al sistema, en color gris se encuentran señalados aquellos tramos objeto de la consultoría y color rojo se muestran los valores que se encuentran por fuera de los valores de la norma.

Tabla 4-8 Capacidad sistema de alcantarillado sanitario

Pozo Inicial	Pozo Final	Q/Q_0	Y/D
CMP113787	CMI66429	0.01	0.08
CMI66429	S3	0.01	0.07
S3	CMP113794	0.00	0.04
CMP113794	S5	0.01	0.07
S5	CMP113799	0.00	0.04
CMP113799	CMP182890	0.01	0.05
CMP182890	CMP182892	0.00	0.05
CMP113789	S3	0.02	0.09
S4	CMP113794	0.00	0.05

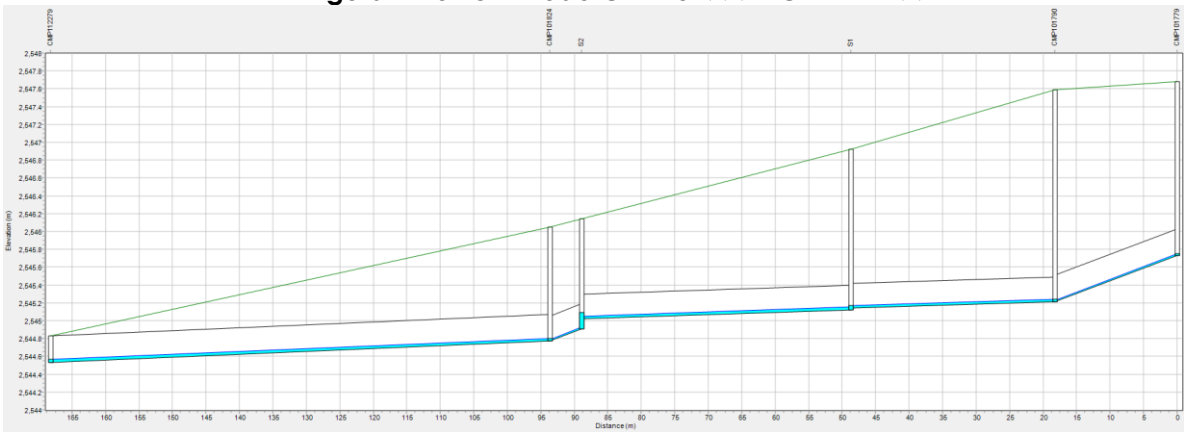
Pozo Inicial	Pozo Final	Q/Q_0	Y/D
CMP113795	S5	0.00	0.05
CMP113801	S5	0.01	0.08
DOM-1	CMP182890	0.02	0.11
DOM-2	CMP182890	0.02	0.09
PV5	28044	0.04	0.14
28044	28312	0.01	0.05
28312	27705	0.00	0.05
27705	PV1	0.00	0.03
PV4	28044	0.03	0.11
28153	28312	0.01	0.05
PV3	28437	0.00	0.05
28437	27705	0.01	0.06
PV2	28437	0.02	0.09
S6	27705	0.05	0.15
CMP101779	CMP101790	0.01	0.07
CMP101790	S1	0.03	0.12
S1	S2	0.03	0.12
S2	CMP101824	0.01	0.06
CMP101824	CMP112279	0.03	0.11
CMP101830	CMP101827	0.08	0.20
CMP101827	S2	0.09	0.20

Fuente: Consorcio Bosa, 2020

De acuerdo a lo anterior, se puede evidenciar que el sistema de alcantarillado está funcionando de manera normal sin problemas de capacidad ni remansos en los pozos.

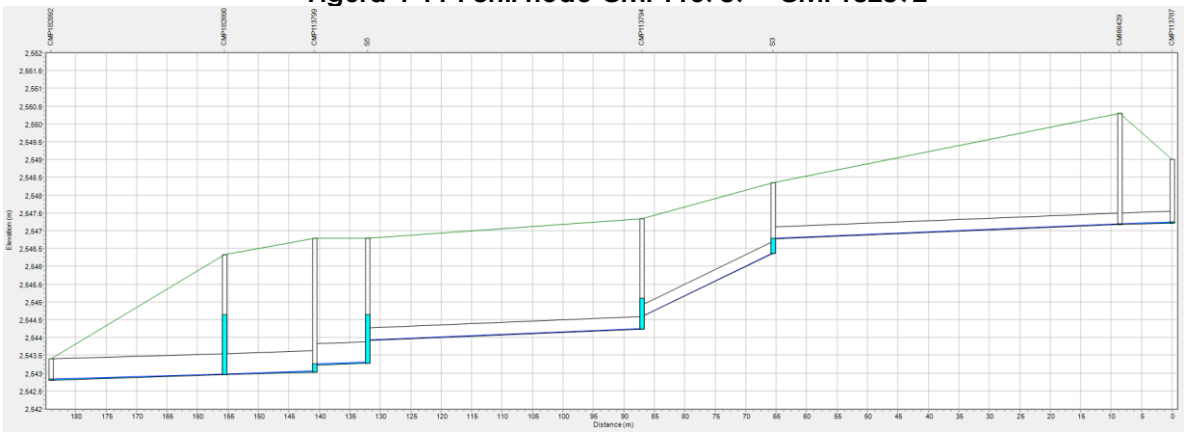
En las siguientes figuras se muestra el comportamiento hidráulico de los tramos objeto de estudio.

Figura 4-10 Perfil nodo CMP101779 – CMP112279



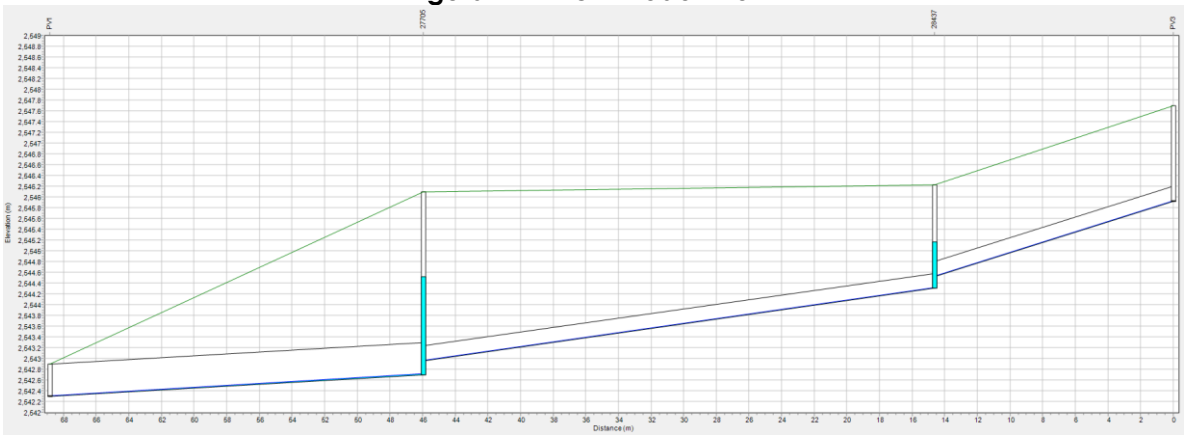
Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 4-11 Perfil nodo CMP113787 – CMP182892



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 4-12 Perfil nodo PV3 – PV1



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

5 ALCANTARILLADO PLUVIAL

En este capítulo se muestra el desarrollo del diseño para el sistema de alcantarillado pluvial existente en la zona de estudio.

5.1 CÁLCULO DE CAUDALES

El sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias se evaluará bajo las siguientes generalidades:

- Retener el mayor tiempo posible la escorrentía pluvial en su punto de origen, minimizando los problemas de inundación evitando la modificación de la infraestructura de drenaje existente.
- Permitir una evacuación de la escorrentía pluvial de las vías públicas y evitar la generación de caudales excesivos en las calzadas.
- Evitar la entrada de aguas lluvias a propiedades públicas y privadas

5.1.1 Delimitación de áreas de drenaje

Considerando las características urbanísticas de la zona, con los usos de suelo previstos en la licencia de urbanismo y las vías existentes, se realizaron los trazados de las áreas de drenaje. Las áreas de las vías fueron determinantes ya que dependían de los sentidos de escorrentía delimitados por los puntos bajos y altos y en función de los espaciamientos de los sumideros y captaciones de paso.

Para determinar el drenaje del área de estudio se realizó un análisis de los puntos bajos y altos, para esto se creó una superficie con el fin de estudiar el comportamiento del flujo. Una vez determinado el sentido del flujo se trazaron las áreas aferentes a cada tramo teniendo en cuenta las estructuras de drenaje existente (sumideros). Para el sistema se evaluó las áreas aferentes de los tramos aferentes a las redes de alcantarillado pluvial pertenecientes a los CIVs objeto de estudio.

A continuación, se muestran las áreas del sistema de alcantarillado pluvial existente.

Figura 5-1 Áreas aferentes sistema de alcantarillado pluvial existente



Fuente: Consorcio Bosa 2020

5.1.2 Periodo de retorno

El periodo de retorno definido para el diseño, se definió según la tabla 1 de la NS-085.

Tabla 5-1 Periodos de retorno mínimo

Características del área de drenaje	Periodo de retorno para diseño (años)
Tramos pertenecientes a la red local y secundaria de alcantarillado en zonas residenciales, comerciales, industriales, institucionales o mixtas.	5
Tramos de la red troncal de alcantarillado, zonas comerciales de alto valor e infraestructura especial como Aeropuertos, Hospitales, centros de emergencia y deprimidos viales.	10

Características del área de drenaje	Periodo de retorno para diseño (años)
Canales abiertos y adecuación de cauces de ríos y quebradas de cualquier área.	100

Fuente: Norma EAAB NS – 085 Tabla 1, 2020.

De acuerdo a lo anterior, el sistema de alcantarillado pluvial localizado en los barrios mencionados con anterioridad pertenece a una red local por lo que el periodo de retorno bajo el cual se evaluara el sistema es de 5 años.

5.1.3 Metodología de calculo

La norma NS – 085 de la EAAB citas dos métodos para el cálculo de los caudales de diseño:

- Para tramos pertenecientes a la red local y secundaria de alcantarillado se debe utilizar el Método Racional (áreas de drenaje menores a 80ha).

- Para el análisis o diseño de elementos de tramos de la red troncal de alcantarillado, se debe utilizar la Metodología del Hidrograma Unitario del Soil Conservation Service (SCS).

Con forme a lo descrito en la norma, el polígono de estudio posee un área de 3.2 Ha como se mostró el capítulo de Áreas Aferentes por lo que el método seleccionado para el análisis es el 1. Método Racional.

