

**DISEÑAR EL SISTEMA DE SANEAMIENTO PARA EL BARRIO BOSA SAN JOSÉ II SECTOR DE LA LOCALIDAD  
DE BOSA, BOGOTÁ D.C.**

Paula Andrea Rincón Obando, Diego Alejandro Rey Velásquez, Felio Andrade Bastidas



**UNIVERSIDAD**  
**La Gran Colombia**

Vigilada MINEDUCACIÓN

Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2023

**Diseñar el sistema de saneamiento para el Barrio Bosa San José II sector de la localidad de Bosa,  
Bogotá D.C.**

**Paula Andrea Rincón Obando, Diego Alejandro Rey Velásquez, Felio Andrade Bastidas**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero civil**

**Director ingeniero Luis Efrén Ayala Rojas**



**UNIVERSIDAD  
La Gran Colombia**

Vigilada MINEDUCACIÓN

**Ingeniería Civil**

**Facultad de Ingeniería**

**Universidad La Gran Colombia**

**Bogotá D.C.**

**2023**

### **Dedicatoria**

Para mis padres, mi mayor inspiración, y para todos aquellos que creyeron en mí en este viaje académico. ¡Gracias por su apoyo inquebrantable!

A mis amigos y familiares, por su amor, paciencia y ánimo constante en este camino. Este logro también es suyo.

A mi familia, por su guía y sabiduría invaluable. Este trabajo de grado es un testimonio de su influencia en mi vida académica.

### **Agradecimientos**

Quiero expresar nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Gran Colombia y, en especial, al ingeniero Luis Efrén Ayala Rojas, quien desempeñó un papel fundamental como director del trabajo de grado. Su orientación experta y compromiso inquebrantable fueron pilares fundamentales en la realización de este proyecto académico. Gracias por su invaluable contribución a nuestra formación profesional.

**Tabla de contenido**

<b>1</b>	<b>RESUMEN</b> .....	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>ABSTRACT</b> .....	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>23</b>
4.1	OBJETIVO GENERAL .....	23
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	23
<b>5</b>	<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>24</b>
<b>6</b>	<b>MARCO REFERENCIAL</b> .....	<b>26</b>
6.1	MARCO CONCEPTUAL .....	26
6.1.1	<i>Calidad de vida</i> .....	26
6.1.2	<i>Sistema de alcantarillado</i> .....	27
6.1.3	<i>Aguas Residuales</i> .....	28
6.1.4	<i>Áreas Tributarias</i> .....	28
6.1.5	<i>Transporte de Aguas Residuales</i> .....	29
6.1.6	<i>Componentes de una Red de Alcantarillado Sanitario</i> .....	29
6.1.7	<i>Modelación SewerGEMS</i> .....	32
6.2	MARCO GEOGRÁFICO .....	33
6.2.1	<i>Localización</i> .....	33
6.3	MARCO LEGAL .....	34
<b>7</b>	<b>ASPECTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>36</b>
7.1	FASE 1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN Y RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN .....	36
7.2	FASE 2. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	37
7.3	FASE 3. PREDISEÑO DEL SISTEMA .....	37

# DISEÑAR EL SISTEMA DE SANEAMIENTO PARA EL BARRIO BOSA SAN JOSÉ II SECTOR DE LA LOCALIDAD

DE BOSA, BOGOTÁ D.C.

6

7.4	FASE 4. PRESUPUESTO DEL SISTEMA. ....	37
7.5	FASE 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	38
<b>8</b>	<b>TRABAJO DE CAMPO.....</b>	<b>39</b>
8.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. ....	39
8.1.1	<i>Localización de Actividades Topográficas.....</i>	<i>39</i>
8.1.2	<i>Comisión de Campo. ....</i>	<i>40</i>
8.1.3	<i>Puntos de Amarre Topográfico.....</i>	<i>41</i>
8.1.4	<i>Equipo Utilizado.....</i>	<i>41</i>
8.1.5	<i>Metodología de los Trabajos Topográficos. ....</i>	<i>42</i>
8.1.6	<i>Trabajo de Oficina. ....</i>	<i>54</i>
8.1.7	<i>Resultados de Actividades Topográficas. ....</i>	<i>55</i>
8.2	ANÁLISIS POBLACIONAL.....	56
8.2.1	<i>Estrato Socioeconómico.....</i>	<i>56</i>
8.2.2	<i>Delimitación Predial. ....</i>	<i>57</i>
8.2.3	<i>Cantidad de Pisos. ....</i>	<i>58</i>
8.2.4	<i>Usos del Suelo.....</i>	<i>58</i>
8.2.5	<i>Información Poblacional.....</i>	<i>59</i>
8.2.6	<i>Proyección Poblacional.....</i>	<i>61</i>
<b>9</b>	<b>PARÁMETROS DE DISEÑO. ....</b>	<b>69</b>
9.1	REQUERIMIENTOS DE DISEÑO .....	69
9.2	CAUDAL MEDIO DIARIO DE AGUAS RESIDUALES. ....	72
9.2.1	<i>Caudal de Aguas Residuales Domesticas.....</i>	<i>73</i>
9.2.2	<i>Caudal de Aguas Residuales Industriales.....</i>	<i>73</i>
9.2.3	<i>Caudal de Aguas Residuales Comerciales.....</i>	<i>73</i>

DISEÑAR EL SISTEMA DE SANEAMIENTO PARA EL BARRIO BOSA SAN JOSÉ II SECTOR DE LA LOCALIDAD DE BOSA, BOGOTÁ D.C. 7

9.2.4	Caudal de Aguas Residuales Institucionales.....	74
9.2.5	Caudales de Aguas Residuales por Conexiones Erradas.....	74
9.2.6	Caudal por Infiltración.....	74
9.3	EMPATE POR LA LÍNEA DE ENERGÍA PARA FLUJO SUPERCRÍTICO.....	75
9.3.1	Entrada no Sumergida.....	75
9.3.2	Entrada Sumergida.....	77
9.4	PROPUESTA DE DISEÑO DE COLECTORES Y DOMICILIARIAS.....	79
9.5	VALIDACIÓN HIDRÁULICA DE DISEÑO.....	82
9.6	CIMENTACIÓN Y RELLENO DE TUBERÍAS.....	89
9.7	CARACTERÍSTICAS DOMICILIARIAS.....	92
9.8	MODELACIÓN SEWERGEMS.....	99
9.8.1	Configuración opciones de cálculo.....	100
9.8.2	Configuración de tuberías y pozos.....	100
9.8.3	Insertar pozos de inspección.....	101
9.8.4	Insertar tubería en PVC 8”.....	101
9.8.5	Insertar pozo de salida CMP162940.....	102
9.8.6	Insertar caudales.....	102
9.8.7	Insertar etiqueta de tuberías y pozos.....	103
9.8.8	Calculo de modelo alcantarillado sanitario.....	103
9.8.9	Creación de perfiles alcantarillado sanitario.....	104
9.8.10	Perfiles alcantarillado sanitario.....	104
9.9	CANTIDADES DE OBRA.....	105
<b>10</b>	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>108</b>
<b>11</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>110</b>
<b>12</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>112</b>

DISEÑAR EL SISTEMA DE SANEAMIENTO PARA EL BARRIO BOSA SAN JOSÉ II SECTOR DE LA LOCALIDAD  
DE BOSA, BOGOTÁ D.C. 8

**13 ANEXOS ..... 115**

### Lista de Ilustraciones

Ilustración 1 Localización Barrio Bosa San José II en UPZ Tintal Sur .....	33
Ilustración 2 Delimitación barrio Bosa San José II.....	34
Ilustración 3 Vista satelital barrio Bosa San José II .....	34
Ilustración 4 Localización general de tramos levantados .....	39
Ilustración 5 Localización Puntos de Referencia .....	41
Ilustración 6 Referencias materializadas y posicionadas. ....	42
Ilustración 7 Localización Línea Base .....	44
Ilustración 8 Posicionamiento SJ-GNSS2.....	44
Ilustración 9 Posicionamiento SJ- GPS1 .....	45
Ilustración 10 Información Cargada en el Software TBC V5 .....	45
Ilustración 11 Transformación de coordenadas geográficas a cartesianas de época actual a época 2018.0 .....	47
Ilustración 12 Punto de Partida Nivelación.....	48
Ilustración 13 Ubicación Vértice para nivelación e información base .....	48
Ilustración 14 Ruta de Nivelación .....	49
Ilustración 15 Ubicación de Puntos de Control en Terreno .....	50
Ilustración 16 Dron Mavic 2 Pro.....	52
Ilustración 17 Ruta de vuelo en terreno de área de interés .....	52
Ilustración 18 Alineación de Fotos en software Agisoft.....	53
Ilustración 19 Alineación de fotos con chequeo puntos de control .....	53

## DISEÑAR EL SISTEMA DE SANEAMIENTO PARA EL BARRIO BOSA SAN JOSÉ II SECTOR DE LA LOCALIDAD

DE BOSA, BOGOTÁ D.C. 10

Ilustración 20 Curvas de Nivel y Topografía generada.....	55
Ilustración 21 Ortofoto generada Bosa San José .....	56
Ilustración 22 Estrato socio económico barrio Bosa San José II .....	57
Ilustración 23 Delimitación predial barrio Bosa San José II .....	57
Ilustración 24 Pisos promedio barrio Bosa San José II .....	58
Ilustración 25 Uso del Suelo barrio Bosa San José II .....	59
Ilustración 26 Localización y área UPZ 87 TINTAL SUR .....	60
Ilustración 27 Información UPZ 87 TINTAL SUR .....	60
Ilustración 28 Empate para flujo supercrítico con pozo de caída y entrada no sumergida. ....	75
Ilustración 29 Empate para flujo supercrítico con pozo de caída y entrada sumergida. ....	77
Ilustración 30 Determinación de $H_w$ . debe afectarse por el coeficiente K.....	78
Ilustración 31 Plano cámara CMP162940 .....	80
Ilustración 32 Predios sin solución de conexión a red sanitaria .....	81
Ilustración 33 niveles de terreno Barrio Bosa San José II.....	82
Ilustración 34 Configuración opciones de calculo.....	100
Ilustración 35 Configuración de tuberías y pozo.....	100
Ilustración 36 Insertar pozos de inspección.....	101
Ilustración 37 Insertar tubería en PVC 8" .....	101
Ilustración 38 Insertar pozo de salida CMP162940.....	102
Ilustración 39 Insertar caudales.....	102
Ilustración 40 Insertar etiquetas de tuberías y pozos.....	103
Ilustración 41 Calculo de modelo alcantarillado sanitario .....	103
Ilustración 42 9.8.9 Creación de perfiles alcantarillado sanitario.....	104

DISEÑAR EL SISTEMA DE SANEAMIENTO PARA EL BARRIO BOSA SAN JOSÉ II SECTOR DE LA LOCALIDAD

DE BOSA, BOGOTÁ D.C.

11

Ilustración 43 Perfiles alcantarillado sanitario..... 104

Ilustración 44 Perfil generado alcantarillado sanitario ..... 105

### Lista de Tablas

Tabla 1 Comisión de Topografía. ....	40
Tabla 2 Coordenadas y Cotas de referencias materializadas en Época 2018.0 .....	42
Tabla 3 Coordenadas geodésicas ajustadas.....	47
Tabla 4 Resultado Lista de Puntos de Control por medio de RTK.....	51
Tabla 5 Coordenadas GNSS procesadas.....	55
Tabla 6 Cotas Puntos Posicionados.....	55
Tabla 7 Proyección resumida de población UPZ 87 Tintal Sur.....	63
Tabla 8 Proyección de población UPZ 87 Tintal Sur .....	64
Tabla 9 Ocupación por vivienda y por Usuario .....	67
Tabla 10 Dotaciones brutas para consumo de agua .....	69
Tabla 11 Profundidades mínimas de instalación tuberías .....	70
Tabla 12 Velocidad máxima permitida .....	70
Tabla 13 Relaciones máximas permitidas Y/D alcantarillado sanitario.....	71
Tabla 14 Valores de Maximización .....	72
Tabla 15 Coeficiente K en pozos de unión con caída .....	77
Tabla 16 Valores resumen de cálculo de redes.....	83
Tabla 17 Validación hidráulica red sanitaria proyectada.....	84
Tabla 18 Perfiles red sanitaria proyectada .....	87
Tabla 19 Cálculo de cimentación redes proyectadas.....	89
Tabla 20 Valores domiciliarias proyecto .....	92
Tabla 21 Cantidades de obra resumidas red de alcantarillado Bosa San José II .....	105

Tabla 22 Cantidades de tubería red de alcantarillado Bosa San José II ..... 106

## Glosario

aguas lluvias	Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y/o de las aguas lluvias, 28, 29, 30, 31, 35, 36, 48
Aguas provenientes de la precipitación pluvial mientras no hayan sido sometidas a uso alguno, 27, 28	
Aguas provenientes de la precipitación pluvial mientras no hayan sido sometidas a uso alguno, 27	Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y/o de las aguas lluvias, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 27
Aguas Residuales	
Desechos líquidos provenientes de residencias, edificios, instituciones, fabricas o industrias., 72, 73, 74	Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y/o de las aguas lluvias, 35
Desechos líquidos provenientes de residencias, edificios, instituciones, fabricas o industrias., 28, 29	Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y/o de las aguas lluvias, 35
Aguas Residuals	
Desechos líquidos provenientes de residencias, edificios, instituciones, fabricas o industrias., 32	Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y/o de las aguas lluvias, 36
aguas servidas	
Desecho líquido proveniente de lavamanos, tinas de baño, duchas, lavaplatos, y otros artefactos que no descarguen materias fecales., 31	Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y/o de las aguas lluvias, 37
Desecho líquido proveniente de lavamanos, tinas de baño, duchas, lavaplatos, y otros artefactos que no descarguen materias fecales., 23	Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y/o de las aguas lluvias, 59
alcantarillado	Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y/o de las aguas lluvias, 69

Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y/o de las aguas lluvias, 71	Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas para la recolección y conducción de las aguas lluvias, 28
Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y/o de las aguas lluvias, 72	Alcantarillado de Aguas Residuales Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y conducción de las aguas residuales domesticas y/o industriales., 28
Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y/o de las aguas lluvias, 74	Áreas Tributarias Superficie que drena hacia un tramo o punto determinado., 28
Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y/o de las aguas lluvias, 79	caja de inspección Cámara localizada en un limite de la red publica de alcantarillado y la privada, que recoge las aguas residuales , lluvias o combinadas provenientes de un inmueble., 71, 79
Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y/o de las aguas lluvias, 105	
Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y/o de las aguas lluvias, 106	Caudal de Diseño Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado., 71
Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y/o de las aguas lluvias, 110	Colector Conducto que forma parte del sistema de alcantarillado, diseñado y dispuesto para recolectar y conducir aguas residuales, lluvias o combinadas., 79
Alcantarillado de Aguas Combinadas Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas para la recolección y conducción, tanto de las aguas residuales como de las aguas lluvias, 27	Periodo de Diseño Tiempo para el cual se diseña un sistema o los componentes de éste, en el cual su capacidad
Alcantarillado de Aguas Lluvias	

permite atender la demanda proyectada para este  
tiempo., 29

## 1 Resumen

Para diseñar la red de alcantarillado del barrio Bosa San José II sector, como actividad inicial, se realizó el catastro de redes en la zona, así como la investigación socioeconómica del sector, recurriendo a Sistemas de información geográfica (Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá IDECA y Sistema de Información de Norma Urbana y Plan de Ordenamiento Territorial SINUPOT) y entidades gubernamentales como la Dirección Nacional de Estadística DANE, Secretaria Distrital de Planeación SDP y de gobierno; estableciendo parámetros requeridos para determinar valores de dotación y proyección de población.

Posteriormente, se realizó investigación de información de redes existentes en la zona, recurriendo al Sistema de Información Geográfico Unificado Empresarial SIGUE-EAAB y a la división de planoteca de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP), encontrando que la cámara existente CMP162940 ubicado la calle 88 sur con carrera 87M localizado dentro del barrio Bosa San José II Sector, objeto de estudio. Paralelamente se proyecta la población de diseño a 30 años de acuerdo a la norma NS del SISTEC (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2023), corroborando no exceder la densidad poblacional planteada en el POT.

Tras obtener la información necesaria, se exponen los parámetros de diseño técnicos y normativos para redes de alcantarillado sanitario exigidos por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB-ESP, siendo efectuada la validación hidráulica correspondiente, empleando la hoja de cálculo de PAVCO de Excel ya formulada y avalada para este propósito. Dicho elemento también permite

establecer perfiles hidráulicos, tipo de cimentación y relleno, así como cantidades de obra, para ser presupuestadas con precios base de la EAAB-ESP.

Finalmente son analizados los resultados obtenidos, junto a las conclusiones correspondientes.

*Palabras clave: Alcantarillado sanitario, Conexiones domiciliarias, Barrio legalizado, Caudal, EAAB-ESP, Topografía, GPS, Cota, Puntos de Amarre, Periodos de diseño, Conexiones erradas*

## 2 Abstract

To design the sewage network for the Bosa San José II sector, an initial activity involved conducting a survey of the infrastructure in the area and a socio-economic investigation of the sector. This was accomplished using Geographic Information Systems (IDECA and SINUPOT) and government entities such as DANE, the District Planning Secretary, and the Office of Government. These efforts helped establish the necessary parameters for determining the allocation rates and population projections.

Subsequently, research was conducted on existing network information in the area, utilizing SIGUE-EAAB and the planoteca division of the Bogotá Aqueduct and Sewerage Company (EAAB-ESP). It was found that the existing chamber CMP162940 is located within the study area. In parallel, the population for a 30-year design period was projected in accordance with the NS standard of SISTEC (Bogotá Aqueduct and Sewerage Company, 2023), ensuring that it does not exceed the population density specified in the POT (Territorial Ordering Plan).

After obtaining the necessary information, technical and regulatory design parameters for sanitary sewer networks required by EAAB-ESP are presented. The corresponding hydraulic validation is performed using the Excel-based PAVCO spreadsheet, which is formulated and endorsed for this purpose. This tool also enables the establishment of hydraulic profiles, foundation and backfill types, as well as the quantities of work, to be budgeted with the base prices of EAAB-ESP.

Finally, the obtained results are analyzed along with the corresponding conclusions.

*Keywords: Alcantarillado sanitario, Conexiones domiciliarias, Barrio legalizado, Caudal, EAAB-ESP, Topografía, GPS, Cota, Puntos de Amarre*

### 3 Introducción

El barrio Bosa San José II Sector, localidad de Bosa de la ciudad de Bogotá, se encuentra en proceso de legalización del mismo, con lo cual se abre la puerta para diversas intervenciones de infraestructura que no se habían podido desarrollar por su condición de informalidad, entre ellas la construcción de un sistema sanitario, la cuales requiere de un diseño previo; es por esto que la comunidad de dicho sector realizó a la Universidad la Gran Colombia la solicitud de levantamiento topográfico y el trazado del sistema de saneamiento, como elemento fundamental en el proceso de legalización del barrio, esta comunidad refiere que “se encuentra afectada y viviendo en condiciones precarias e inhumanas por no contar con los servicios básicos de acueducto, alcantarillado, infraestructura vial entre otros. Es así que, las aguas residuales de los habitantes del sector están vertiendo en vía pública, causando rebosamiento e inundando las viviendas, lo que las hace extremadamente peligrosas al ser descargadas en la superficie trayendo como consecuencia los malos olores y poniendo en riesgo la vida, la salud y bienestar de la comunidad”, dicho barrio está delimitado por la calle 88 a sur hasta la calle 87 b sur entre la carrera 87 C hasta la carrera 86.

Es un deber de la ingeniería y en particular de la Universidad la Gran Colombia como universidad cristiana contribuir a la solución de estos problemas cumpliendo los criterios de diseño dictados en la Resolución 799 de 2021 por la cual modifica la Resolución 0330 de 2017, por esta razón el proyecto o monografía busca aportar mediante el diseño de un sistema de saneamiento con su correspondiente presupuesto.

Por otra parte el Gobierno Nacional definió a través del documento CONPES 3918 los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) para Colombia; para los cuales en el barrio Bosa San José II sector con este problema no se cumple el Objetivo 1 Fin de La Pobreza, Objetivo 3 Salud y Bienestar y Objetivo 6 Agua Limpia y Saneamiento, porque si se quiere reducir o minimizar las estadísticas es una manera de contribuir, es decir la población a la cual no se le garantiza la disponibilidad de agua y su ordenación sostenible y el saneamiento que nos lleva a la disminución de la pobreza en todas sus formas, entonces se debe contribuir. Este proyecto en particular ayuda a contribuir en parte a mitigar estos compromisos del Gobierno Nacional. Con base en lo mencionado, se encuentra que el sistema de alcantarillado sanitario es prioritario para esta comunidad por sobre otros sistemas que podrán ser diseñados por otros miembros de la Universidad La Gran Colombia.

## **4 Objetivos**

### **4.1 Objetivo General**

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario en el barrio Bosa San José Sector II en la ciudad de Bogotá, que recolecta las aguas servidas generadas por las viviendas y sean incorporadas a un sistema existente acorde a las disposiciones normativas y técnicas vigentes.

### **4.2 Objetivos Específicos**

- Recopilación de información técnica y caracterización social del barrio Bosa san José Sector II.
- Diseñar el sistema de alcantarillado que cumpla con lo requerimiento de la Resolución 799 de 2021 y las normas NS EAAB para el barrio Bosa san José Sector II, encaminar el proyecto a cumplir con el objetivo 1, objetivo 3 y el objetivo 6 de la agenda ODS Colombia 2023.
- Presupuestar el diseño de acuerdo con los precios base de la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá.

## 5 Antecedentes

Como estudios de referencia, en la tesis de maestría de la Universidad de los Andes elaborado por la ingeniera Norma Rodríguez en el año 2006, se presenta una investigación acerca de los métodos actuales y más efectivos para la evaluación del funcionamiento de un sistema de alcantarillado y la solución apropiada en los mismos. En cuanto a los resultados cabe resaltar aspectos importantes desde diversos puntos de vista tales como el hidráulico, estructural, ambiental y determinación de costo beneficio de tal manera que sea posible evaluar la forma más apropiada para cada caso particular. (Rodríguez Espinosa, 2006).

En año 2010 Andrés Fernando Ortiz Álvarez, estudiante de ingeniería civil presentó como trabajo de grado “estudio descriptivo de la situación física y funcional del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario del municipio San Cayetano en el Departamento de Cundinamarca Colombia”, este estudio se realizó con el fin de realizar un correcto diseño sistemas de alcantarillado del municipio, el cual cumpla con las normativas legales vigentes del país, cabe destacar los aportes propuestos ya que el Municipio también se encuentra en el Departamento de Cundinamarca. (Ortiz Álvarez, 2010).

En el año 2015 estudiantes de ingeniería civil de la Universidad la Gran Colombia presentaron como trabajo de grado “DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA VEREDA ALTAMAR EN EL MUNICIPIO DE LA CALERA CUNDINAMARCA.” Con el fin brindar una solución contundente a la necesidad presentada en esta comunidad de tal manera que se logre evacuar las aguas provenientes de las viviendas y dándoles como destino final la planta de tratamiento de aguas residuales para su

posterior entrega a la fuente hídrica conocida como río Teusacá en las condiciones técnicas, ambientales apropiadas exigidas dentro de la legislación normativa colombiana y al mismo tiempo se garantice a la población la no afectación de la salud pública del sector debido a contaminantes esparcidos a los terrenos de la vereda Altamar por la no existencia de dicho alcantarillado. (Arevalo Satoque, Garzon Pardo, & Real Perez, 2015).

Para el año 2019 el estudiante Anderson Steven Cipriano Betancourt de la Universidad Católica de Colombia presentó el proyecto Diseño Acueducto y Alcantarillado Barrio Unir II en la Localidad de Engativá en la Ciudad de Bogotá, donde se presentó un gran problema, no disponen de redes de abastecimiento de agua potable de óptimas condiciones puesto que cada casa dispone de una motobomba para hacer llegar el agua a pisos superiores, tampoco cuentan con un sistema de aguas sanitarias de calidad, en este aspecto las personas del sector han elaborado su propio sistema de drenaje de aguas residuales sin ningún tipo de supervisión ingenieril; es evidente notar alrededor del humedal la proliferación de vectores y plagas que generan un gran problema para las personas que habitan el sector. (Betancourt, 2019).

## 6 Marco Referencial

Según la monografía abordada, es esencial tener en cuenta conceptos clave como la calidad de vida de las personas afectadas. La estructura del sistema de recolección y conducción de aguas residuales busca principalmente dignificar la calidad de vida de la población afectada.

### 6.1 Marco Conceptual

#### 6.1.1 *Calidad de vida*

Se puede decir que el concepto de calidad de vida depende de las diferentes generalidades los cuales combinan componentes subjetivos y objetivos partiendo desde un punto común como lo es el bienestar individual. Puede ser abordado desde distintos puntos de vista y desde cada uno encontrar una interpretación o perspectiva diferente, así mismo, depende desde la condición en que se encuentre su interprete, dado que si su interpretación se realiza desde países desarrollados, probablemente las necesidades a satisfacer no obedecen a las necesidades básicas de un país donde su desarrollo se encuentre en proceso, donde su calidad de vida alude a la satisfacción de las necesidades esenciales como lo son la educación, salud, acceso a servicios públicos vitales, etc. (Juan Antonio Fernandez, 2010).

De acuerdo a lo anterior, podemos aseverar que, la calidad de vida en un país como Colombia, concierne con lo dicho por Gildenberger en 1978, donde establece que la calidad de vida es “la capacidad que posee un grupo social ocupante de satisfacer sus necesidades con los recursos disponibles en un espacio natural dado. Abarca los elementos necesarios para alcanzar una vida humana

decente” (Gildenberger, 1978), es necesario en este contexto, la acción política para lograr la dignidad en la vida humana.

### **6.1.2 Sistema de alcantarillado**

En el artículo elementos de diseño para acueductos y alcantarillados, (Cualla, 1995) menciona que, “dentro de la problemática de saneamiento básico tiene como eje de vital importancia el suministro de agua potable y la recolección de aguas residuales, cada población por pequeña que sea debería contar con un sistema de acueducto y alcantarillado si se espera un mínimo desarrollo económico y social en la zona de estudio”. El sistema de alcantarillado consiste en la organización de estructuras y tuberías relacionadas entre sí, que dan lugar al transporte de aguas residuales para el caso del alcantarillado sanitario y para las aguas lluvias bajo el mismo principio de relación entre las estructuras de control e inspección y tuberías, el alcantarillado pluvial recoge y transporta las aguas producto de escorrentía superficial desde el lugar en donde se generan hasta el sitio donde se vierten al cause o se traten. (Flores, 2011).

#### **6.1.2.1 Alcantarillado de Aguas Combinadas**

Este sistema se encarga de realizar la recolección y conducción de todas las aguas sanitarias y de aguas lluvias para llevarlas a su disposición final, que en el general de sus casos se dirige a plantas de tratamiento. (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2023).

#### **6.1.2.2 Alcantarillado de Aguas Lluvias**

Es el sistema de red de alcantarillado que está diseñado única y exclusivamente para la recolección y conducción de las aguas lluvias, productos de las escorrentías superficiales de un área específica. (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2023).

#### **6.1.2.3 Alcantarillado de Aguas Residuales**

Este sistema de red de alcantarillado este compuesto por todas las instalaciones domésticas e industriales destinadas para la recolección y conducción de las aguas sanitarias de un sector. (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2023).

#### **6.1.3 Aguas Residuales**

Se le llaman aguas residuales a todas aquellas que tengan afectación a su calidad por influencia externa como el hombre, estas pueden resultar de actividades diarias en los usos domésticos, también en el uso comerciales, usos de actividad industrial y de servicios o aguas que fueron combinadas con aguas mencionadas anteriormente. (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2023).