La determinación de este método se limita solamente al cálculo del pico de diseño, se da por la siguiente ecuación:

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

Donde:

Q: Caudal de diseño (L/s)
C: Coeficiente de escorrentía (adimensional)
I: Intensidad de la lluvia (mm/h)
A: Área de drenaje (Ha)

5.1.4 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía en el método racional se basa en el tipo de superficie de suelo del área tributaria según el grado de permeabilidad, pendiente del terreno y otros factores. En la Norma de la EAAB NS 085, el cuadro 1 "Coeficientes de escorrentía C", del numeral 4.3.1.3.1 Método racional, especifica

los valores del coeficiente de escorrentía para diferentes superficies y periodo de retorno.

Tabla 5-2 Coeficientes de escorrentía (C) para zona de estudio

SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO				
	5	10	25	50	100
Asfalto	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95
Concreto / Techo	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97

Fuente: Norma EAAB NS – 085 Cuadro 1, 2020.

Para el análisis de Los CIVs, se tiene una superficie de Concreto/techo y un periodo de retorno de 5 años, lo que corresponde a un coeficiente de escorrentía de 0.80.

5.1.5 Intensidad de lluvias

La intensidad de lluvias se determina a partir del periodo de retorno, frecuencia y duración de la tormenta de diseño, los datos de los diferentes periodos de retorno fueron suministrados por la EAAB-ESP a través de datos técnicos del proyecto, a partir de los cuales se obtiene la intensidad, utilizando la siguiente expresión:

$$I\left(\frac{mm}{h}\right) = C_1 * (Duración\ (minutos) + X_o)^{C2}$$

Dentro de la información suministrada por la Empresa en los datos técnicos, están los valores C1,X0 y C2 para la UPZ 85.

Tabla 5-3 Datos técnicos – Calculo Intensidad

TR	C1	X0	C2
3	1773.99	20.8	-1.00175
5	2072.19	19.5	-1.00682
10	2262.48	17.7	-0.99526
25	2835.29	17.4	-1.00737
50	3236.45	17.1	-1.01383
100	3667.69	17.1	-1.01851

Fuente: Dirección técnica EAAB-ESP,2020.

5.2 PARAMETROS DE ANÁLISIS HIDRÁULICO

Los parámetros de diseño para sistemas de alcantarillado descritos a continuación son tomados de la norma vigente NS – 085 de la EAAB.

Se comprueba la capacidad Hidráulica del sistema en Flujo Uniforme (FU) tanto con los caudales aportantes calculados según la norma NS-085. El cálculo en Flujo Uniforme se realiza a través de hojas de cálculo debidamente programadas.

5.2.1 Coeficiente de rugosidad

De acuerdo a las características genéricas de forma y material de los conductos, se utilizó el siguiente coeficiente de rugosidad.

Tabla 5-4 Coeficiente de rugosidad de Manning n

Característica interna del material	Material	n
Interior Liso	Tubería PVC Tubería Polietileno de Alta Densidad (PEAD) Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP) Tuberías con recubrimientos epóxidos o similares	0.01
Interior Semi Rugoso	Tubería de concreto prefabricado Tubería de GRES	0.013
Interior Rugoso	Tubería de concreto fundido Tubería metálica corrugada con revestimiento en concreto	0.015

Fuente: Norma EAAB NS – 085 Tabla 3, 2020.

5.2.2 Pendientes

Las pendientes deben ser de tal manera que se ajusten a las condiciones topográficas del terreno y en lo posible que no generen velocidades que no estén por fuera del rango tanto.

5.2.3 Velocidades mínimas

Debe ser aquella que permita las condiciones de auto limpieza, para esto se utiliza el criterio de esfuerzo tractivo, el cual se da por la siguiente ecuación:

$$\tau = \gamma * r * s$$

Donde:

τ: Esfuerzo Tractivo (N/m2)
γ: Peso específico del agua (N/m3)
R: Radio hidráulico (m)
S: Pendiente de la tubería (m/m)

Para el sistema de alcantarillado pluvial la velocidad mínima será aquella que garantice que le valor del esfuerzo cortante medio sea mayor o igual a $3.0\ \frac{N}{m^2}$, y mayor o igual a $1.5\ \frac{N}{m^2}$ para 10% de la capacidad a tubo lleno.

5.2.4 Velocidades máximas

Los valores máximos permisibles para la velocidad máxima en los colectores y canales dependen del material, en función de su sensibilidad a la abrasión. En el siguiente cuadro se presentan los valores máximos permisibles por tipo de material.

Tabla 5-5 Velocidades máximas en conductos cerrados

Material	Velocidad máxima permisibles (m/s)
Concreto fundido in situ	5
Concreto prefabricado	6
PVC - PEAD	9
Fibra de vidrio GRP	4

Fuente: Norma EAAB NS – 085 Cuadro 4, 2020.

5.2.5 Sección

El diseño debe establecer la profundidad de flujo máxima en cada una de las tuberías, con el fin de permitir una adecuada aireación de las aguas pluviales.

La relación máxima entre la profundidad del flujo y el diámetro de la tubería en alcantarillados pluviales es de 93%.

5.2.6 Diámetro mínimo

En las redes de recolección de aguas lluvias, y principalmente en los primeros tramos, la sección circular es la más usual para los colectores. El diámetro nominal mínimo permitido en este tipo de sistemas es de 300mm.

5.2.7 Profundidad mínima y máxima a cota clave

- Profundidad mínima

La profundidad debe estar sujeta a estudios geotécnicos y de estabilidad, teniendo en cuenta las condiciones mecánicas y estructurales de la tubería. Los valores mínimos permisibles de recubrimiento de los colectores que no requieren protección se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 5-6 Profundidad mínima

Servidumbre	Profundidad a la cota clave (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0.75
Vías vehiculares	1.2

Fuente: Norma EAAB NS – 085 Tabla 5, 2020.

- Profundidad máxima

La norma NS – 085 define como profundidad máxima a la cota clave de los colectores una altura de 5 m, aunque especifica que puede ser mayor siempre y cuando se garanticen los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y estructurales durante y después del periodo de instalación.

5.3 MODELO HIDRÁULICO SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

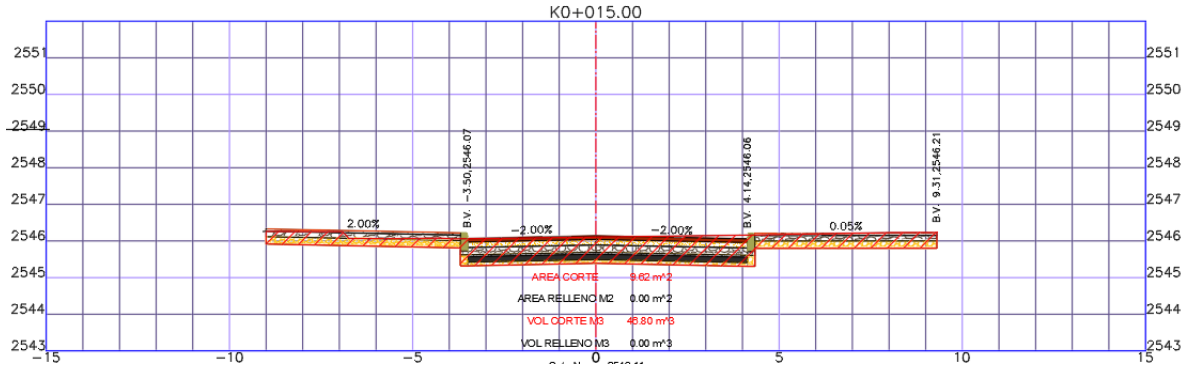
En este capítulo se establece el procedimiento desarrollado, los criterios de diseño y la información básica que se requirió para llevar a cabo el proceso de diseño de las redes hidráulicas del barrio Argelia en la localidad de Bosa, los cuales se describen a continuación:

5.3.1 Localización con respecto al eje de calzadas

Teniendo en cuenta que, al realizar el diagnóstico del sistema de alcantarillado pluvial, la infraestructura para la escorrentía superficial existente era insuficiente, se localizaron sumideros hacia el bombeo central o bombeo lateral según el diseño geométrico, por lo anterior los trazados de las tuberías del sistema de alcantarillado se reajustaron al igual que la localización de los pozos , por lo cual se optó por realizar diseños nuevos conservando solamente la infraestructura de conexión con los tramos afluentes al sistema.

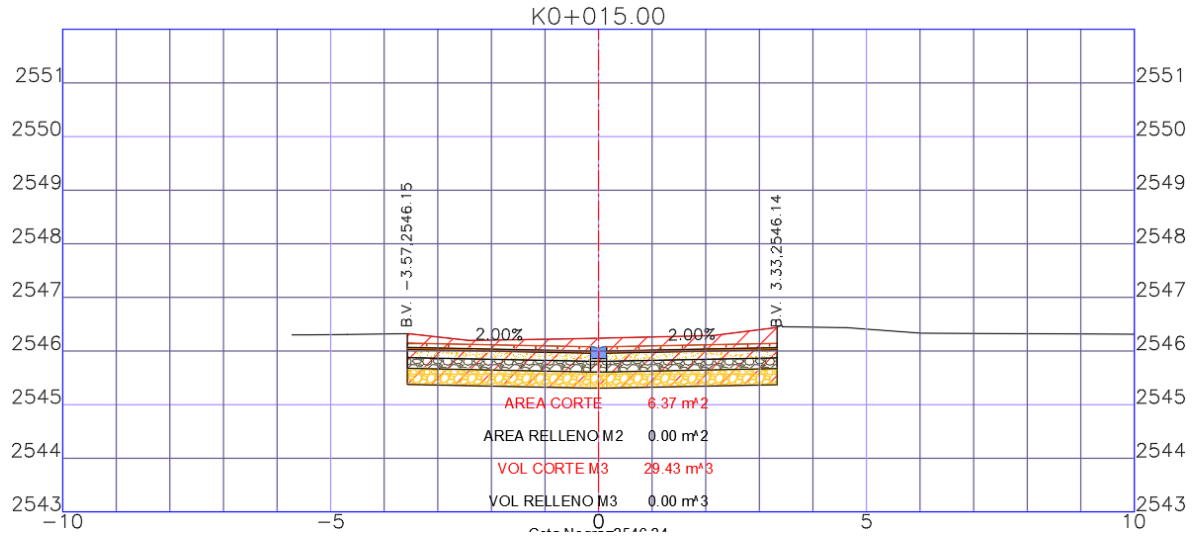
En la siguiente figura se muestra la sección de drenaje de la vía para los CIV objeto de estudio.

Figura 5-2 Sección geométrica drenaje – Eje 1 carrera 81D



Fuente: Consorcio Bosa 2020

Figura 5-3 Sección geométrica drenaje – Eje 5 carrera 58Bis S



Fuente: Consorcio Bosa 2020

De acuerdo a los resultados geométricos, topológicos y de conectividad obtenidos en el estudio de catastro y topografía, se procede a desarrollar la evaluación hidráulica del sistema, esta se desarrollará de la siguiente forma:

- Investigación del Sistema: esta etapa del proceso está representado en la recopilación de información, tanto trabajos de campo como investigación en las entidades pertinentes, en esta etapa se hicieron trabajos de investigación en entidades como la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y la alcaldía local de Bosa.