#### **6.1.4 Áreas Tributarias**

Se consideran los diversos usos de suelo (residencial, comercial, industrial, institucional y público). Se incluyen las zonas de desarrollo. (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2023).

### **6.1.5 Transporte de Aguas Residuales**

Según la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, (CRA, 2023) es el conjunto de redes, interceptores, accesorios, estructuras, tanques de almacenamiento y/o equipos de bombeo, en caso de que existan, empleados por un proveedor para el transporte de agua, desde los puntos donde termina el subsistema de recolección y hasta el punto donde inicia el subsistema de tratamiento y/o disposición final de aguas residuales. El tendido de alcantarillado, con tuberías maestras de mayor diámetro, puede estar situado a lo largo de la calle a unos 1,8 m o más de profundidad.

A diferencia de lo que ocurre en el tendido de suministro de agua, las aguas residuales circulan por el alcantarillado por efecto de la gravedad no por el de la presión. Es necesario que la tubería esté inclinada para permitir un flujo de una velocidad de al menos 0,46 m por segundo (CRA, 2023), ya que a velocidades más bajas la materia sólida tiende a depositarse. Los desagües principales para el agua de lluvia son similares a los del alcantarillado, salvo que su diámetro es mucho mayor.

### **6.1.6 Componentes de una Red de Alcantarillado Sanitario**

#### **6.1.6.1 Periodo de Diseño**

Las obras componentes de los sistemas de alcantarillado se diseñaron en lo posible, para sus períodos óptimos de diseño.

El período óptimo de diseño de una obra de ingeniería es una función del factor de economía de escala y de la tasa de actualización (costo de oportunidad del capital).

Dado que los componentes principales de un proyecto de alcantarillado presentan distintos factores de economía de escala, estos pueden considerarse justificables, dimensionarse para diferentes períodos intermedios de diseño.

Como regla general, las obras con economías de escala significativas se diseñarán para la capacidad final del diseño, en tanto que los otros con pequeñas economías de escala se diseñarán para períodos más cortos, de ser posibles múltiplos del período final.

#### **6.1.6.2 Condiciones de Diseño.**

En el diseño hidráulico de un sistema de alcantarillado sanitario se deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Que la solera de la tubería nunca forme gradas ascendentes, pues éstas son obstrucciones que fomentan la acumulación de sólidos.
- Que la gradiente de energía sea continua y descendente. Las pérdidas de carga deberán considerarse en la gradiente de energía.
- Que la tubería nunca funcione llena y que la superficie del líquido, según los cálculos hidráulicos de: posibles saltos, de curvas de remanso, y otros fenómenos, siempre esté por debajo de la corona del tubo, permitiendo la presencia de un espacio para la ventilación del líquido y así impedir la acumulación de gases tóxicos.
- Que la velocidad del líquido en los colectores, sean estos primarios, secundarios o terciarios, bajo condiciones de caudal máximo instantáneo, en cualquier año del período de diseño, no sea menor que 0,45 m/s y que preferiblemente sea mayor que 0,6 m/s, para impedir la acumulación de gas sulfhídrico en el líquido.

- Que la capacidad hidráulica del sistema sea suficiente para el caudal de diseño, con una velocidad de flujo que produzca auto limpieza.
- El diámetro mínimo que deberá usarse en los sistemas de alcantarillado sanitario será 0,2 m. Se ha observado además que la capacidad real de transporte de las tuberías no exceda el 60 % de su capacidad a tubo lleno.
- Colectores terciarios

Son tuberías de pequeño diámetro (150 a 250 mm de diámetro interno, que pueden estar colocados debajo de las veredas, a los cuales se conectan las acometidas domiciliarias.

- Colectores secundarios

Son las tuberías que recogen las aguas del terciario y las conducen a los colectores principales. Se sitúan enterradas, en las vías públicas.

- 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.

- Pozos de inspección

Son cámaras verticales que permiten el acceso a los colectores, para facilitar su mantenimiento.

- Conexiones domiciliarias

Son pequeñas cámaras, de hormigón, ladrillo o plástico que conectan el alcantarillado sanitario privado, interior a la propiedad, con el público, en las vías.

- Líneas de impulsión

Tubería en presión que se inicia en una estación de bombeo y se concluye en otro colector o en la estación de tratamiento.

- Estación de tratamiento de las aguas usadas o Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR):

Existen varios tipos de estaciones de tratamiento, que por la calidad del agua a la salida de la misma se clasifican en: estaciones de tratamiento primario, secundario o terciario.

- Vertido final de las aguas tratadas

El vertido final del agua tratada puede ser: Llevada a un río o arroyo; Vertida al mar en proximidad de la costa; Vertida al mar mediante un emisario submarino, llevándola a varias centenas de metros de la costa; Reutilizada para riego y otros menesteres apropiados.

### **6.1.7 Modelación SewerGEMS**

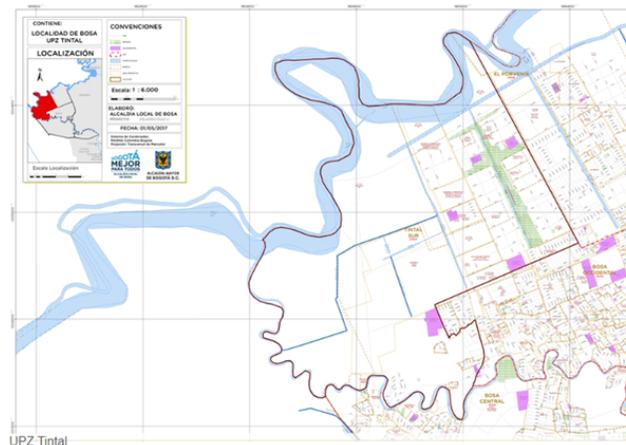
El software SewerGEMS, es un programa desarrollado por la empresa Norteamericana Bentley System, que sirve como herramienta para la simulación de sistemas de alcantarillado incluyendo sus componentes como pozos de mantenimiento, descargas, aliviaderos, coberturas, quebradas, tuberías, entre otros. Esta herramienta permite modelar de manera conjunta o separada redes de aguas de lluvias, aguas residuales y combinados de forma que podamos realizar. (EADIC, 2024).

## 6.2 Marco Geográfico

### 6.2.1 Localización

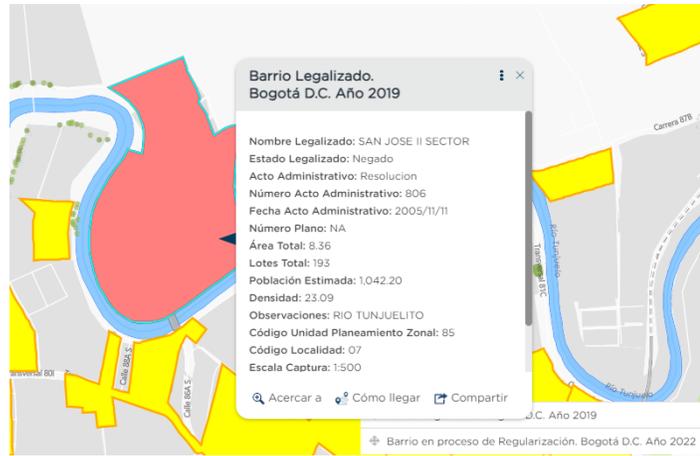
El barrio Bosa San José segundo sector se localiza al sur occidente de la ciudad de Bogotá D.C. en la localidad 07 de Bosa, UPZ 87 Tintal Sur; por el norte por la calle 87B sur, al sur por la calle 88ª sur, por el oriente por la carrera 86 y por el occidente por la carrera 87C.

*Ilustración 1 Localización Barrio Bosa San José II en UPZ Tintal Sur*



Fuente: Alcaldía Local de Bosa, demarcado propio del sector aproximado donde se ubica el barrio Bosa San José segundo sector. (Bosa, 2023)

*Ilustración 2 Delimitación barrio Bosa San José II*



Fuente: IDECA 2023 (IDECA, 2023)

*Ilustración 3 Vista satelital barrio Bosa San José II*



Fuente: Google Earth (Earth, 2023)

### 6.3 Marco Legal

En Colombia gobierna la Resolución 799 de 2021 (RAS 2021) en donde se definen los lineamientos que se deben tener en cuenta para los diseños hidráulicos de alcantarillados. También

existen resoluciones aclaratorias y/o complementarias, siendo la Resolución 0799 de 2021 y la Resolución 0908 de 2021.

Para la ciudad de Bogotá la entidad encargada de normalizar las redes del sistema de alcantarillado urbano es la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB-ESP cuyas normas NS presentan los lineamientos requeridos para el diseño de sistemas de alcantarillado, en donde se destacan las siguientes normas:

- NS-085: Criterios de diseño de sistemas de alcantarillado.
- NS-029: Pozos de inspección.
- NS-035: Requerimiento para cimentación de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado.
- NS-054: Presentación de diseños de sistemas de alcantarillado.

## **7 Aspectos Metodológicos**

Dentro de los elementos que componen un diseño de un sistema de saneamiento, este está compuesto por diversos factores como la ubicación geográfica, la topografía, componentes socio ambientales, donde se debe analizar la información histórica, lo que sucede en la actualidad y la proyección con respecto al sistema de alcantarillado en el sector del barrio Bosa San Diego. Estas características ubican al proyecto en una línea de investigación descriptiva.

Para el desarrollo se tomarán datos recolectados a lo largo del tiempo, esto con el fin de dar una dimensión al proyecto, todos estos cálculos estadísticos como la proyección de población, periodos de retorno y demás cálculos que componen el diseño de un sistema de alcantarillado, hace que existan datos de entrada generando información relevante. Por lo tanto, esto describe un trabajo mixto, pues la información que se maneja es cuantitativa y cualitativa.

### **7.1 Fase 1. Recopilación de Información y Reconocimiento del Área de Investigación**

Contempla la recopilación de los estudios técnicos y caracterización social, desde el componente técnico se realizara el levantamiento topográfico mediante vehículos no tripulado o comúnmente dicho Dron esto con el fin de conocer la planimetría del lugar, se realizara posicionamiento de placas GPS como puntos base, nivelación de los puntos base posicionados desde un punto conocido y aprobado por la EAAB-ESP, el levantamiento del eje de la vía con estación total y finalmente el catastro de la red existe a la cual se conectará el nuevo diseño. Desde el componente social se realizarán caracterizaciones con el fin de estimar la población y así mismos valores de caudales de agua desechada por vivienda y los usos

de cada una. Además, se realizará la recolección de información climatológica, geológica y también el comportamiento del suelo, el recurso hídrico aledaño al proyecto así mismo la información general necesaria.

## **7.2 Fase 2. Procesamiento de la Información.**

Consiste en el análisis de la información obtenida en terreno desde el componente técnico, como también desde el componente social, en esta sección se establecen parámetros necesarios para el diseño de alcantarillado de acuerdo con la Resolución 799 de 2021, tales como nivel de complejidad del sistema, tasas de crecimiento, proyección poblacional, dotación futura, caudales y demás.

## **7.3 Fase 3. Diseño del Sistema**

Dentro de esta etapa se da inicio al desarrollo del diseño que logre satisfacer las necesidades a los requerimientos de la población y con ello, cumpla con los parámetros y normativas vigentes en la ciudad de Bogotá. Posteriormente se procede a realizar la entrega del modelo hidráulico con planos de detalle a la comunidad del barrio Bosa San José II Sector.

## **7.4 Fase 4. Presupuesto del sistema.**

En esta etapa, se realiza la generación de presupuesto del sistema de saneamiento que brinde a la comunidad un panorama financiero basándose en los precios bases que maneja la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.

## **7.5 Fase 5. Conclusiones y Recomendaciones**

Esta última fase consiste en realizar las conclusiones y recomendaciones con base al diagnóstico y los diseños elaborados. Con el fin de aportar elementos teóricos prácticos que sirvan Para dimensionar proyectos piloto bajo esta alternativa.

## 8 Trabajo de campo

### 8.1 Levantamiento Topográfico.

Para el trabajo topográfico del barrio Bosa San José, se describe las actividades realizadas en campo, como también las memorias de cálculo, elaboración de planos base de topografía y la materialización de las referencias de campo, todo ello de acuerdo con los parámetros y criterios de la EAAB-ESP. En términos generales los levantamientos topográficos detallaron la forma del terreno, mediante levantamientos planimétricos y altimétricos.

#### 8.1.1 Localización de Actividades Topográficas

##### 8.1.1.1 Localización.

El área del Proyecto está localizada en el Departamento de Cundinamarca, en la Ciudad de Bogotá, en la Localidad N°7 correspondiente a Bosa, en el Barrio Bosa San José.

*Ilustración 4 Localización general de tramos levantados*



Fuente: Google Earth (Earth, 2023)

### 8.1.1.2 Descripción del área del proyecto.

El tramo presentado está localizado en la ciudad de Bogotá, en la Localidad de Bosa, en el barrio Bosa San José II sector, el proyecto se desarrolló en por la calle 88 a sur hasta la calle 87B sur entre la carrera 87C hasta la carrera 86, en donde se levantó un área de alrededor de 72180 m2.

### 8.1.2 Comisión de Campo.

Para las labores de topografía fue necesario disponer de personal profesional el cual está capacitado para realizar cualquier labor de topografía esto con el fin de brindar calidad al trabajo.

*Tabla 1 Comisión de Topografía.*

<b>Nombres</b>	<b>Cargo</b>	<b>Documento</b>
Diego Alejandro Rey	Topógrafo	C.C. 1012360938 de Bogotá
Paula Rincón	Topógrafo	C.C. 1.015.449.397 de Bogotá
Felio Andrade Bastidas	Auxiliar	C.C. 1.079.410.505 de Tesalia
José Alberto Pinzón	Auxiliar	C.C. 13.141.440 de Bucaramanga

Fuente: Propia

El topógrafo contratado para la realización de los levantamientos topográficos está debidamente matriculado y registrado en el Consejo Profesional Nacional de Topografía, mediante matrícula No. 01-10786, con permiso de la aeronáutica para realizar levantamientos con la tecnología de Dron. Ver Anexo 1A Licencias vuelo y matricula profesional.

### 8.1.3 Puntos de Amarre Topográfico.

En el cálculo y ajuste dos puntos de GPS doble frecuencia en la ciudad de Bogotá D.C, con el fin de incorporar los levantamientos topográficos al nuevo sistema de coordenadas para Colombia, bajo el Marco Geocéntrico Nacional MAGNA SIRGAS, según normas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi para geo referenciación con sistema de GPS.

Se determinan los vértices de control, para este caso se utilizaron para posicionamiento de GPS las antenas permanentes ABPC y ABPD, como se puede apreciar en la siguiente imagen, con unas coordenadas previamente calculadas y certificadas por el IGAC, en sistema MAGNA-SIRGAS.

Ilustración 5 Localización Puntos de Referencia



Fuente: Google Earth (Earth, 2023)

### 8.1.4 Equipo Utilizado

Para la realización de los trabajos se utilizaron los siguientes equipos topográficos

Ver anexo 1C Especificaciones y certificaciones Equipos.

- Dron Mavic mini-2
- 2 receptores GPS doble frecuencia Trimble R6 + Accesorios
- Nivel electrónico Leica DNA10 + Accesorios

### 8.1.5 Metodología de los Trabajos Topográficos.

#### 8.1.5.1 Materialización de referencias.

Los puntos materializados de apoyo para futuros levantamientos, replanteos o revisión del proyecto mismo, se llevó a cabo con dos (2) Referencia topográficas, que se describen a continuación:

Tabla 2 Coordenadas y Cotas de referencias materializadas en Época 2018.0

Vértice	Coordenada Norte	Coordenada Este	Cota
SJ-GPS-1	101989.982	84957.376	2541.5107
SJ-GNSS-2	102122.766	84910.468	2541.6221

Fuete: Propia

Ilustración 6 Referencias materializadas y posicionadas.



Fuente: Propia

### 8.1.5.2 Posicionamiento – Georreferenciación

Se realiza el posicionamiento de la pareja de GPS con equipos de Trimble R6 (Móvil Serial 5306425529 - Base Serial 5307425862) en placas existentes en terreno y tornillo, Para distancias menores a ochenta (80) kilómetros, con equipos de doble frecuencia L1/L2 se debe aplicar la siguiente fórmula:

*Ecuación 1 Tiempo de rastreo*

$$t = 65 \text{ min} + (3 \text{ min} \times (d - 10))$$

Donde:

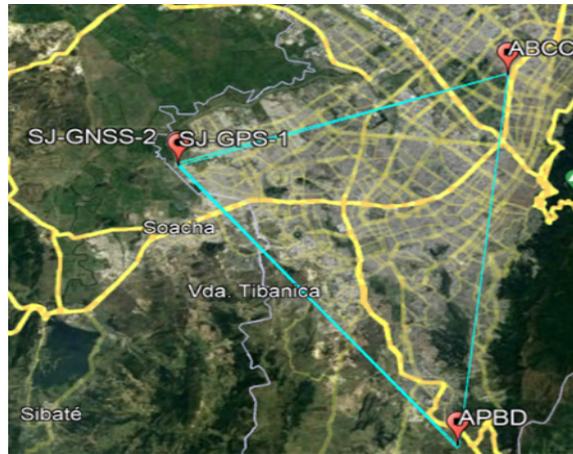
t: Tiempo de rastreo

d: Distancia en kilómetros

La sesión en el GPS-1 inició a las 11:06 am, en el GPS2 se inició a las 11:17 am con una duración de 2:50h aproximadamente.

Dicha Georreferenciación se realiza el día 3 de octubre de 2017, mediante sesión de GPS ubicando receptores de doble frecuencia Trimble R6 en los puntos marcados en terreno, denominados SJ-GPS1 y SJ-GNSS2 ubicados como se muestra en las imágenes.

*Ilustración 7 Localización Línea Base*



Fuente: Propia

*Ilustración 8 Posicionamiento SJ-GNSS2*



Fuente: Propia

Ilustración 9 Posicionamiento SJ- GPS1



Fuente: Propia

### 8.1.5.3 Procesamiento en Software

Se descargaron los datos crudos (RINEX) de los puntos posicionados y de las bases de referencia en este caso ABCC y ABPD, estos datos se suben al software Trimble Business Center V.5, donde se puede ver la información que adquiere cada equipo, como fecha, altura de la antena y serial del equipo.

Ilustración 10 Información Cargada en el Software TBC V5

Comprobación datos brutos del receptor							
Vista de puntos							
Importar	ID de punto	Nombre de archivo	Hora de inicio	Hora final	Duración	Código de característica	Enviar a RTX-PP
<input checked="" type="checkbox"/>	ABCC	abcc0890.23o	29/03/2023 6:59:42 p. m.	30/03/2023 6:59:12 p. m.	1.000000		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	ABPD	abpd0890.23o	29/03/2023 6:59:42 p. m.	30/03/2023 6:59:12 p. m.	1.000000		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	SIGNSS-1	55290890.T02	30/03/2023 11:06:42 a. m.	30/03/2023 1:51:12 p. m.	02:44:40		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	SJ-GPS-1	58620890.T02	30/03/2023 11:17:52 a. m.	30/03/2023 1:57:12 p. m.	02:39:30		<input type="checkbox"/>

Punto: Antena Receptor  
Modelo de antena: Automático  
Restablecer Aceptar Cancelar

Importar	ID de punto	Nombre de archivo	Fabricante	Δ	Tipo	Método	Altura	Nº de serie
<input checked="" type="checkbox"/>	ABC	abcc0890.23o	Leica		LEI AT504GG w/LEIS	Base del soporte de la anten	0.097 m	200457
<input checked="" type="checkbox"/>	ABPD	abpd0890.23o	Leica		LEI AT504GG w/LEIS	Base del soporte de la anten	0.097 m	200462
<input checked="" type="checkbox"/>	SIGNSS-2	55290890.T02	Trimble		R6-4 Internal	Centro del tope protector	1.759 m	
<input checked="" type="checkbox"/>	SJ-GPS-1	58620890.T02	Trimble		R6-4 Internal	Centro del tope protector	1.877 m	

Importar	Nombre de archivo	Modo topográfico	Tipo de estación de refere	Hora de inicio	Hora final	Fabricante	Tipo	Nº de ser
<input checked="" type="checkbox"/>	abcc0890.23o	Estática	Estación de una base	29/03/2023 6:59:42 p. m.	30/03/2023 6:59:12 p. m.	Leica	GRX1200GGPRO	355240
<input checked="" type="checkbox"/>	abpd0890.23o	Estática	Estación de una base	29/03/2023 6:59:42 p. m.	30/03/2023 6:59:12 p. m.	Leica	GRX1200GGPRO	355302
<input checked="" type="checkbox"/>	55290890.T02	Estática	Estación de una base	30/03/2023 11:06:42 a. m.	30/03/2023 1:51:12 p. m.	Trimble	R6-4	5306425529
<input checked="" type="checkbox"/>	58620890.T02	Estática	Estación de una base	30/03/2023 11:17:52 a. m.	30/03/2023 1:57:12 p. m.	Trimble	R6-4	5307425862

Fuente: Propia

Posteriormente se realiza la corrección de las bases de referencia y se realiza el procesamiento de línea base, dicho procesamiento nos arroja la información de coordenadas ajustadas en sistema geográfico en época actual como se ve en la siguiente tabla.

Ver Anexo 1B GNS Informe Ajuste de red Rincón de San Bernardino

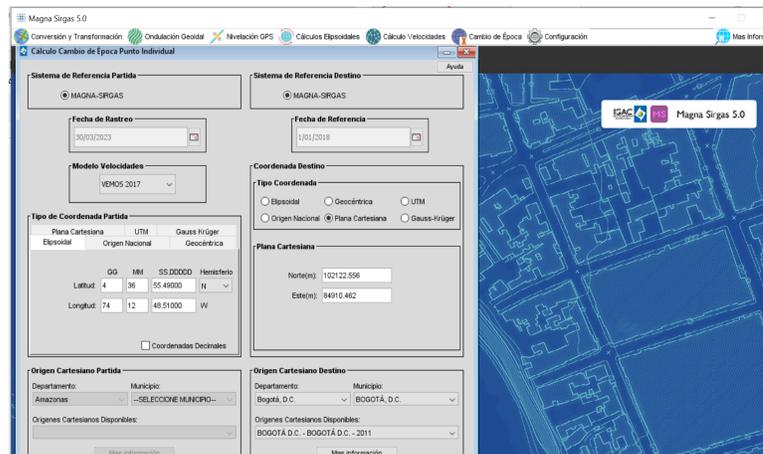
Tabla 3 Coordenadas geodésicas ajustadas

**Coordenadas geodésicas ajustadas**

ID de punto	Latitud	Longitud	Altura (Metro)	Altura Error (Metro)	Limitación
<a href="#">ABCC</a>	N4°39'40.44874"	O74°07'36.92033"	2576.196	?	LLh
<a href="#">ABPD</a>	N4°28'35.64464"	O74°05'55.92553"	2958.386	?	LLh
<a href="#">SIGNSS-2</a>	N4°36'55.49683"	O74°12'48.50928"	2564.454	0.049	
<a href="#">SJ-GPS-1</a>	N4°36'51.17591"	O74°12'46.98811"	2564.344	0.049	

Estas coordenadas se transforman a época 2018.0 en sistema plana cartesiana, por medio del software MAGNA SIRGAS 5.0.

Ilustración 11 Transformación de coordenadas geográficas a cartesianas de época actual a época 2018.0



Fuente: Propia

Ver Anexo.1B Cuadro de Coordenadas

### 8.1.5.4 Altimetría

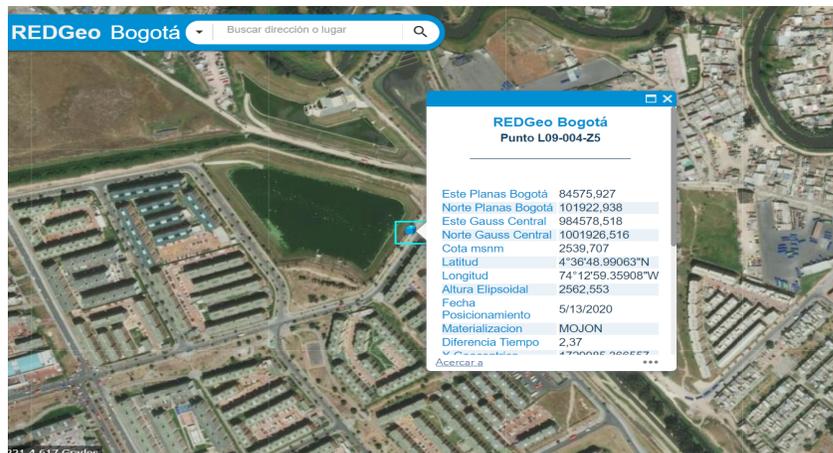
Ilustración 12 Punto de Partida Nivelación



Fuente: Propia

Se realizó el levantamiento altimétrico (nivelación geométrica) mediante nivel electrónico y mira con código de barras para minimizar el error en la nivelación. Se realizó un circuito, partiendo del vértice L09-004-Z5 perteneciente a la Red GEO Bogotá de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ubicado frente al balse Ciudad Verde costado oriental sobre la carrera 38.

Ilustración 13 Ubicación Vértice para nivelación e información base



Fuente: EAAB-ESP (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2023)

Los datos del traslado de la nivelación y su respectiva contra nivelación, se realizaron con él con nivel electrónico Leica DNA 10 con Serial 386979. Se realizó la respectiva descarga con el software Leica Geosystem original del equipo.

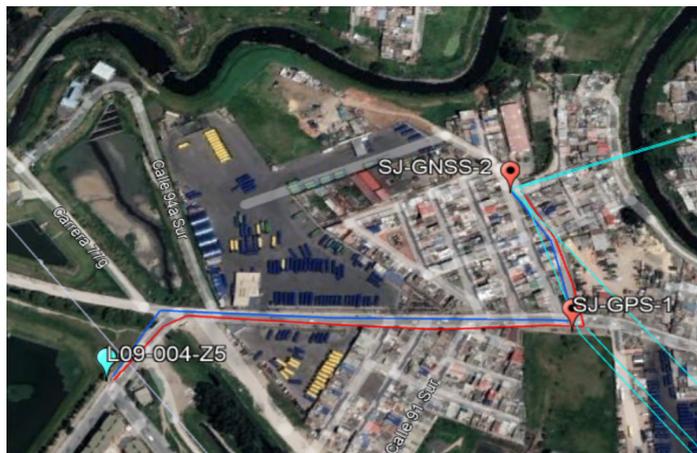
#### **8.1.5.4.1 Nivelación y contra nivelación traslado.**

A partir de los crudos generados por el nivel electrónico utilizado el software, este generó un reporte con el cálculo de la nivelación y en el circuito se obtuvo la siguiente información.

- En el circuito 1 se obtuvo un error al momento de regresar de 0.0001 m en una distancia de 1079.7433 m

En el informe de nivelación y la contra nivelación se puede observar el error de cierre, cotas y los detalles nivelados durante el circuito (ver anexo 1D Informe Nivelación Bosa).

*Ilustración 14 Ruta de Nivelación*



Fuente: Propia

#### 8.1.5.5 Planimetría – Vuelo dron

El levantamiento topográfico de la zona de interés inició a partir de las placas georreferenciadas por medio de la sesión de GPS anteriormente descrita el día 30 de marzo del 2023 realizando un vuelo fotogramétrico con dron.