- Construcción del Modelo Hidráulico: con base en la información topológica y de conectividad obtenida de la investigación de redes, se

define una codificación y una estructura de datos para armar el modelo hidráulico en plataforma EPASWWM y las hojas de cálculo de simulación hidráulica. Estas se refieren a la información geométrica y de aportes de caudales, así como información cualitativa de los tramos (rugosidad, pendientes, etc). Todo esto basado en la normatividad vigente de la EAAB.

- Evaluación Hidráulica: la etapa final de la evaluación hidráulica, se logra cuando al modelo construido se cargan los insumos asociados a los caudales. La evaluación hidráulica se basa en los parámetros definidos en el capítulo "PARÁMETROS DE DISEÑO HIDRÁULICO". Finalmente se obtienen los resultados numéricos y calificativos de la red, según los valores se comparan con los rangos permitidos en las normas de la EAAB y así se comprueba si el funcionamiento hidráulico se encuentra dentro de lo permitido para el correcto funcionamiento de las redes hidráulicas.

5.3.2 Manejo de escorrentía superficial

Para el manejo de la escorrentía superficial producto de las aguas lluvias, se emplearán los sumideros de rejilla localizados hacia el centro de la vía por el tipo de bombeo planteado por el diseño geométrico.

5.3.2.1 Capacidad máxima del sumidero

El diseño de los sumideros debe ser compatible con la capacidad de las redes de alcantarillado, para tal efecto, los caudales de diseño son los mismos que los adoptados para las redes de alcantarillado pluvial.

5.3.2.2 Ancho de inundación de la vía por escorrentía

El ancho de inundación "T" permisible de la vía está en función del tipo de vía, del tráfico vehicular y peatonal esperado tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5-7 Ancho inundación

Ancho de vía (m)	Ancho de inundación T (m)	
	Bombeo a una sola agua	Bombeo a dos aguas
< 7	3	1.5
7 - 9	3.5	1.75
> 9	4	2

Fuente: Norma EAAB NS – 047 Cuadro 2, 2020.

El ancho de inundación de la vía se determina mediante la siguiente expresión:

$$T = \left[\frac{Q * n}{0.376 * {S_x}^{1.67} * {S_i}^{0.5}}\right]^{0.375}$$

Donde:

T: Ancho de inundación de la vía por escorrentía (mm)
Q: Caudal total de escorrentía (m3/s)
n: Coeficiente de rugosidad de Manning de pavimento
S_x: Pendiente transversal de la vía (m/m)
S_i: Pendiente longitudinal de la vía (m/m)

5.3.2.3 Profundidad del agua

Se determina directamente de la pendiente transversal de la vía, y el ancho de la inundación

$$y = T * S_x$$

Donde:

T: Ancho de inundación de la vía por escorrentía (mm)
S_x: Pendiente transversal de la vía (m/m
y: Profundidad de la lámina de agua (m9

5.3.2.4 Flujo interceptado por rejilla

El caudal interceptado por la rejilla Q1 se calcula mediante la siguiente expresión:

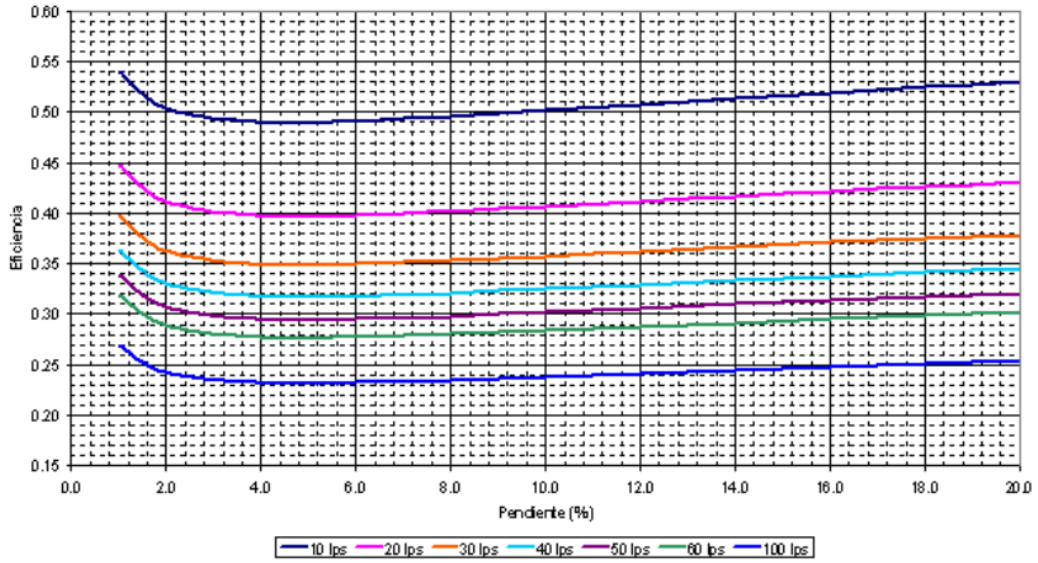
$$Q_1 = E * Q$$

Donde:

E: Eficiencia de la rejilla

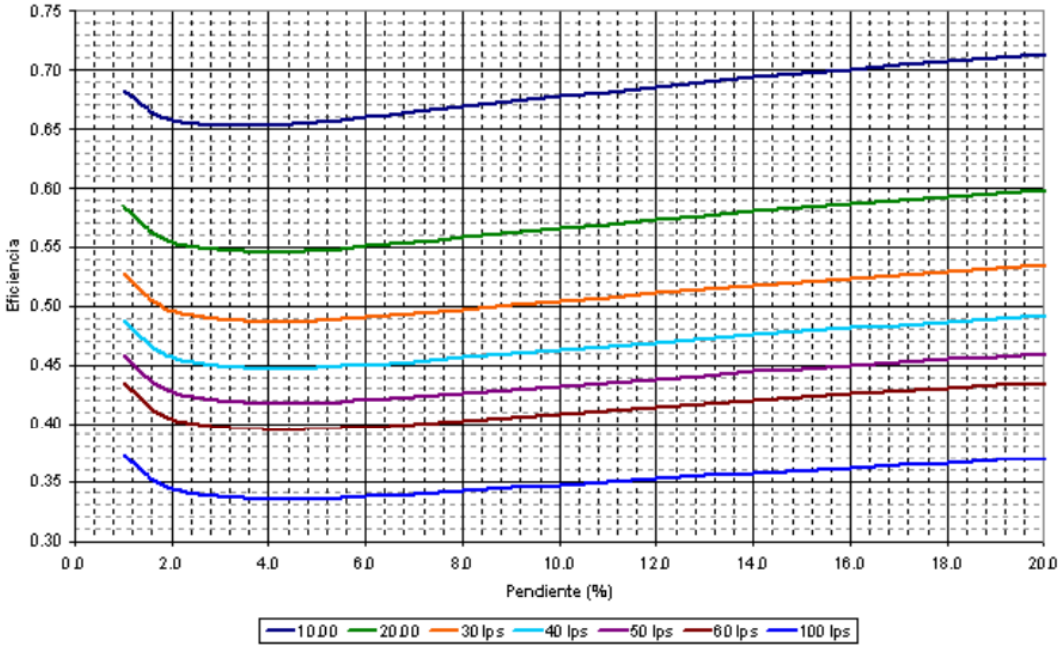
La eficiencia de la rejilla E se determina a partir de la figura 2 y la figura 3 que corresponden a las pendientes de 1% y 2% respectivamente.

Figura 5-4 Eficiencia de la rejilla – Pendiente 1%



Fuente: Norma EAAB NS – 047, 2020.

Figura 5-5 Eficiencia de la rejilla – Pendiente 2%



Fuente: Norma EAAB NS – 047, 2020.

5.3.2.5 Criterio de localización de los sumideros

Los sumideros deben ubicarse como mínimo cuando se presenten las siguientes situaciones:

- Puntos bajos y depresiones en los cuales son de esperarse concentraciones de escorrentía superficial y donde puede ser muy eficiente la captación.
- Cambio de pendiente longitudinal de las vías que en realidad corresponden a puntos bajos locales.
- Antes de puentes, terraplenes y pompeyanos que corresponden a sitios donde se pueden presentar concentraciones de escorrentía superficial.
- Aguas abajo de puentes para captar la escorrentía generada por esto
- Antes de las intersecciones de calles para evitar que el tráfico deba sortear las corrientes superficiales.
- Aguas arriba de los cruces peatonales para que los peatones no se vean obligados a cruzar las corrientes de escorrentía.

5.3.3 Software de modelación

El diseño hidráulico del sistema de alcantarillado pluvial proyectado se ha definido hacerla por medio del software EPASWMM, desarrollado por la EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos).

5.3.4 Construcción de modelo hidráulico

Como se mencionó anteriormente, las redes de alcantarillado pluvial se relocalizaron por lo que el modelo hidráulico se construyó de cero teniendo en cuenta las rasantes del diseño geométrico y los anchos de la vía.

1. Topología de Tramos (Tramos): se refiere a la información referente a la topología de los tramos, la cual indica cuales son los pozos iniciales y finales, así como el diámetro del tramo en milímetros y pulgadas, cotas claves iniciales y finales y el material de la tubería del tramo. Esta información constituye la geometría y parametrización de los tramos para la construcción del modelo.

2. Base de Datos de Pozos (Coordenadas): es la información geográfica de la base de pozos, que se convertirán en nodos cuando se construya el modelo hidráulico. Las características son: Numero del Pozo (Pozo), coordenada este y nortes de cada pozo y por último Cota Rasante del Pozo. Esta información es extraída de la Cartera Topográfica del Proyecto en coordenadas del Sistema MAGNA-SIRGAS amarrada por el consultor según la metodología de bases permanentes del IGAC. Esta base de

información es denominada Topología de Puntos o Nodos, y se convierte en la localización de los puntos de inicio y/o final de los tramos.

5.3.5 Resultados de la evaluación hidráulica

Los parámetros de evaluación del sistema de alcantarillado pluvial existente, se realizaron con base a los descrito en el capítulo 5.2 .