Este levantamiento se realizó ubicando 7 puntos de foto control en la zona de interés usando la metodología de RTK, utilizando instrumentos de posicionamiento GNSS diferencial, que consiste en receptores modelo Trimble R6 usados para base y móvil, trípodes fotográficos y accesorios, teniendo como base los puntos previamente posicionados, dichos puntos son de fácil identificación con las fotografías aéreas ya que permiten realizar su georreferenciación. La localización y el número de puntos de foto control a establecerse en terreno, se realizó posterior a una visita de terreno y los rasgos geológicos, geográficos y accesibilidad a la zona de estudio.

*Ilustración 15 Ubicación de Puntos de Control en Terreno*





Fuente: Propia

*Tabla 4 Resultado Lista de Puntos de Control por medio de RTK*

ID	Norte	Este	COTA
SJ-GNSS-2	1002126.232	984912.946	2541.622
PC-1	1002126.983	984910.227	2541.438
PC-2	1001990.418	984973.866	2541.66
PC-3	1001952.418	985086.96	2541.884
PC-4	1002045.543	985089.635	2545.019
PC-5	1002010.776	985214.962	2541.564
PC-6	1002505.411	984989.759	2541.274
PC-7	1002352.326	985196.516	2543.871
PC-8	1002452.664	985306.491	2543.308

Fuente: Propia

El equipo utilizado para esta actividad fue de tipo electrónico, un dron mavic 2 pro, se creó una ruta de vuelo en terreno que cubriera toda el área del proyecto a una altura de 120 metros para que no tuviera obstáculos al momento de realizar el vuelo, en la imagen 17 Ruta de Vuelo en terreno de área de interés, se puede ver la configuración usada.

*Ilustración 16 Dron Mavic 2 Pro*



Fuente: Propia

*Ilustración 17 Ruta de vuelo en terreno de área de interés*

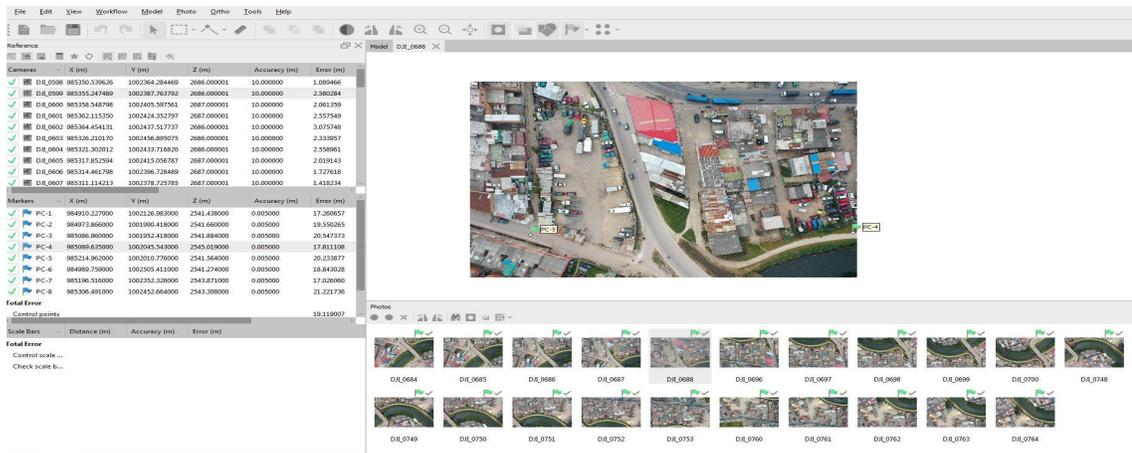


Fuente: Propia

Posterior al vuelo, se descargan todas las imágenes tomadas y se realiza el postproceso en el software AGISOFT PHOTOSCAN el cual, es un programa escritorio para procesar imágenes digitales y, mediante la combinación de técnicas de fotogrametría digital y visión por computador, generar una reconstrucción 3D del entorno. Existen dos versiones diferentes. La versión estándar está pensada para usuarios casuales que desean generar nubes de puntos a partir de múltiples imágenes. La versión

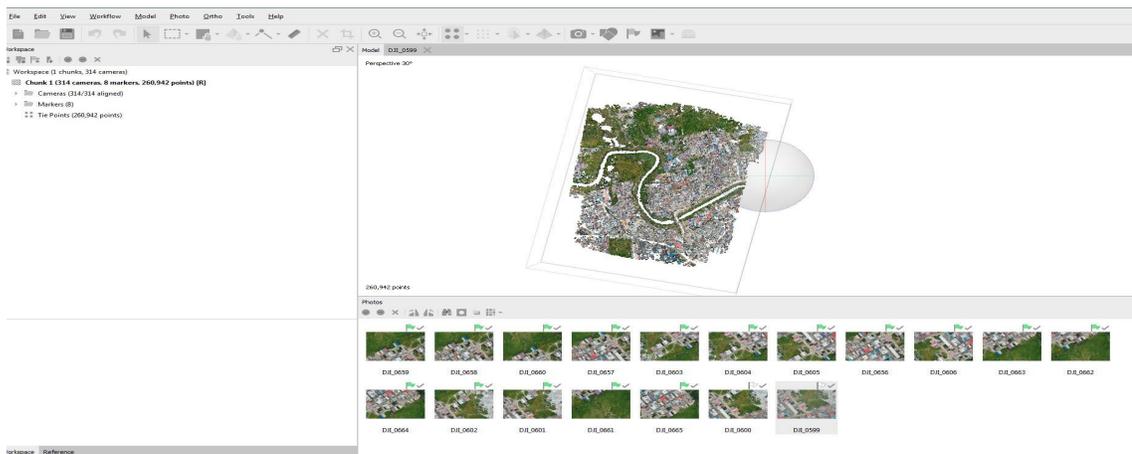
profesional incluye funcionalidades específicas para la generación de productos geomáticos. (Agisoft,2019).

Ilustración 18 Alineación de Fotos en software Agisoft



Fuente: Propia

Ilustración 19 Alineación de fotos con chequeo puntos de control



Fuente: Propia

#### **8.1.5.6 Calidad de datos.**

Para determinar la calidad de los datos obtenidos con el vuelo, se tiene en cuenta los siguientes ítems:

- Elemento Totalidad: Se realizaron medidas para la totalidad de los elementos capturados y para el cubrimiento del área capturada.
- Porcentaje de área faltante: El plan de vuelo se ejecutó correctamente dando como resultado la adquisición del 100% del área de interés. No se presenta nubosidad ni sombras. El nivel de reflectancia es bajo.
- Porcentaje de hueco estereoscópico: No existe área faltante por cubrimiento estereoscópico en el vuelo fotogramétrico ejecutado. Las líneas de vuelo presentan suficientes recubrimientos longitudinal y/o lateral (60-30).
- Consistencia lógica: Para cada fotografía se calculó el porcentaje del recubrimiento de las fajas adyacentes en un 30% con una tolerancia de - 15%.

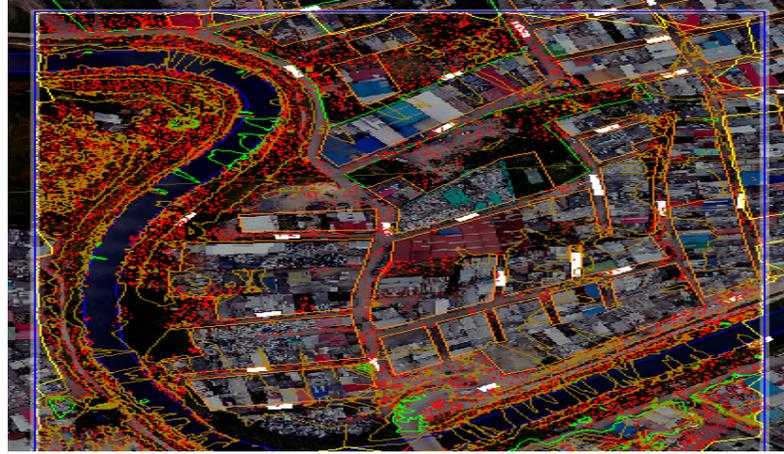
La evaluación se realiza directa interna y se determina el área de recubrimiento entre una fotografía y cada una de las fajas adyacentes, se divide por el área de una fotografía y se multiplica por 100.

Ver Anexo 1E Informe Vuelo

#### **8.1.6 Trabajo de Oficina.**

Se procesa la información recopilada de la topografía realizada junto con los datos obtenidos de las fotografías, con esa información se genera un plano Topográfico en AutoCAD Civil en formato dwg.

*Ilustración 20 Curvas de Nivel y Topografía generada*



Fuente: Propia

**8.1.7 Resultados de Actividades Topográficas.**

Resultados, coordenadas de los GPS-1, GPS-2; Luego del post-proceso efectuado con el software Trimble Business Center, tomando como base las estaciones permanentes ABPC y ABPD.

*Tabla 5 Coordenadas GNSS procesadas*

Vértice	Norte	Este
SJ-GPS-1	101989.982	84957.376
SJ-GPS-2	102122.766	84910.468

Fuente: Propia

Resultado, cotas de los SJ-GPS-1 y SJ-GPS-2, luego del Procesamiento de los GPS

*Tabla 6 Cotas Puntos Posicionados*

Vértice	Cota Geométrica
SJ-GPS-1	2541.5107
SJ-GNSS-2	2541.6221

Fuente: Propia

Resultado de vuelo fotogramétrico Ver Anexo Reporte Vuelo Fotogramétrico, donde se observa la precisión y el resultado de la ortofoto generada.

*Ilustración 21 Ortofoto generada Bosa San José*



Fuente: Propia

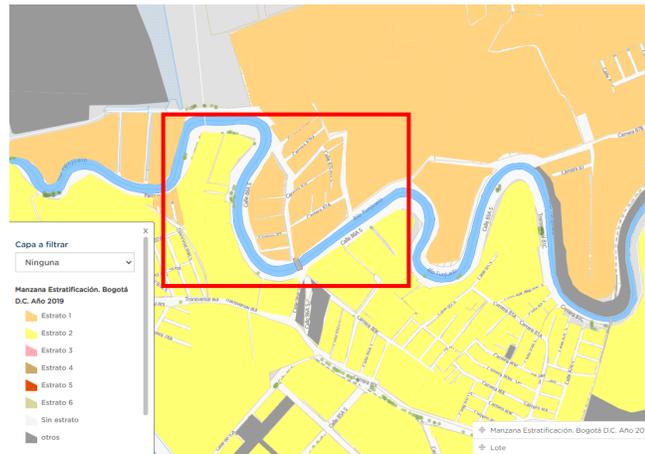
## **8.2 Análisis Poblacional.**

Con el fin de establecer diversos parámetros de la zona de intervención que son necesarios para el diseño de una red de saneamiento, se procede a efectuar consulta a Sistemas de información geográfica distritales, tales como el IDECA y el SINUPOT.

### **8.2.1 Estrato Socioeconómico.**

El barrio Bosa San José II se cataloga como estrato 1, al igual que todo el sector circundante al margen occidental del río.

*Ilustración 22 Estrato socio económico barrio Bosa San José II*



Fuente: IDECA 2023 (IDECA, 2023)

### **8.2.2 Delimitación Predial.**

Debido al origen informal del barrio, no es clara la delimitación predial del mismo, por lo que se realiza consulta de predios del barrio en el SINUPOT.

*Ilustración 23 Delimitación predial barrio Bosa San José II*



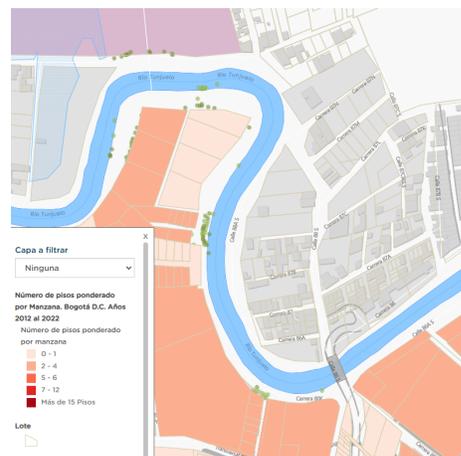
Fuente: SINUPOT 2023 (SINUPOT, 2023)

Sin embargo, acorde a las visitas de campo y las vistas satelitales, la real configuración de los predios es diferente, teniendo más predios reales que los que se muestran en la figura anterior, esto se tendrá en consideración al momento de definir las domiciliarias.

### 8.2.3 Cantidad de Pisos.

Dentro de los sistemas de información geográfica disponibles no se cuenta con la altura de pisos promedio del sector.

Ilustración 24 Pisos promedio barrio Bosa San José II



Fuente: IDECA 2023 (IDECA, 2023)

Al no contar con la información, se determina con base en las visitas de campo efectuadas, encontrando que los predios de forma dominante cuentan con 1 piso.

### 8.2.4 Usos del Suelo.

El barrio Bosa San José II no cuenta con un uso del suelo definido actualmente, lo anterior puede deberse a que su situación de legalización se encuentra en proceso.

Ilustración 25 Uso del Suelo barrio Bosa San José II

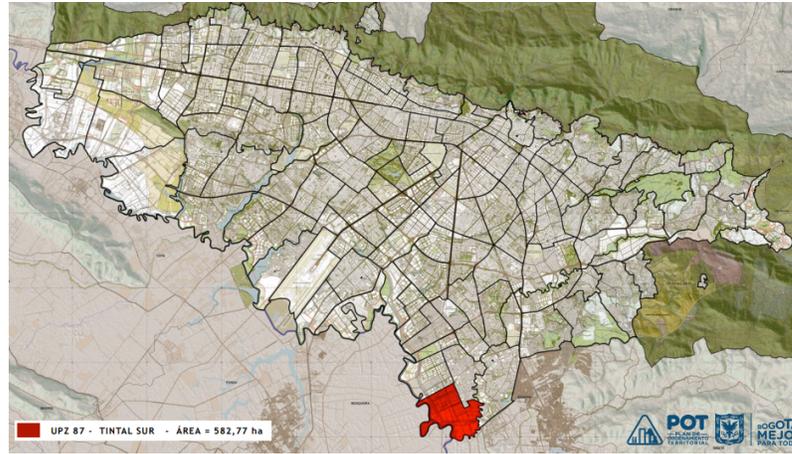


Fuente: IDECA 2023

### 8.2.5 Información Poblacional.

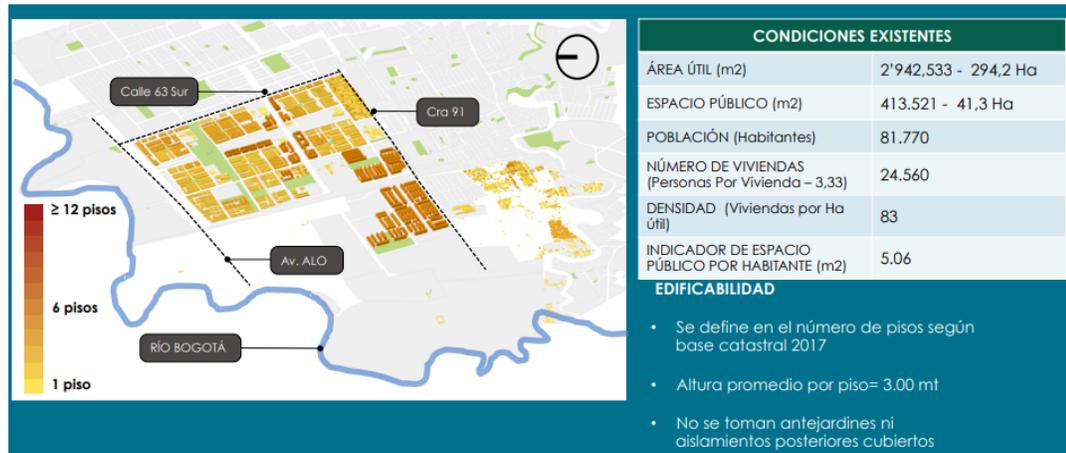
Debido a que el sistema de alcantarillado sanitario se diseña con base en la población a la que va a servir y que, esta debe proyectarse a futuro con el fin de garantizar su funcionalidad en el tiempo, se realizó una consulta de la población del barrio, encontrando que, en fuentes oficiales solo se encuentra a nivel de Unidad de Planeamiento Zonal - UPZ, por lo que se trabajara con dichos datos, correspondientes a la UPZ 87 Tintal Sur. Los últimos datos disponibles son los tomados para la propuesta de POT 2031.

Ilustración 26 Localización y área UPZ 87 TINTAL SUR



Fuente: POT 2031 (POT, 2023)

Ilustración 27 Información UPZ 87 TINTAL SUR



Fuente: POT 2031 (POT, 2023)

La información expuesta evidencia que el barrio Bosa San José II, no hace parte de las zonas de cobertura de edificabilidad planteadas, esto puede deberse a su estado de legalización y cercanía a la ronda del río Tunjuelo; sin embargo, con el fin de establecer criterios de diseño de la red sanitaria, se tomará como criterio máximo de edificabilidad 3 pisos, lo cual será contrastado con las proyecciones poblacionales al periodo de diseño.

También se encuentra que la población de la UPZ es de 81.700 habitantes y que el área útil es de 2'942.933m<sup>2</sup>, así como que la densidad de viviendas es de 83 Viv/Ha. (POT, 2023).

### **8.2.6 Proyección Poblacional.**

Una vez determinados los criterios socioeconómicos, prediales y poblacionales, se efectúa la proyección de población al horizonte de diseño, siendo este de 30 años acorde a la complejidad urbana de la ciudad de Bogotá y la norma NS-031 (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2023), También son mencionados diversos métodos de proyección poblacional.

#### **8.2.6.1 Método Aritmético.**

El cual supone un crecimiento vegetativo balanceado por la mortalidad y la emigración. La ecuación para calcular la población proyectada es la siguiente:

*Ecuación 2 Proyección poblacional método aritmético*

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} * (T_f - T_{uc})$$

Donde

- $P_f$  población correspondiente al año para el que se quiere proyectar la población.
- $P_{uc}$  población correspondiente al último año censado con información.
- $P_{ci}$  población correspondiente al censo inicial con información.
- $T_{uc}$  año correspondiente al último año censado con información.
- $T_{ci}$  año correspondiente al censo inicial con información.
- $T_f$  año al cual se quiere proyectar la información.

### 8.2.6.2 Método Geométrico

Es útil en poblaciones que muestren una importante actividad económica, que genera un apreciable desarrollo y que poseen importantes áreas de expansión las cuales pueden ser dotadas de servicios públicos sin mayores dificultades. La ecuación que se emplea es:

*Ecuación 3 Proyección poblacional método geométrico*

$$P_f = P_{uc}(1 + r)^{(T_f - T_{uc})}$$

*Ecuación 4 Tasa de crecimiento anual en forma decimal*

$$r = \left( \frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{(T_{uc} - T_{ci})}} - 1$$

Donde

- $P_f$  Población correspondiente al año para el que se quiere proyectar la población
- $P_{uc}$  Población correspondiente al último año censado con información
- $T_{uc}$  Año correspondiente al último año censado con información
- $T_f$  Año al cual se quiere proyectar la información
- $r$  Tasa de crecimiento anual en forma decimal

### 8.2.6.3 Tasa de Crecimiento Poblacional

El último censo nacional realizado, fue en el año 2018, en el cual el departamento nacional de estadística DANE (DANE, 2024) proyectó la población a nivel UPZ hasta el año 2024, teniendo los siguientes datos:

Población año 2018: 97019 habitantes.

Población año 2019: 102193 habitantes.

Población año 2020: 106477 habitantes.

Población año 2021: 109406 habitantes.

Población año 2022: 111676 habitantes.

Población año 2023: 113534 habitantes.

Población año 2024: 115163 habitantes.

Basados en estos datos se procedió a efectuar el cálculo de parámetros de crecimiento mediante regresiones, de manera tal que pudiese ser proyectada la población al valor de diseño de 2054, considerando que sea en ese año que se desarrollen las obras.

Actualmente se considera la altura promedio de edificaciones de 1 nivel con una población de 113.534 habitantes a 2023 y una densidad de 83 viviendas por Ha útil.

A continuación, se presentan los cálculos correspondientes a la proyección de habitantes del sector de referencia, así como de manera resumida, en la que se encuentra que, considerando el caso más crítico, el método exponencial es el que muestra los mayores incrementos poblacionales:

*Tabla 7 Proyección resumida de población UPZ 87 Tintal Sur*

METODO DE PROYECCION hab.	AÑOS	
	25	30
<i>LINEAL</i>	<i>161807</i>	<i>171136</i>
<i>GEOMETRICO</i>	<i>174535</i>	<i>189727</i>
<i>EXPONENCIAL</i>	<i>188005</i>	<i>207368</i>

Fuente: Propia

Resumen de los resultados de los 3 métodos de proyección de población para horizontes de diseño de 25 y 30 años

Tabla 8 Proyección de población UPZ 87 Tintal Sur

CALCULO DE POBLACION METODO ARITMETICO										
		2024	2023	2022	2021	2020	2020	2020	2020	AÑO
	Zo	115163	113534	111676	109406	106477	106477	106477	106477	TOTAL
AÑOS PROYECTADOS		PROMEDIO								K
	1,08		1629,000	1743,500	1919,000	2171,500				
	0,00	115163	115163	115163	115163	115163				2024
1	236,16	117029	116792	116907	117082	117335				2025
2	472,32	118895	118421	118650	119001	119506				2026
3	708,48	120760	120050	120394	120920	121678				2027
4	944,64	122626	121679	122137	122839	123849				2028
5	1180,80	124492	123308	123881	124758	126021				2029
6	1416,96	126358	124937	125624	126677	128192				2030
7	1653,12	128223	126566	127368	128596	130364				2031
8	1889,28	130089	128195	129111	130515	132535				2032
9	2125,44	131955	129824	130855	132434	134707				2033
10	2361,60	133821	131453	132598	134353	136878				2034
11	2597,76	135686	133082	134342	136272	139050				2035
12	2833,92	137552	134711	136085	138191	141221				2036
13	3070,08	139418	136340	137829	140110	143393				2037
14	3306,24	141284	137969	139572	142029	145564				2038
15	3542,40	143149	139598	141316	143948	147736				2039
16	3778,56	145015	141227	143059	145867	149907				2040
17	4014,72	146881	142856	144803	147786	152079				2041
18	4250,88	148747	144485	146546	149705	154250				2042
19	4487,03	150612	146114	148290	151624	156422				2043
20	4723,19	152478	147743	150033	153543	158593				2044
21	4959,35	154344	149372	151777	155462	160765				2045
22	5195,51	156210	151001	153520	157381	162936				2046
23	5431,67	158075	152630	155264	159300	165108				2047
24	5667,83	159941	154259	157007	161219	167279				2048
25	5903,99	161807	155888	158751	163138	169451				2049
26	6140,15	163673	157517	160494	165057	171622				2050
27	6376,31	165538	159146	162238	166976	173794				2051
28	6612,47	167404	160775	163981	168895	175965				2052
29	6848,63	169270	162404	165725	170814	178137				2053
30	7084,79	171136	164033	167468	172733	180308				2054

CALCULO DE POBLACION METODO GEOMETRICO										
		2024	2023	2022	2021	2020	AÑO		TOTAL	r
		115163	113534	111676	109406	106477			106477	0.020
AÑOS PROYECTADOS		PROMEDIO	0.014	0.015	0.017	0.020				
	MINIMO	115163	115163	115163	115163	115163			115163	
1	MAXIMO	117180	116815	116947	117149	117443			117443	
2		119232	118491	118759	119168	119768			119768	
3		121320	120192	120599	121223	122139			122139	
4		123446	121916	122467	123313	124558			124558	
5		125609	123665	124364	125439	127024			127024	
6		127810	125440	126291	127602	129538			129538	
7		130051	127240	128247	129802	132103			132103	
8		132331	131514	130234	132040	134719			134719	
9		134651	130917	132252	134316	137386			137386	
10		137013	132795	134301	136632	140106			140106	
11		139416	134701	136381	138988	142880			142880	
12		141862	136634	138494	141384	145708			145708	
13		144352	138594	140640	143822	148593			148593	
14		146885	140583	142819	146301	151535			151535	
15		149463	142600	145031	148824	154535			154535	
16		152087	144646	147278	151390	157595			157595	
17		154758	146721	149560	154000	160715			160715	
18		157476	148826	151877	156655	163897			163897	
19		160242	150962	154230	159356	167142			167142	
20		163058	153128	156619	162103	170451			170451	
21		165923	155325	159045	164898	173825			173825	
22		168839	157553	161509	167741	177267			177267	
23		171807	159814	164011	170633	180776			180776	
24		174828	162107	166552	173575	184355			184355	
25		177902	164433	169132	176568	188005			188005	
26		181031	166792	171753	179612	191728			191728	
27		184215	169185	174413	182709	195523			195523	
28		187456	171613	177116	185859	199394			199394	
29		190755	174075	179859	189063	203342			203342	
30		194112	176573	182646	192323	207368			207368	

CALCULO DE POBLACION METODO EXPONENCIAL																																			
AÑO	TOTAL	K	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054		
2020	106477	0,027																																	
2021	109406	0,021																																	
2022	111676	0,017																																	
2023	113534	0,014																																	
2024	115163																																		
	PROMEDIO	0,019604879	115163	117443	119768	122139	124558	127024	129538	132103	134719	137386	140106	142880	145708	148593	151535	154535	157595	160715	163897	167142	170451	173825	177267	180776	184355	188005	191728	195523	199394	203342	207368		
			0,00566																																
		MAXIMO	0,02572																																
		MINIMO	0,01349																																
	AÑOS PROYECTADOS			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		

Las proyecciones se efectúan año a año desde el año 2024 al 2054

Sin embargo, Acorde a la norma NS-031 de la EAAB (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2023), las proyecciones de población no pueden superar a los máximos permitidos respecto a la edificabilidad de los predios existentes contenidos en la zona de estudio, esto según el ordenamiento territorial que le corresponda, por lo que se presentan los siguientes parámetros a 2024 de edificabilidad de la UPZ 87 Tintal Sur:

Población: 115163 hab.

Densidad = 83 viv/Ha.

Altura pisos promedio = 1

Edificabilidad máxima pisos estimada = 3

Área útil UPZ = 294,2 Ha

$$\text{Habitantes por vivienda} = \frac{115163 \text{ hab}}{294,2 \text{ Ha} \times 83 \text{ viv/Ha}} = 4,72 \text{ hab/viv}$$

El valor obtenido tiene cercanía a los valores dados por la norma NS-031 respecto a la relación de habitantes por viviendas y usuarios para el estrato 1, dando a entender que un usuario corresponde a un predio en el que pueden existir varias viviendas, tendiendo una relación aproximadamente de 1,34:

*Tabla 9 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 (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2023)

Con base a lo mostrado se tiene que:

$$\text{Hab x usuario} = 4,72 \times 1,34 = 6,32 \text{ hab / usuario}$$

Puesto que los niveles máximos permitidos estimado por edificación son de 3 pisos; se tendría que el sector de estudio ha desarrollado solo el 33,33% de su edificabilidad acorde al POT vigente, en base a lo anterior, la máxima población permitida estaría estimada en 345408 hab; por lo que, al tener una proyección máxima de población de 207368 Hab para el año 2054, este sería el valor máximo a emplear en los cálculos de diseño de las redes estimadas.

*Ecuación 5 Densidad proyectada*

$$\text{Densidad proyectada} = \frac{207368 \text{ Hab}}{294,2 \text{ Ha}} = 704,85 \text{ hab/ Ha}$$

Sin embargo, se considera pertinente incluir valores de población migrante y flotante, que, al no contarse con estudios definidos sobre estos valores, se estiman en un 5% para cada uno, teniendo:

*Ecuación 6 Densidad proyectada*

$$\text{Densidad proyectada} = \frac{704,85 \text{ Hab}}{\text{Ha}} \times (1 + 0,05 + 0,05) = \frac{775,34 \text{ Hab}}{\text{Ha}}$$

El valor de 775,34 hab/Ha será empleado para las memorias de cálculo correspondientes.