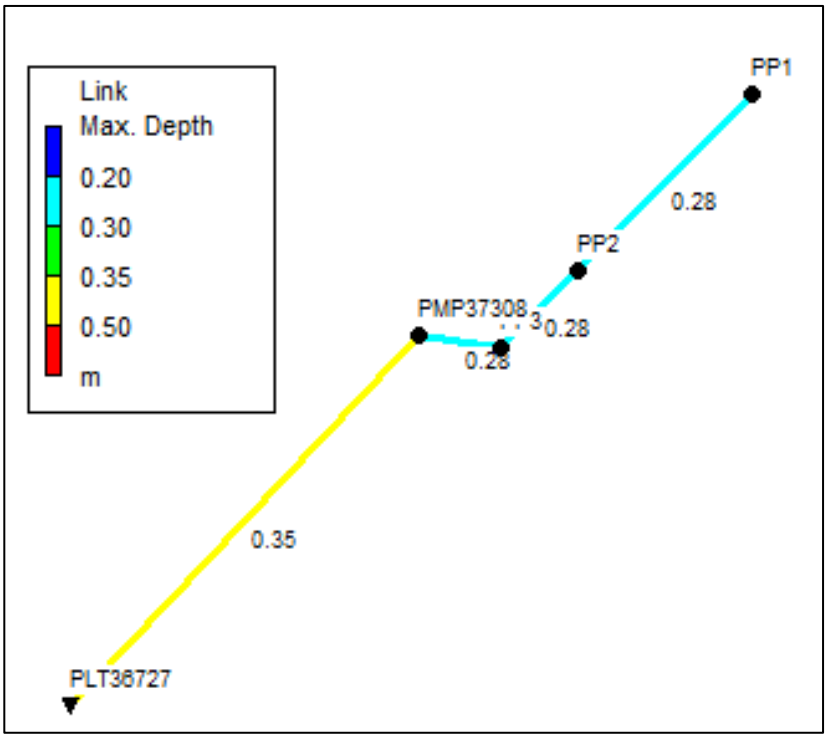
1. Generalidades

El sistema de alcantarillado pluvial consta de cuatro cuencas, en la siguiente imagen la topología de las redes objeto de estudio.

En la siguiente imagen se muestra la cuenca completa, a pesar de que se evalúa todo el sistema (redes principales y afluentes) dentro del área de influencia del contrato solo se encuentran los siguientes tramos:

- PP1 – PP2
- PP2 – PP3
- PP3 – PMP37308

Figura 5-6 Topología sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 1

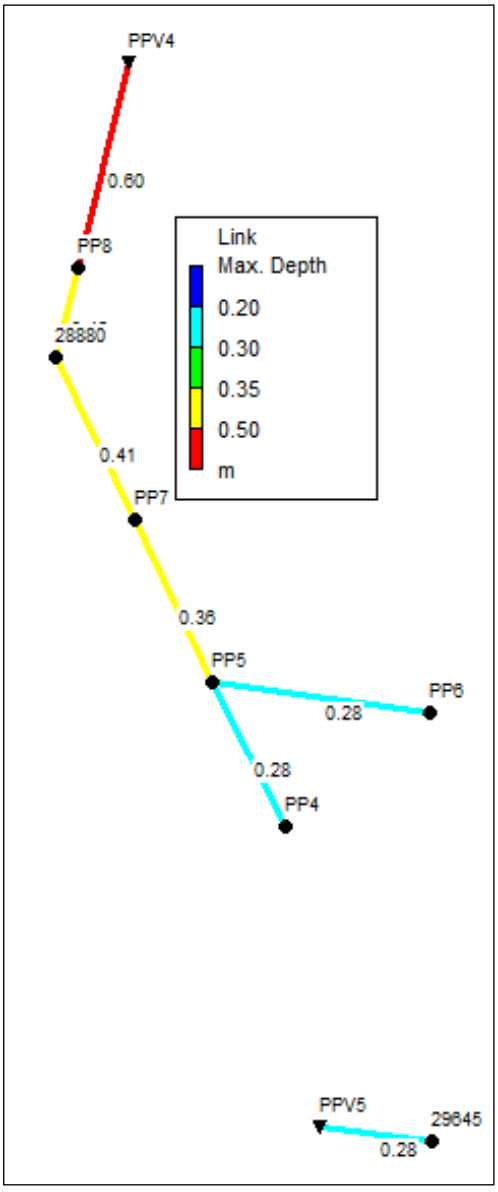


Fuente: Consorcio Bosa, 2020

En la siguiente imagen se muestra la cuenca completa, a pesar de que se evalúa todo el sistema (redes principales y afluentes) dentro del área de influencia del contrato solo se encuentran los siguientes tramos:

- PP4 – PP5
- PP5 – PP7
- PP7 – 28080
- 28880 – PP8

Figura 5-7 Topología sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 2 - cuenca 3

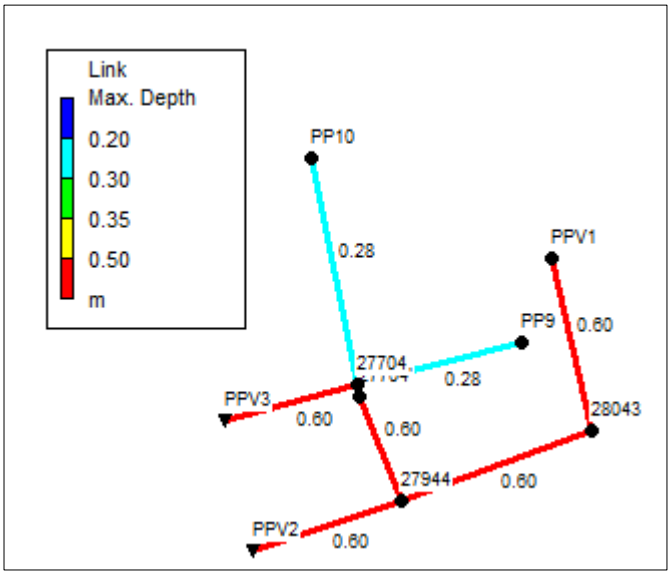


Fuente: Consorcio Bosa, 2020

En la siguiente imagen se muestra la cuenca completa, a pesar de que se evalúa todo el sistema (redes principales y afluentes) dentro del área de influencia del contrato solo se encuentran los siguientes tramos:

- PP9 - 27704
- PP10 - 27704

Figura 5-8 Topología sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 4



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

En la siguiente tabla se muestra la longitud por diámetro de los tramos que componen la cuenca en su totalidad.

Tabla 5-8 Resumen de diámetro y longitud alcantarillado pluvial

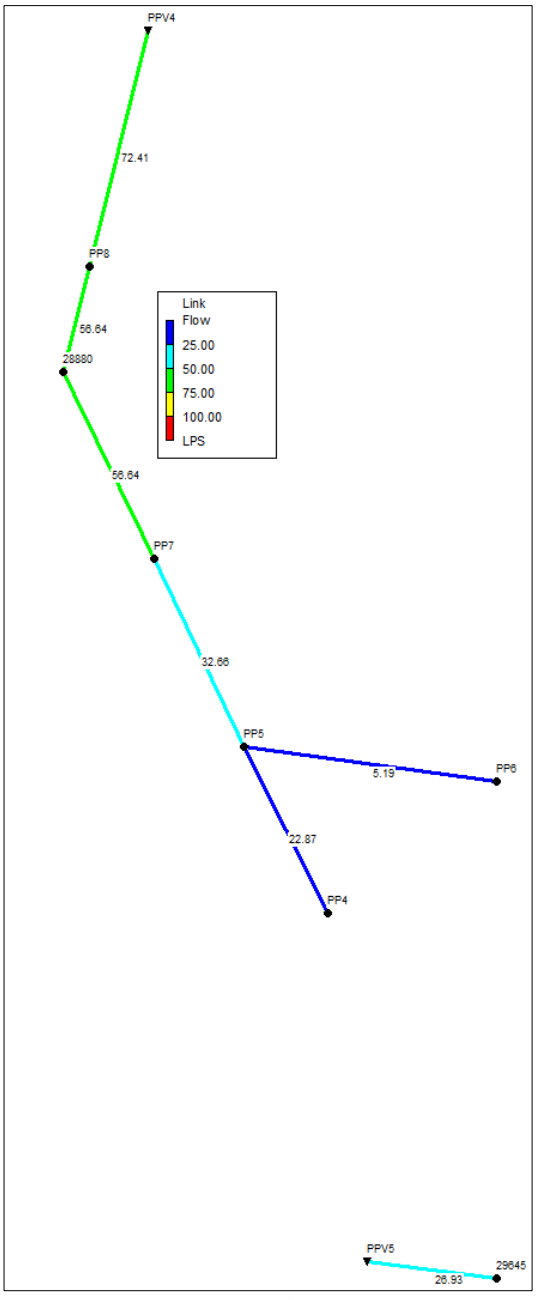
Diámetro (")	Longitud (m)	%
12	184.23	39.98%
14	60.87	13.21%
16	26.38	5.73%
18	26.38	5.73%
20	13.70	2.97%
24	149.20	32.38%
Total	**460.76**	**100.00%**

Fuente: Consorcio Bosa, 2020

2. Caudales en el sistema de alcantarillado pluvial

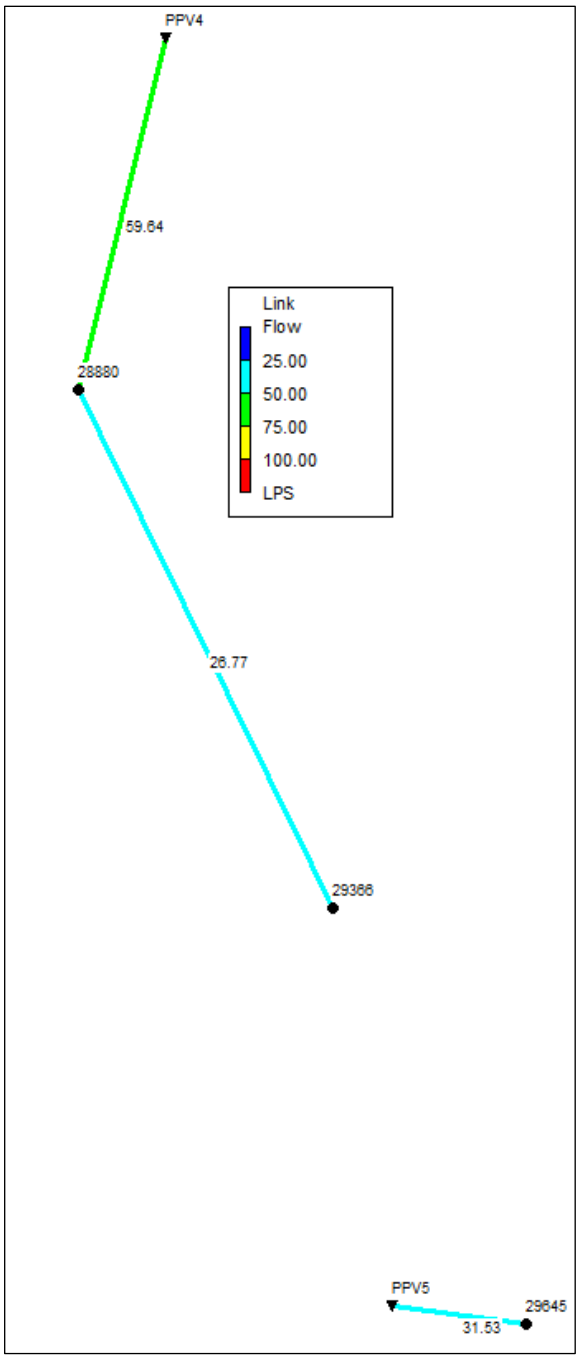
En la siguiente imagen se muestran los caudales evaluados para el sistema, el caudal máximo es de 59.64 l/s perteneciente al colector final en concreto de 27".

Figura 5-9 Caudales sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 1



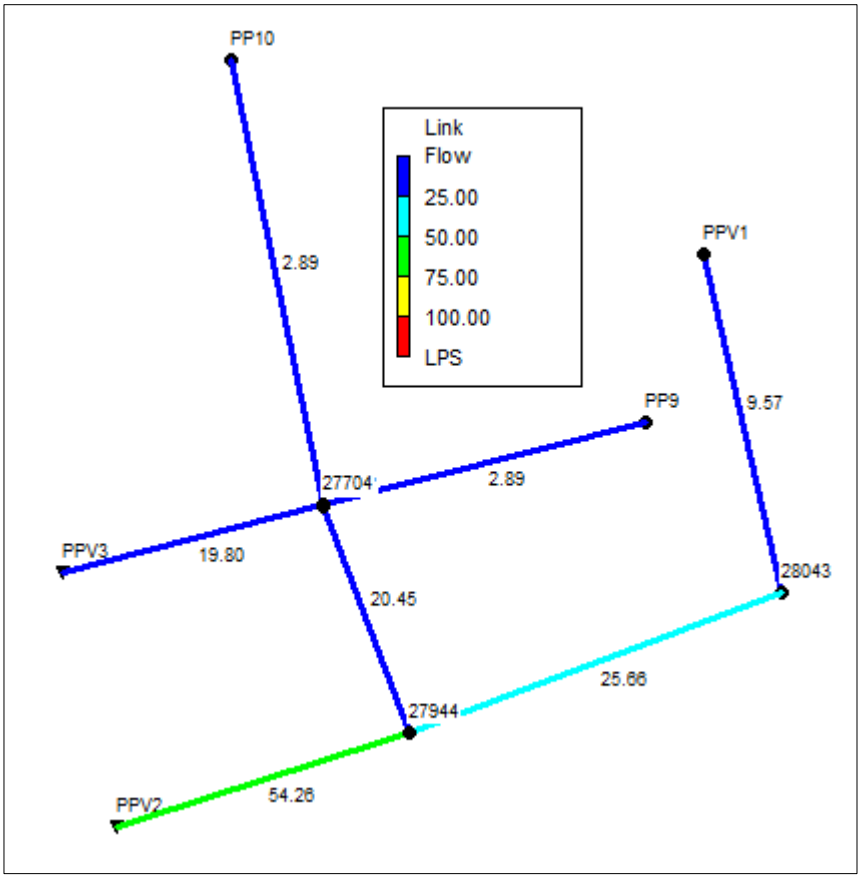
Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 5-10 Caudales sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 2 – cuenca 3



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 5-11 Caudales sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 4

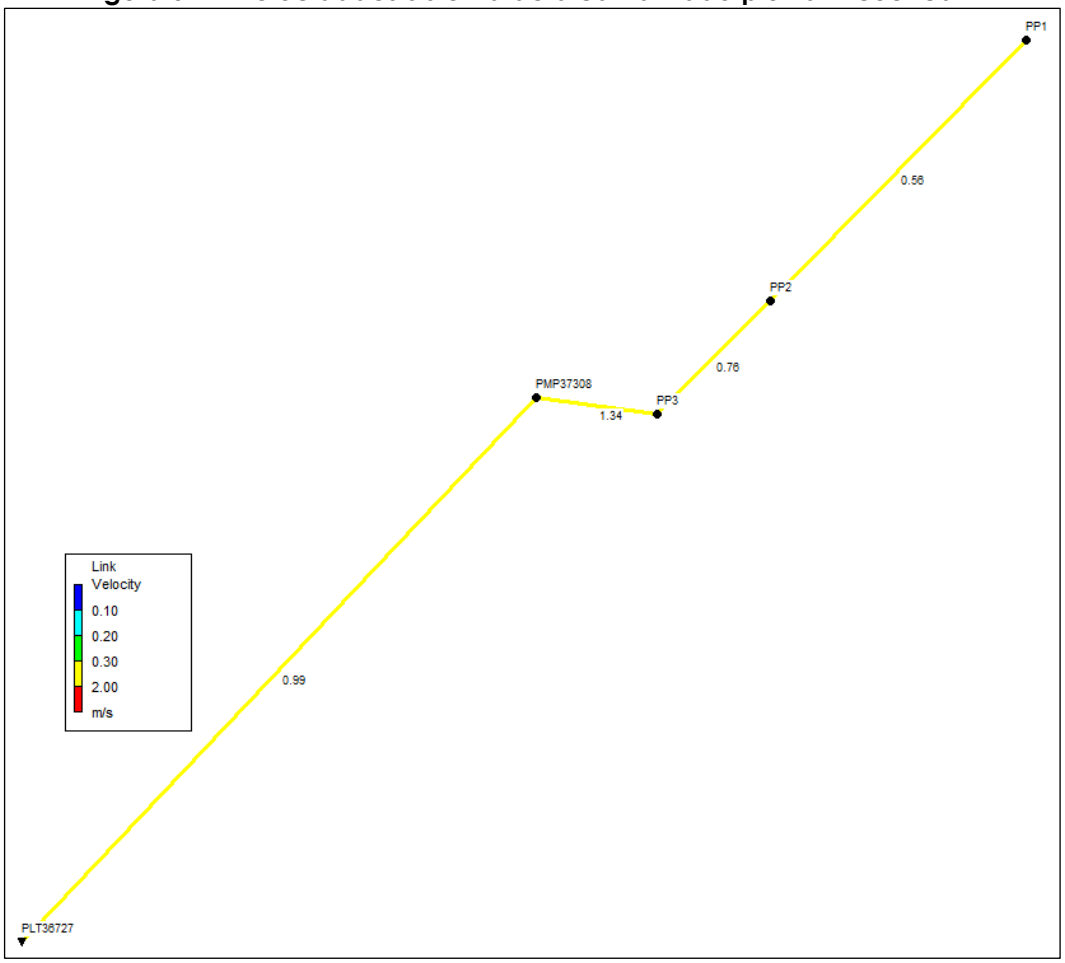


Fuente: Consorcio Bosa, 2020

3. Velocidades en sistema de alcantarillado pluvial

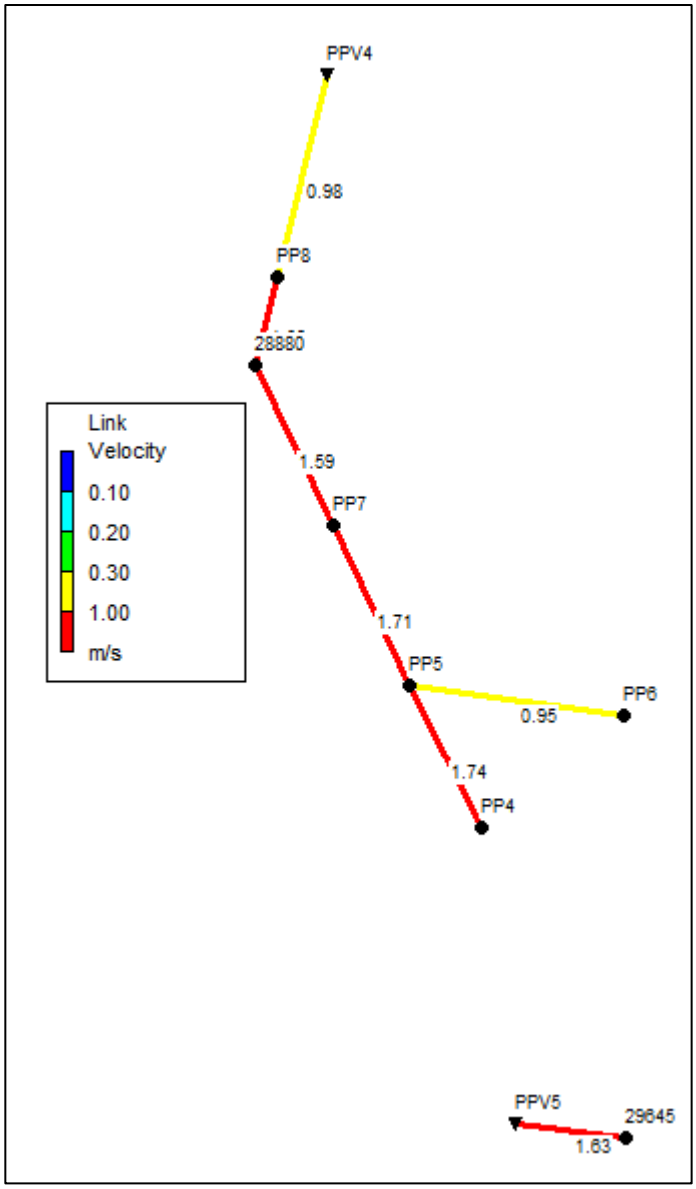
En la siguiente imagen se muestran las velocidades evaluados para el sistema, la velocidad mínima registrada es de 0.23 m/s y la velocidad máxima registrada es de 1.83 m/s.

Figura 5-12 Velocidades sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 1



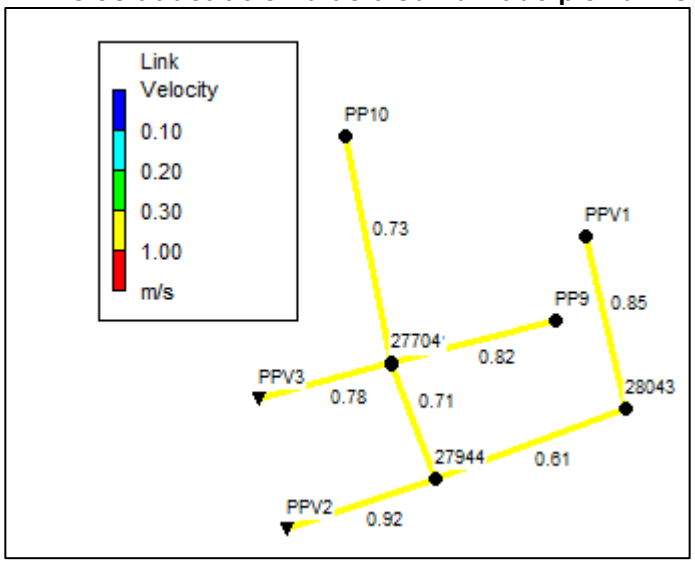
Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 5-13 Velocidades sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 2 – cuenca 3



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 5-14 Velocidades sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 4



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

4. Capacidad

En la siguiente tabla se muestran las capacidades (Qd/Qo) evaluados para cada uno de los tramos pertenecientes al sistema, en color gris se encuentran señalados aquellos tramos objeto de la consultoría y color rojo se muestran los valores que se encuentran por fuera de los valores de la norma.