## 9 Parámetros de Diseño.

### 9.1 Requerimientos de Diseño

Las principales normas que se implementarán en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario serán NS-085 y NS-029, a continuación, se presenta un resumen de los principales criterios de diseño teniendo en cuenta lo especificado en dichas normas.

- Diámetro mínimo: El diámetro mínimo de la red sanitaria debe ser de 200mm (8") para redes (NS-085).
- Dotación de diseño: para el proyecto, la dotación de diseño es de 110l/hab-día

*Tabla 10 Dotaciones brutas para consumo de agua*

ESTRATO	Dotación bruta L/hab.-día
1	110
2	115
3	115
4	150
5	155
6	215

Fuente: norma EAAB NS-031 (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2023)

- Distancias entre redes: La distancia horizontal entre redes debe ser de mínimo 1,00m y la distancia vertical mínima permitida es de 0,30m.
- Profundidad mínima a la cota clave: la profundidad mínima de instalación de tuberías se muestra a continuación:

Tabla 11 Profundidades mínimas de instalación tuberías

Servidumbre	Profundidad a la clave del colector (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0,75
Vías vehiculares	1,20

Fuente: NS-085 EAAB (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2023)

- Profundidad máxima a la cota clave: la profundidad máxima de redes permitida es de 5m.
- Velocidad máxima: La velocidad máxima permitida está relacionada directamente con el tipo de material empleado como se establece en la NS-085.

Tabla 12 Velocidad máxima permitida

Material	Velocidad máxima permisible (m/s)*
<b>Conductos cerrados</b>	
Concreto fundido <i>in situ</i> (box cuivert)	5.0
Concreto prefabricado (tuberías)	6.0
PVC - PEAD*	9.0
Fibra de vidrio GRP.	4.0
<b>Conductos abiertos</b>	
Canal revestido de ladrillo	3.0
Canal revestido de concreto**	5.0
Canal revestido en piedra pegada	4.0
Canal excavado en tierra	Es función del suelo y debe ser sustentado.
<p>*Si la velocidad es superior a 6 m/s deberá contemplarse la utilización de pozos de inspección en materiales plásticos o con recubrimientos plásticos debidamente anclados y diseñados para soportar los esfuerzos que puedan generarse por la presencia de altas velocidades en el sistema. De igual forma deberá garantizarse que la cimentación de la tubería sea la adecuada para garantizar su estabilidad en pendientes altas.</p> <p>** Se podrán utilizar velocidades mayores siempre que se cuente con un análisis estructural que tenga en cuenta la resistencia del concreto y el transporte de material del cauce.</p>	

Fuente: NS-085 EAAB (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2023)

Para el proyecto, se proyectan todas las redes en tubería PVC, conforme a los límites de velocidad dados en la tabla anterior, se establece una velocidad máxima de 9.0 m/s.

- Esfuerzo tractivo (T): para redes con diámetro nominal menor a 450mm el valor mínimo de  $T=1.5N/m^2$  y para redes de mayor diámetro será de  $T=2.0N/m^2$
- Para redes sanitarias se tienen los siguientes valores máximos de relación Y/D:

Tabla 13 Relaciones máximas permitidas Y/D alcantarillado sanitario

Diámetro real interno (mm)	Relación máxima y/D (%)
Menor que 500	70
Entre 500 y 1000	80
Mayor que 1000	85

Fuente: NS-085 EAAB-ESP (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2023)

- Domiciliarias:
  - Conexión directa a pozo con silla Yee prefabricada del mismo material del colector existente.
  - Diámetro mínimo: 6"
  - Diámetro máximo: un diámetro comercial menor al diámetro del colector existente.
  - Pendiente mínima: 2%
  - Dimensiones mínimas caja de inspección: 0.60x0.60x0.60m
  - Caja de inspección en concreto impermeabilizado
  - Angulo de conexión: 45° o 90°
  - Longitud máxima: 50m
- Caudal de Diseño: El volumen de aguas residuales aportadas a un sistema de recolección y evacuación está compuesto por las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales, así como el volumen de conexiones erradas e infiltración. Para su estimación en el diseño deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones

- Horizonte o periodo de diseño: El periodo de diseño corresponderá a aquel en el cual se presente la condición de saturación de acuerdo con el análisis de población, en todo caso, el periodo mínimo es el especificado con anterioridad de 30 años.
- Caudal de diseño: El caudal de diseño de cada tramo corresponde a la suma del caudal máximo horario más el caudal por infiltración más el caudal por conexiones erradas, cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea menor que 1.5 l/s, debe adoptarse este último valor como caudal de diseño para dimensionar las tuberías de sistemas de alcantarillado de aguas residuales.
- Caudal máximo horario: Corresponde al factor de maximización F, multiplicado por el caudal medio diario de aguas residuales.
- Factor de maximización F: Considera las variaciones en el consumo de agua por parte de la población y disminuye a medida que el número de habitantes aumenta, de acuerdo con lo indicado en la siguiente tabla, este factor debe calcularse para cada tramo de acuerdo con el aumento progresivo de caudal.

Tabla 14 Valores de Maximización

<b>Factor de Maximización</b>	<b>Población (Habitantes)</b>
2.1	Mayor de 500.000
2.6	Mayor de 100.000 y menor o igual de 500.000
3.0	Menor de 100.000

Fuente: Norma NS-085 (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2023)

## 9.2 Caudal Medio Diario de Aguas Residuales.

Corresponde a la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales.

### **9.2.1 Caudal de Aguas Residuales Domesticas**

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q_D = \frac{C_R * P * D}{86400}$$

Donde:

$Q_D$  = Caudal de aguas residuales domésticas (l/s)

$C_R$  = Coeficiente de retorno – En zonas residenciales se utiliza un valor de 0.85.

$P$  = Población proyectada al período de diseño (hab).

$D$  = Dotación por habitante (l/hab-día) – Se utiliza la dotación neta si se hace un análisis demográfico basado en censos históricos, si la población se estima a partir del número de usuarios y las densidades de habitantes por vivienda, se debe utilizar la dotación bruta.

### **9.2.2 Caudal de Aguas Residuales Industriales.**

El consumo de agua industrial varía de acuerdo con el tipo y tamaño de la industria, y los aportes de aguas residuales varían con el grado de recirculación de aguas, los procesos de pretratamiento y los procesos de tratamiento. En consecuencia, los aportes de aguas residuales industriales deben ser determinados para cada caso en particular, con base en información de censos, encuestas y consumos industriales, estimativos de ampliaciones y consumos futuros y las disposiciones de factibilidad del servicio que se les asigne a las industrias por parte de la EAAB.

### **9.2.3 Caudal de Aguas Residuales Comerciales.**

Este caudal se debe justificar a través de un estudio detallado ya sea de los consumos actuales, de los suscriptores comerciales o con base en consumos diarios por persona, número de personas en áreas comerciales y en coeficientes de retorno mayores que los de los consumos domésticos. En caso de

que en la zona del proyecto existan áreas mixtas residenciales y comerciales, los caudales comerciales se estiman teniendo en cuenta la concentración comercial respecto a la residencial, utilizando una contribución de caudal comercial correspondiente a 0.5 l/s-Ha comercial.

#### **9.2.4 Caudal de Aguas Residuales Institucionales.**

Este caudal varía según el tipo de institución, se debe determinar para cada caso en particular, con base en información de consumos registrados en la localidad de entidades similares. Sin embargo, para instituciones pequeñas ubicadas en zonas residenciales, estos aportes se pueden estimar en 0.5 l/s-Ha institucional.

#### **9.2.5 Caudales de Aguas Residuales por Conexiones Erradas.**

Este caudal es función entre otras cosas de factores como el tipo de desarrollo, ya que son de esperarse menos conexiones erradas en desarrollos urbanos importantes realizados por la EAAB o por urbanizadores que en aquellos sectores de la ciudad que se han desarrollado de manera informal o en sectores de redensificación con proyectos individuales. 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.

#### **9.2.6 Caudal por Infiltración.**

Este caudal puede provenir de aguas principalmente freáticas que se filtra al interior de las tuberías a través de fisuras, juntas o uniones con las cámaras, cuando estos no son completamente impermeables o cuando los trabajos se ejecutan de manera deficiente, la EAAB sectorizó la ciudad asignando un valor unitario de infiltración de la siguiente manera:

- Infiltración Alta: 0.20 l/s-Ha
- Infiltración Baja: 0.10 l/s-Ha

### 9.3 Empate por la Línea de Energía para Flujo Supercrítico.

De acuerdo con los Elementos del Diseño para Acueductos y Alcantarillados de López Cualla, con flujo supercrítico, se establece el control a la entrada de la tubería saliente, determinando así la caída en el pozo logrando de esta manera que, la lámina de agua en el pozo no sea mayor a la lámina de agua en las tuberías concurrentes al mismo. La entrada a la tubería de salida puede darse de dos maneras, sumergida o no sumergida, la cual depende del diámetro y el caudal de esta. (Cualla, 1995)

#### 9.3.1 Entrada no Sumergida.

Para el caso de la entrada a la tubería de salida se presenta cuando:

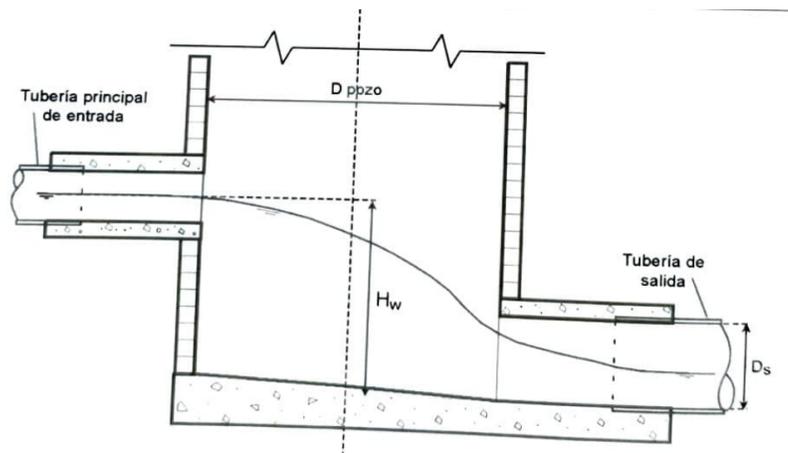
$$\frac{Q}{D_s^2 \sqrt{g * D_s}} \leq 0,62$$

En donde:

Q: caudal de la tubería de salida (m<sup>3</sup>/s)

D<sub>s</sub>: diámetro interno de la tubería de salida (m)

Ilustración 28 Empate para flujo supercrítico con pozo de caída y entrada no sumergida.



Fuente: Tomado de (Cualla, 1995)

La caída en el pozo  $H_w$ , indicada en la ilustración anterior se obtiene de la ecuación

$$\frac{H_w}{D_s} = k \left( \frac{H_c}{D_s} + \frac{H_e}{D_s} \right)$$

$$H_c = Y_c + \frac{V_c^2}{2g}$$

$$H_e = 0,589D_s \left( \frac{Q}{D_s \sqrt{gD_s}} \right)^{2,67}$$

Donde:

$H_c$ : energía específica para las condiciones de flujo crítico.

$H_e$ : Incremento de altura debido a las pérdidas. Su valor se obtiene de la ecuación empírica antes mencionada.

$K$ : coeficiente de energía en condiciones de flujo crítico.

El termino de energía en condiciones de flujo crítico puede determinarse a partir de la siguiente ecuación, conocida también como el "factor de sección":

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = A\sqrt{H} = \frac{\sqrt{2} (\theta - \text{sen}\theta)^{1,5}}{32 \left( \text{sen} \left( \frac{\theta}{2} \right) \right)^{0,5}} D^2$$

La ecuación se resuelve para el valor de  $\theta_c$  que la satisfaga y se procede luego a calcular:

$$Y_c = \frac{D}{2} \left( 1 - \cos \frac{\theta}{2} \right)$$

$$A_c = \frac{D^2}{8} (\theta_c - \text{sen} \theta_c)$$

$$V_c = \frac{Q}{A_c}$$

Tabla 15 Coeficiente K en pozos de unión con caída

$D_p/D_s$	K
>2,0	1,2
1,6 – 2,0	1,3
1,3 – 1,6	1,4
<1,3	1,5

### 9.3.2 Entrada Sumergida

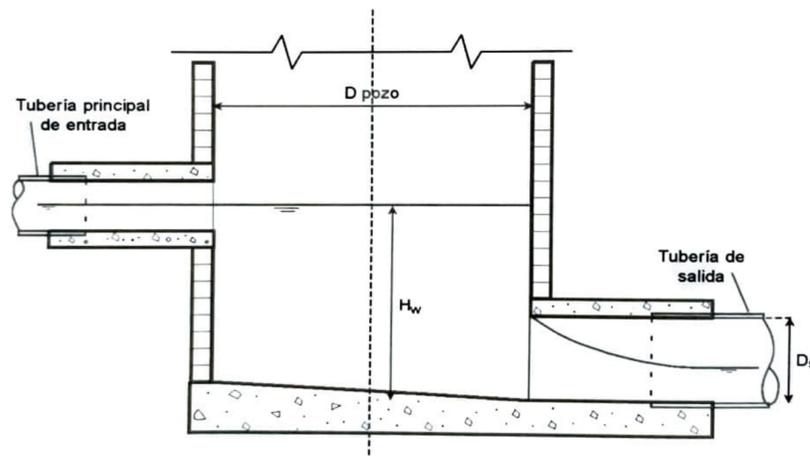
Para el caso de la entrada a la tubería de salida sumergida se presenta cuando:

$$\frac{Q}{D_s^2 \sqrt{g * D_s}} > 0,62$$

Es decir

$$\frac{0,319Q}{D_s^{2,5}} > 0,62$$

Ilustración 29 Empate para flujo supercrítico con pozo de caída y entrada sumergida.