Tabla 5-9 Capacidad sistema de alcantarillado pluvial

Pozo Inicial	Pozo Final	Q/Q_0	Y/D
PPV1	28043	0.01	0.08
28043	27944	0.09	0.21
27944	PPV2	0.15	0.26
27704	27944	0.05	0.16
PP10	27704	0.08	0.19
PP9	27704	0.02	0.11
27704	PPV3	0.05	0.15
PP4	PP5	0.15	0.27
PP5	PP7	0.13	0.24
PP7	28880	0.21	0.31
28880	PP8	0.20	0.31
PP8	PPV4	0.20	0.31

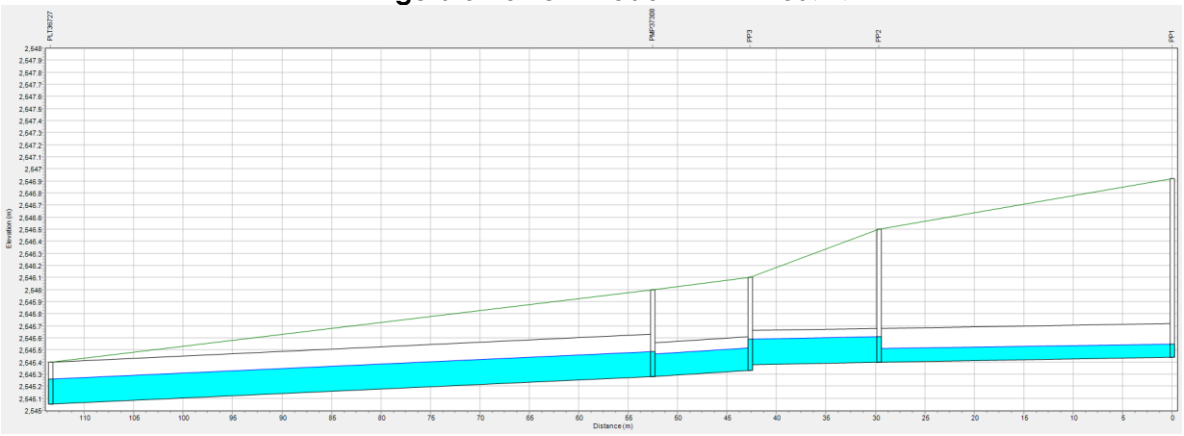
Pozo Inicial	Pozo Final	Q/Q_0	Y/D
29645	PPV5	0.21	0.31
PP6	PP5	0.05	0.14
PP1	PP2	0.31	0.38
PP2	PP3	0.93	0.76
PP3	PMP37308	0.76	0.65
PMP37308	PLT36727	0.65	0.59

Fuente: Consorcio Bosa, 2020

De acuerdo a lo anterior, se puede evidenciar que el sistema de alcantarillado está funcionando de manera normal sin problemas de capacidad ni remansos en los pozos.

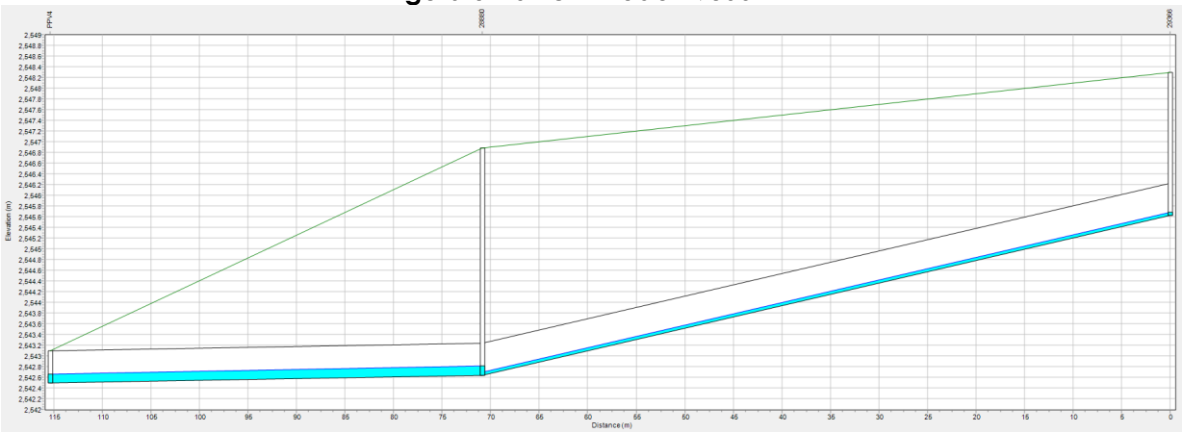
En las siguientes figuras se muestra el comportamiento hidráulico de los tramos objeto de estudio.

Figura 5-15 Perfil nodo PP1 – PLT36727



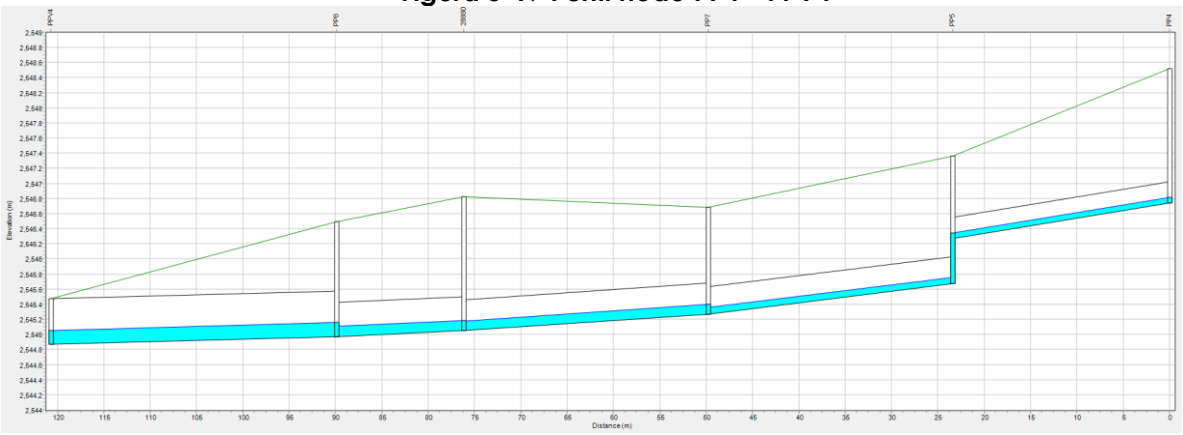
Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 5-16 Perfil nodo 29366 – PPV4



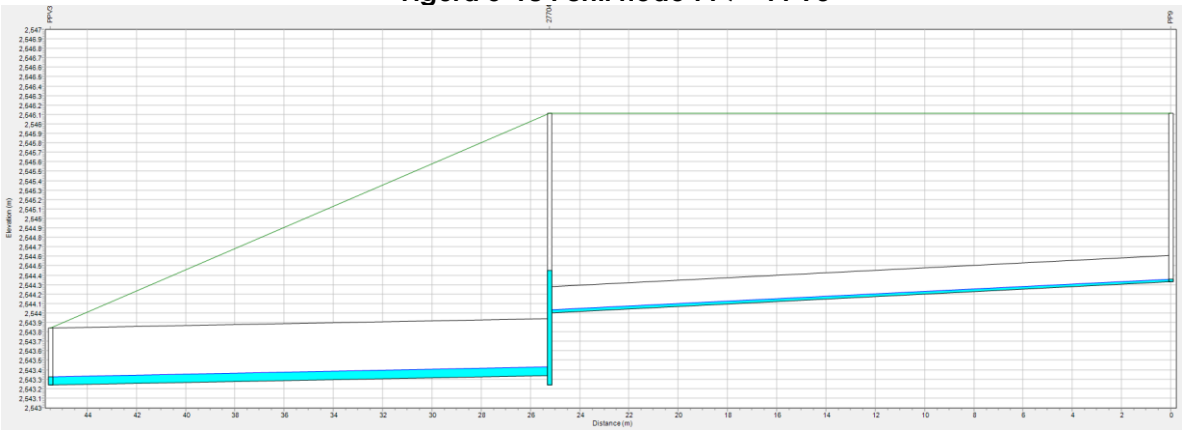
Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 5-17 Perfil nodo PP4 – PPV4



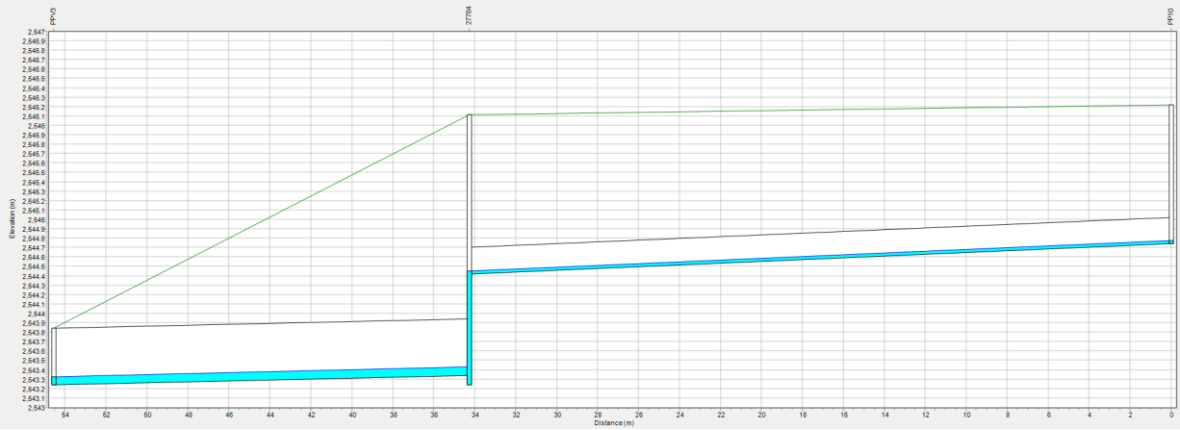
Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 5-18 Perfil nodo PP9 – PPV3



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 5-19 Perfil nodo PP10 – PPV3



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

6 ACUEDUCTO

Como se indicó en el informe de diagnóstico del barrio Argelia, para el diseño de las redes de acueducto objeto de estudio se propuso las siguientes consideraciones.

- Las redes de acueducto que se encuentren en asbesto cemento, de acuerdo con la información de la base de datos de la EAAB, se cambiarán por PVC.

- En vías vehiculares, las redes que se encuentren en la calzada se trasladarán al andén, teniendo en cuenta que el perfil vial proyectado es V9, los trazados de la red de acueducto se mantendrán pues al considerarse este tipo de perfil toda la estructura vial es considerada espacio público en su totalidad es decir carece de andenes.

- Teniendo en cuenta los criterios de la Norma SISTEC NS-036, Numeral 4.2.6.5, en donde se indica que "El diámetro interno mínimo de las redes menores de distribución debe ser de 4 pulgadas y el máximo de 6". Sin embargo, en algunos sectores existen tuberías con diámetros inferiores a 4" (100 mm), según la normatividad anteriormente utilizada por la Empresa. Si el diámetro de diseño es menor al establecido en esta norma, debe estar debidamente sustentado, revisado y aprobado por la EAAB.". Si el diámetro es menor a Ø4", se remplazará la tubería por una de Ø4", a menos que la EAAB no lo considere necesario.

6.1 GENERALIDADES

El sector cuenta con redes menores de acueducto construidas en PVC y AC que varían de 3" pulgadas de diámetro a 4".

Al consultar en el sistema de información geográfica de la EAAB se encontró que las redes presentan más de 13 años de uso.

En el siguiente cuadro se muestra la longitud de la red objeto de estudio por diámetro.

Tabla 6-1 Longitud de red por diámetro material

DIÁMETRO (")	MATERIAL	LONGITUD REAL (m)	PORCENTAJE
3	PVC	174.89	53%
4	PVC	156.01	47%
	TOTAL	**330.90**	**100%**

DIÁMETRO (")	MATERIAL	LONGITUD REAL (m)	PORCENTAJE
3	AC	119.12	36%
4	AC	0.00	0%
	TOTAL	**119.12**	**36%**

Fuente: Consorcio Bosa, 2020

De acuerdo a lo mostrado en la anterior tabla, el 53% de la tubera está compuesta por un diámetro de 3" en PVC y el 47% de la tubera está compuesta por un diámetro de 4" en PVC, para este barrio se realizará un cambio del 100% de la tubería por la antigüedad y porque un 36% de ellas que se encuentran es asbesto cemento.

En la siguiente imagen se muestra la disposición de las redes en el área de estudio.

Figura 6-1 Redes proyectadas acueducto



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

6.2 TOPOLOGÍA DE LA RED PROYECTADA

Para realizar los trazados de los tramos de acueducto de 4" se tuvieron en cuenta las siguientes premisas:

- Las tuberías se deben ubicar en los costados norte y oriente de las calles y carreras, exceptuando aquellas vías que lleven doble tubería, en este caso se mantendrán los alineamientos de las tuberías existente y las profundidades lo único que se realizara será el cambio de diámetro.

- Las tuberías de acueducto menor o iguales a 12" (300mm) deben estar separadas de los paramentos a una distancia horizontal mínima de 0,5m, para diámetros mayores las tuberías en lo posible deberán ir por la calzada y tener corredor libre para mantenimiento de mínimo 1m a lado y lado del borde exterior de la tubería.

- Las tuberías de acueducto no pueden estar ubicadas en la misma zanja de una tubería de alcantarillado de aguas residuales o lluvias.

Con el fin de establecer el trazado de la línea de distribución se establecen las siguientes cotas de diseño, esto teniendo en cuenta la información relacionada en el SIG, la profundidad a la cual se manejará la tubería es de 0.83m:

Tabla 6-2 Topología de red de acueducto proyectada

NODO	ABSCISA	ESTE (m)	NORTE (m)	TUBO	NODO INICIAL	NODO FINAL	LONGITUD (m)	DIÁMETRO (")	MATERIAL
01	K0+000.00	88050.34	101912.74						
02	K0+019.60	88065.74	101924.88	T001	01	02	19.60	4	PVC
03	K0+034.88	88079.78	101930.88	T002	02	03	15.27	4	PVC
04	K0+038.48	88082.20	101933.55	T003	03	04	3.60	4	PVC
05	K0+059.55	88102.19	101940.23	T004	04	05	21.07	4	PVC
06	K0+069.57	88099.36	101949.84	T005	05	06	10.02	4	PVC
07	K0+000.00	88212.31	101885.55						
08	K0+001.69	88212.37	101887.24	T006	07	08	1.69	4	PVC
09	K0+086.89	88176.11	101964.34	T007	08	09	85.20	4	PVC
10	K0+000.00	88229.07	101946.55						
11	K0+004.07	88225.24	101945.19	T008	10	11	4.07	4	PVC
12	K0+007.59	88221.77	101945.72	T009	11	12	3.52	4	PVC
13	K0+045.68	88184.11	101951.46	T010	12	13	38.09	4	PVC
14	K0+000.00	88162.58	101980.90						
15	K0+009.01	88171.10	101983.84	T011	14	15	9.01	4	PVC
16	K0+000.00	88153.30	101999.33						
17	K0+005.84	88158.75	102001.42	T012	16	17	5.84	4	PVC
18	K0+016.38	88164.35	102010.36	T013	17	18	10.54	4	PVC
19	K0+021.37	88163.83	102015.31	T014	18	19	4.99	4	PVC
19	K0+000.00	88163.83	102015.31						
20	K0+003.85	88167.58	102014.43	T015	19	20	3.85	4	PVC
21	K0+029.74	88191.96	102023.14	T016	20	21	25.89	4	PVC
22	K0+031.75	88193.86	102023.78	T017	21	22	2.01	4	PVC
19	K0+000.00	88163.829	102015.314						
23	K0+016.74	88168.0631	102031.509	T018	19	23	16.74	4	PVC
16	K0+000.00	88153.2967	101999.334						
24	K0+001.76	88153.37	102001.09	T019	16	24	1.76	4	PVC
25	K0+049.89	88167.6786	102047.05	T020	24	25	48.14	4	PVC
26	K0+000.00	88253.2748	102045.373						
27	K0+023.04	88247.5067	102067.684	T021	26	27	23.04	4	PVC
28	K0+060.61	88238.3851	102104.125	T022	27	28	37.57	4	PVC

NODO	ABSCISA	ESTE (m)	NORTE (m)	TUBO	NODO INICIAL	NODO FINAL	LONGITUD (m)	DIÁMETRO (")	MATERIAL
29	K0+000.00	88228.6031	102062.983						
27	K0+019.48	88247.5067	102067.684	T023	29	27	19.48	4	PVC
30	K0+045.69	88272.8846	102074.243	T024	27	30	26.21	4	PVC
31	K0+058.51	88285.1801	102077.86	T025	30	31	12.82	4	PVC

Fuente: Consorcio Bosa, 2020

6.3 ANCLAJES

Los anclajes se deben localizar en las tuberías de acueducto, en los sitios donde se presenten fuerzas no balanceadas de empuje hidráulico. Estas fuerzas aparecen en las siguientes condiciones:

- En cada cambio de dirección (vertical, horizontal o compuesto)
- En cada cambio de diámetro (reducciones
- En cada extremidad (tapones y válvulas)

6.3.1 Evaluación de empujes hidráulicos

- **Empuje debido a la presión hidrostática**

El empuje debido a la presión hidrostática es producido por el peso de la columna de agua. Se asemeja a la condición cuando aguas abajo del codo existe una válvula cerrada o tapón, la ecuación de cálculo es la siguiente:

$$T = 2 * P * A * Sen\frac{\theta}{2}$$
$$P = \gamma * H$$
$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Donde:

$T = Presión\ Total$
$P = Presión\ Hidrostática$
$D = Diámetro\ del\ tubo$
$\gamma = Peso\ específico\ del\ agua$
$H = Altura\ de\ la\ columna\ de\ agua$

- **Empuje debido a la presión dinámica**

El empuje debido a la presión dinámica es producido por el cambio en la cantidad de movimiento debido al cambio de dirección de la velocidad por la presencia del codo. La ecuación de cálculo para el esfuerzo hidrodinámico es la siguiente:

$$P = 2 * \gamma * \frac{A}{g} * V^2 * Sen\frac{\theta}{2}$$

Dónde:

$P = Presión\ Dinámica$
$A = Área$
$V = Velocidad\ de\ la\ masa\ de\ agua\ en\ la\ sección\ del\ tubo\ (m/s)$
$\gamma = Peso\ específico\ del\ agua$

- **Empuje hidráulico total**

El empuje total que actúa sobre el codo está dado por la ecuación:

$$E = T + P = 2 * \gamma * A * Sen\frac{\theta}{2}\left[H + \frac{V^2}{g}\right]$$

Dónde:

$E = Empuje\ Hidráulico\ Total$
$T = Presión\ Total$
$P = Presión\ Dinámica$

Para velocidades menores a 3.048 m/s el empuje hidrodinámico es pequeño comparado con el empuje hidrostático y generalmente es despreciado.

6.3.2 Anclaje en curva horizontal

En este caso el empuje lo deben soportar la fricción del terreno, el peso del macizo de concreto y la presión del terreno sobre el anclaje, en caso de que éste se halle enterrado. Las expresiones utilizadas son las siguientes:

$$E = \mu * W + L * h * \sigma'$$
$$E = T + P = 2 * \gamma * A * Sen\frac{\theta}{2}\left[H + \frac{V^2}{g}\right]$$
$$\sigma' = \frac{\sigma}{FS}$$

Dónde:

$E: Empuje\ a\ resistir\ (kg)$
$W: Peso\ de\ anclaje\ (kg)$

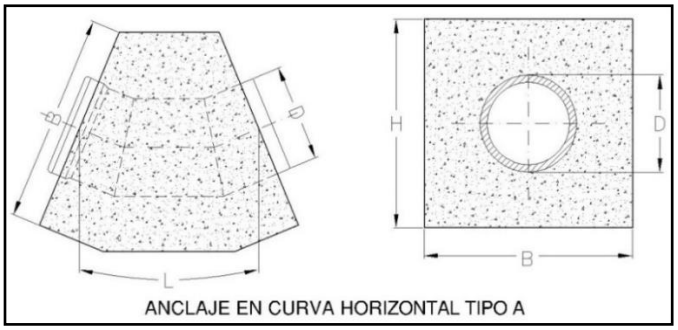
σ: $Capacidad\ última\ promedio\ pasiva\ del\ terreno\ en\ la\ altura\ del\ anclaje\ (kg/cm^2)$
σ': $Capacidad\ admisible\ promedio\ pasiva\ del\ terreno\ en\ la\ altura\ del\ anclaje\ (kg/cm^2)$
μ: $Coeficiente\ de\ fricción\ entre\ el\ suelo\ y\ el\ concreto\ según\ Cuadro\ 2-20$
L: $Ancho\ del\ anclaje\ (cm)$
FS: $Factor\ de\ seguridad\ (\ La\ norma\ NS-060\ recomienda\ un\ factor\ de\ 2.0)$

Tabla 6-3 Coeficiente de fricción

CONTACTO DEL CONCRETO CON:	μ
Arcilla húmeda	0.30
Arcilla seca	0.50
Arena	0.40
Grava	0.60

Fuente: NS-060 EAAB.

Figura 6-2 Anclaje Tipo A



Fuente: NS-060 EAAB

Tabla 6-4 Cálculo de anclajes

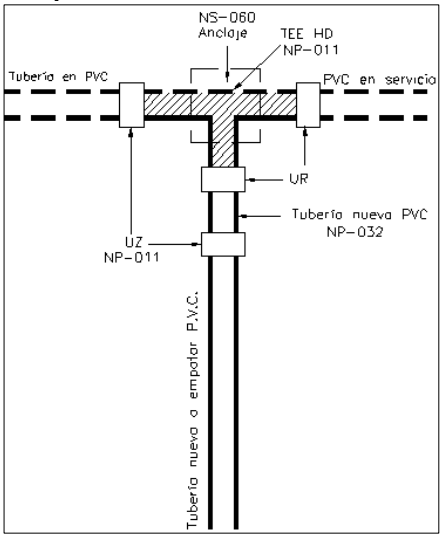
Accesorio	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Empuje Dinámico Producido (kg)	Empuje Hidrostático Producido (kg)	Empuje Total (kg)	L (cm)	H (cm)	B (cm)	s (kg/cm^2)	s' (kg/cm^2)	Peso Anclaje (kg)	Empuje a Resistir (kg)	Diferencia de empujes
Codo	1	100	0.33	115.94	116.27	20.00	20.00	20.00	0.78	0.39	19.01	161.70	45.43
Codo	2	100	0.33	115.94	116.27	20.00	20.00	20.00	0.78	0.39	19.01	161.70	45.43
Codo	3	100	0.33	115.94	116.27	20.00	20.00	20.00	0.78	0.39	19.01	161.70	45.43
Codo	4	100	0.33	115.94	116.27	20.00	20.00	20.00	0.78	0.39	19.01	161.70	45.43
Codo	5	100	2.38	836.41	838.79	46.00	45.00	30.00	0.78	0.39	148.85	851.96	13.16
Codo	6	100	0.33	115.94	116.27	20.00	20.00	20.00	0.78	0.39	19.01	161.70	45.43
Codo	7	100	0.66	230.76	231.42	30.00	30.00	30.00	0.78	0.39	64.61	370.38	138.96
Codo	8	100	1.29	452.66	453.95	35.00	35.00	35.00	0.78	0.39	102.71	508.56	54.61
Codo	9	100	1.29	452.66	453.95	35.00	35.00	35.00	0.78	0.39	102.71	508.56	54.61
Codo	10	100	0.33	115.94	116.27	25.00	25.00	25.00	0.78	0.39	37.31	254.94	138.67
Codo	11	100	2.38	836.41	838.79	46.00	45.00	30.00	0.78	0.39	148.85	851.96	13.16
Tee	12	100	2.38	836.41	838.79	46.00	45.00	30.00	0.78	0.39	148.85	851.96	13.16
Tee	13	100	2.38	836.41	838.79	46.00	45.00	30.00	0.78	0.39	148.85	851.96	13.16
Tee	14	150	5.36	1881.92	1887.28	100.00	50.00	50.00	0.78	0.39	599.58	2,129.87	242.59
Tee	15	100	2.38	836.41	838.79	46.00	45.00	30.00	0.78	0.39	148.85	851.96	13.16
Tee	16	100	2.38	836.41	838.79	46.00	45.00	30.00	0.78	0.39	148.85	851.96	13.16
Tee	17	150	5.36	1881.92	1887.28	100.00	50.00	50.00	0.78	0.39	599.58	2,129.87	242.59
Tee	18	100	2.38	836.41	838.79	46.00	45.00	30.00	0.78	0.39	148.85	851.96	13.16
Tee	19	100	2.38	836.41	838.79	46.00	45.00	30.00	0.78	0.39	148.85	851.96	13.16
Tee	20	100	2.38	836.41	838.79	46.00	45.00	30.00	0.78	0.39	148.85	851.96	13.16
Tapón	21	100	2.38	836.41	838.79	46.00	45.00	30.00	0.78	0.39	148.85	851.96	13.16
Tapón	22	100	2.38	836.41	838.79	46.00	45.00	30.00	0.78	0.39	148.85	851.96	13.16
Tapón	23	100	2.38	836.41	838.79	46.00	45.00	30.00	0.78	0.39	148.85	851.96	13.16
Reducción	24	100	2.38	836.41	838.79	46.00	45.00	30.00	0.78	0.39	148.85	851.96	13.16
Reducción	25	100	2.38	836.41	838.79	46.00	45.00	30.00	0.78	0.39	148.85	851.96	13.16
Reducción	26	100	2.38	836.41	838.79	46.00	45.00	30.00	0.78	0.39	148.85	851.96	13.16
Reducción	27	100	2.38	836.41	838.79	46.00	45.00	30.00	0.78	0.39	148.85	851.96	13.16

Fuente: Consorcio Bosa, 2020

6.4 EMPALME DE TUBERIAS

Teniendo en cuenta que el 100% de la tubería se va a cambiar, existen empates de tuberías que de acuerdo a la NS-023 deben ser atendidas de acuerdo al tipo de empate, es por eso que para el caso de Argelia los empates serán de estos tipos:

Figura 6-3 Empate de tuberías de acueducto Tipo 1A

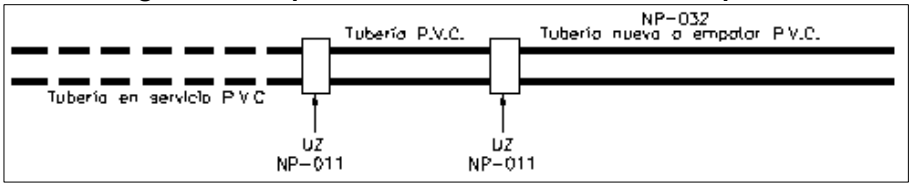


Fuente: Norma EAAB NS – 023, 2020.

Cuyos accesorios son:

- 1 metro de Tubería PVC
- 1 Tee HD para PVC
- 2 Uniones ZZ(UZ)
- 1 anclaje para tee
- 2 uniones de reparación (UR)

Figura 6-4 Empate de tuberías de acueducto Tipo 1B

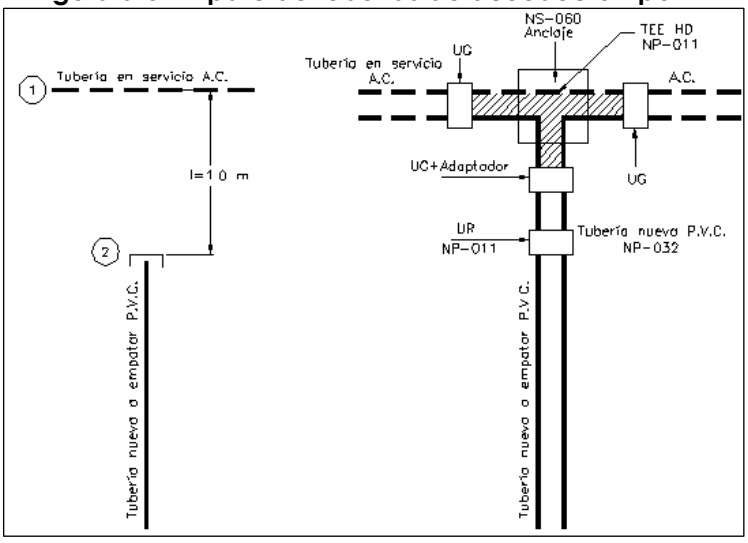


Fuente: Norma EAAB NS – 023, 2020.

Cuyos accesorios son:

- 1 Unión ZZ(UZ)

Figura 6-5 Empate de tuberías de acueducto Tipo 2A

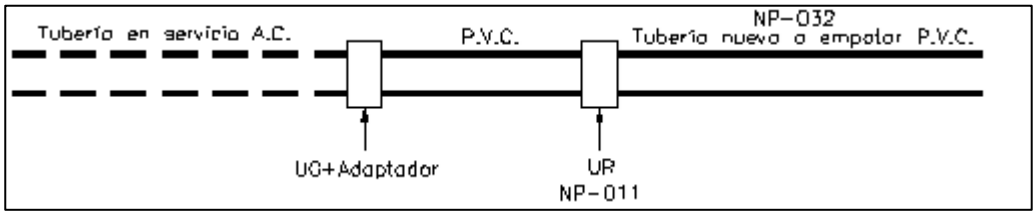


Fuente: Norma EAAB NS – 023, 2020.

Cuyos accesorios son:

- 1 metro de Tubería PVC
- 1 Tee HD para AC
- 3 uniones Gibault (UC)
- 1 adaptador PVC – AC con unión soldada para tubería
- 1 adaptador PVC – AC con unión Z
- 1 uniones de reparación (UR)
- 1 anclaje para Tee

Figura 6-6 Empate de tuberías de acueducto Tipo 2B



Fuente: Norma EAAB NS – 023, 2020.

Cuyos accesorios son:

- 1 metro de Tubería PVC
- 1 Union reparación (UR)
- 1 uniones Gibault (UC)
- 1 adaptador PVC – AC con unión soldada para tubería
- 1 adaptador PVC – AC con unión Z

7 CONCLUSIONES

- Teniendo en cuenta que, al realizar el diagnóstico del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, la infraestructura para la escorrentía superficial existente era insuficiente, se localizaron sumideros hacia el bombeo central o lateral según el diseño geométrico, por lo anterior los algunos trazados de las tuberías del sistema de alcantarillado pluvial se reajustaron al igual que la localización de los pozos, por lo cual se optó por realizar diseños nuevos conservando solamente la infraestructura de conexión con los tramos afluentes al sistema.

- Para los sistemas de alcantarillado sanitario, algunos de los tramos presentan fuerzas tractivas inferiores al permitido por norma, esto se debe a que los puntos de conexión existentes se encuentran muy superficiales y el diseño se encuentra limitado a los tramos afluentes que no se encuentran dentro del alcance de la consultoría.

- El sistema de acueducto existente posee en su mayoría tubería en PVC de 3" y 4", por lo que se recomienda realizar un el cambio del 65% de la tubería de 3" a 4" según lo establecido en la norma, adicionalmente se encuentran tramos en Asbesto Cemento (AC) los cuales requieren de un cambio de tubería.

- Para el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, según investigaciones realizadas, tienen tuberías con edades de alrededor de 20 años de instaladas, si se relaciona con el tiempo adicional por las obras que se van a realizar en la zona, se recomienda inspeccionar con sistemas de CCTV para comprobar su estado y tener una valoración para determinar la renovación.

ANEXOS

ANEXO 1 . MEMORIAS DE CÁLCULO

(Anexo digital)

ANEXO 2. MODELOS HIRÁULICOS

(Anexo digital)

ANEXO 3 . PLANOS
(Anexo físico y digital)