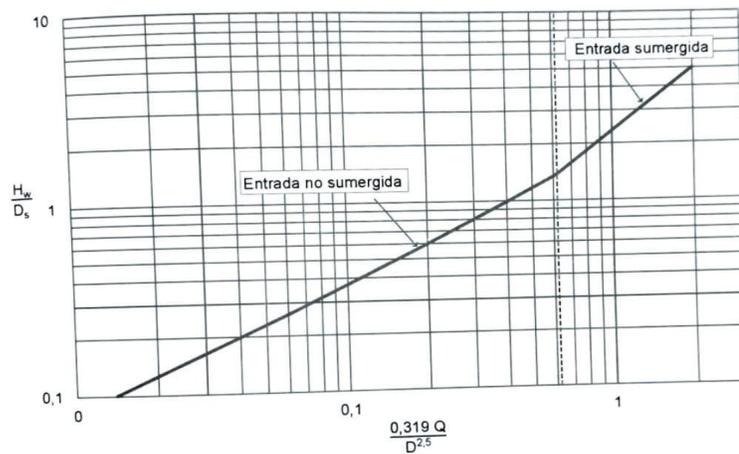
Fuente: Tomado de (Cualla, 1995)

La caída en el pozo se determina a partir de:

$$\frac{H_w}{D_s} = K \left[ 0,70 + 1,91 \left( \frac{Q}{D_s^2 \sqrt{g D_s}} \right)^2 \right]$$

En donde los términos se han definido con anterioridad. Alternativamente puede emplearse la gráfica para la determinación de  $H_w/D_s$

*Ilustración 30 Determinación de  $H_w$ . debe afectarse por el coeficiente K*



Fuente: Tomado de (Cualla, 1995)

Es posible reducir la altura de caída  $H_w$  empleando una boquilla o ampliación del diámetro del orificio a la salida del pozo. La longitud de la boquilla necesaria se puede definir como:

$$L_{\text{boquilla}} = 6 \times (\text{diametro boquilla} - D_s)$$

#### **9.4 Propuesta de Diseño de Colectores y Domiciliarias.**

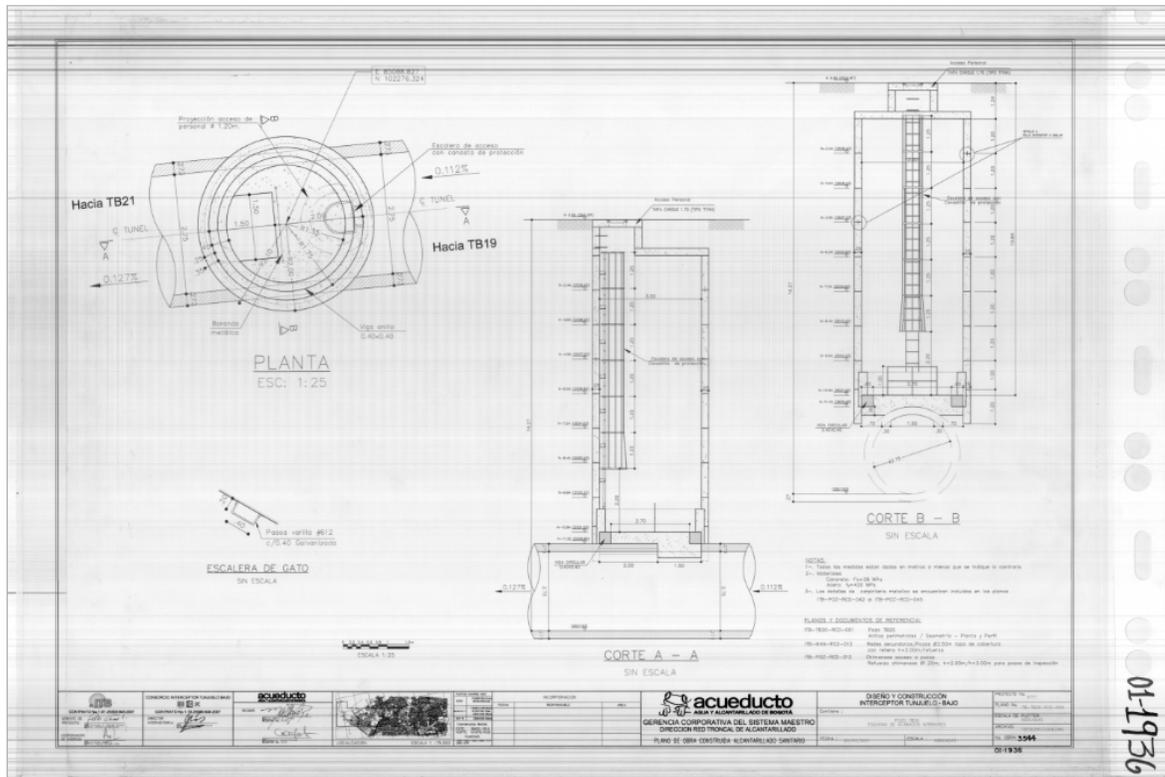
El análisis hidráulico de las redes de conducción de aguas residuales se realizará bajo las condiciones de flujo por gravedad, empleando la ecuación de Manning, bajo el régimen de flujo uniforme, teniendo en cuenta el coeficiente de rugosidad del material de las tuberías, y la pendiente; no obstante, se tuvieron en cuenta factores como la velocidad mínima y máxima, las profundidades mínimas, y estructuras complementarias como cámaras de caída, en general se siguieron las recomendaciones de la NS-085 “Criterios de diseño de sistemas de alcantarillado” de la EAAB-ESP (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2023).

Cada acometida domiciliaria será planteada con su renovación, esto con el fin de garantizar que todas cumplan con los parámetros de dimensiones mínimas de 0,60m x 0,60m respecto a su caja de inspección, construida acorde a las normas NS EAAB.

Las redes domiciliarias serán propuestas en PVC Ø6” y la red general propuesta tendrá un diámetro mínimo de Ø8”, la conexión de las domicilias a la red general será mediante silla Yee o a pozo en caso de poder hacerse.

Todas las redes trazadas para el barrio Bosa San José II se proyectan de forma que se conecten a la cámara CMP162940, cuya información fue obtenida mediante la consulta de planos en la Planoteca del acueducto, ver Anexo 2C. Planoteca plano 109 de 304:

Ilustración 31 Plano cámara CMP162940



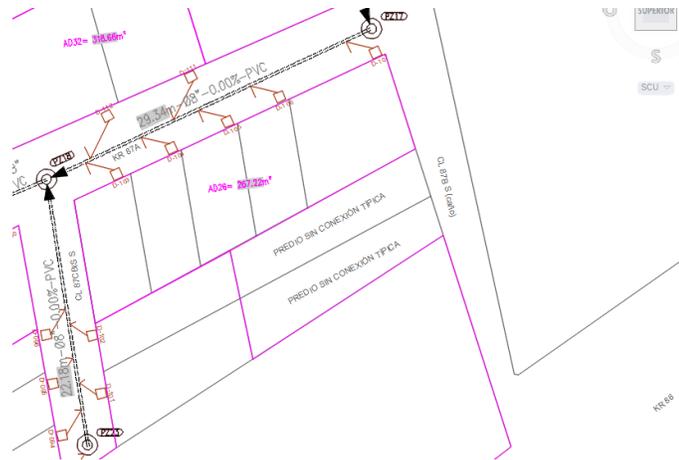
Fuente: Planoteca EAAB (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2023)

El plano 104 presenta la cámara TB20, la cual corresponde a la cámara CMP162940 del SIGUE EAAB y se encuentra dentro del barrio Bosa San José II

Se encontraron predios que no son posibles de conectarse a la red por paso de un caño en la Cl 87B sur, por lo que se requeriría de una conexión subfluvial hacia una red que exista en el costado norte de dicha calle y en barrio aledaño, fuera del alcance del presente proyecto.

Los niveles del terreno pudieron determinarse mediante trabajo de campo y análisis de información topográfica; sin embargo, estos son variables ya que las vías actuales no están pavimentadas, por lo que se estimaran niveles posibles de pavimentación para las cotas rasante de los pozos.

Ilustración 32 Predios sin solución de conexión a red sanitaria



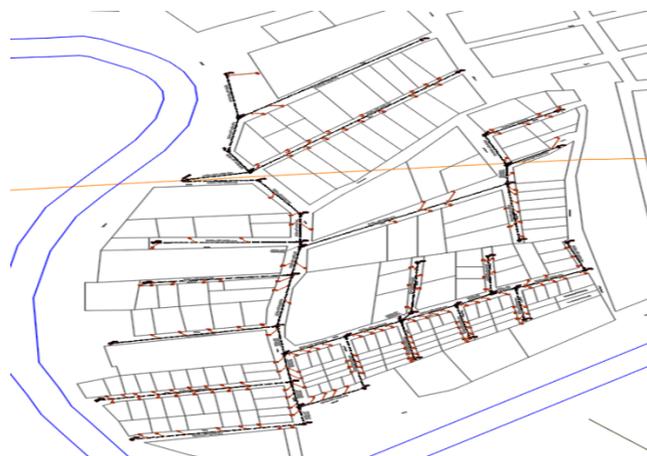
Fuente: Propia

Estos dos predios no tienen una vía aledaña que permita poner cajas domicilia, tampoco pueden localizarse redes de conexión por la existencia del caño

Son predios que deben conectarse por su parte trasera porque se encuentran en zona baja con respecto a la vía de la carrera 86 contra el río.

Las cotas y pendientes de las redes se plantean de forma en que no tengan que generarse cámaras de ciada en las conexiones de pozos.

A continuación, se presenta el trazado general de redes sanitarias del barrio Bosa San José II



Fuente: Propia.

La red existente (Naranja) contiene la cámara CMP162940 a la cual se conectan las redes proyectadas (Negro).

Los niveles de terreno y, por ende, de las cotas rasante de los pozos, se determinan acorde al trabajo de campo realizado, que genera los siguientes niveles:

*Ilustración 33 niveles de terreno Barrio Bosa San José II.*



Fuente: Propia

Niveles son obtenidos mediante trabajos de campo y actividades de topografía en el sector del proyecto

## 9.5 Validación Hidráulica de Diseño.

El cálculo de la red sanitaria diseñada se realiza empleando la hoja de cálculo de PAVCO, la cual está estructurada de manera que su formulación permite seguir los lineamientos normativos de la EAAB-ESP. (PAVCO, 2023)

Tabla 16 Valores resumen de cálculo de redes

Contribución l/s/ha	
<b>Comercial y/o Institucional</b>	
<b>Industrial</b>	
<b>Vivienda</b>	0,84
<b>Conexiones erradas</b>	0,20
<b>Infiltración</b>	0,20

Datos de población	
<b># hab / viv</b>	4,72 hab / viv
<b>Dviv (viv/ha)</b>	83 viv / Ha
<b>Dpob (hab/ha)</b>	775,34 hab / Ha
<b>d percápita</b>	110,00 (l/hab/día)

Fuente: Propia

Estos valores son de forma resumida los caudales considerados dentro del cálculo de la red, esto en base a la densidad poblacional y la dotación de diseño.

Tabla 17 Validación hidráulica red sanitaria proyectada.

Tramo		Area Tributaria				Diseño Hidráulico																													
De	A	Ha				Población	Caudal						Long	Pend	Diam Nom min 200mm	Diam. Interior	n	V	Q	q/Q	v	Y	Y / d	F	Fuerza Tractiva										
		Vivienda	Area Acumul	Total	hab		Q Medio Diario	F	Q <sub>MH</sub>	Q <sub>CE</sub>	Q <sub>INF</sub>	q														mm, "	m	%	m/s	l/s	≤1.0	m/s	m	≤85%	τ ≥ 10 kg/m <sup>2</sup>
							Area Propia	Otras	Area Acum	l/s		l/s														l/s	l/s	l/s							
PZ01	PZ02	0,15		0,15	0,15	114	0,12	3,00	0,37	0,03	0,03	1,50	67,66	0,60	200-S8	0,182	0,010	0,99	25,68	0,060	0,539	0,030	16,4%	1,20	1,10										
PZ02	PZ03	0,01	0,15	0,15	0,15	119	0,13	3,00	0,39	0,03	0,03	1,50	11,60	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,050	0,645	0,026	14,5%	1,53	0,16										
PZ03	PZ04	0,03	0,17	0,19	0,19	150	0,16	3,00	0,49	0,04	0,04	1,50	17,46	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,050	0,645	0,026	14,5%	1,53	0,16										
PZ04	PZ05	0,03	0,35	0,38	0,38	297	0,32	3,00	0,97	0,08	0,08	1,50	19,35	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,050	0,645	0,026	14,5%	1,53	0,16										
PZ05	PZ06	0,14	0,80	0,94	0,94	727	0,79	3,00	2,36	0,19	0,19	2,73	19,01	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,080	0,770	0,035	19,4%	1,56	0,21										
PZ06	PZ07	0,19	1,16	1,35	1,35	1050	1,14	3,00	3,41	0,27	0,27	3,95	35,99	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,120	0,858	0,042	23,3%	1,58	0,25										
PZ07	PZ08	0,23	1,44	1,67	1,67	1295	1,40	3,00	4,21	0,33	0,33	4,87	19,63	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,150	0,911	0,047	25,9%	1,59	0,28										
PZ08	PZ09	0,00	2,35	2,35	2,35	1819	1,97	3,00	5,90	0,47	0,47	6,84	3,20	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,210	1,004	0,056	30,8%	1,59	0,32										

Tramo		Area Tributaria					Diseño Hidráulico																		
De	A	Ha				Población	Caudal						Long	Pend	Diam Nom min 200mm	Diam. Interior	n	V	Q	q/Q	v	Y	Y / d	F	Fuerza Tractiva $\tau \geq 10 \text{ kg/m}^2$
		Vivienda	Area Acumul	Total	hab		Q Medio Diario	F	Q <sub>MH</sub>	Q <sub>CE</sub>	Q <sub>INF</sub>	q													
							l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	m													
PZ09	PZ10	0,13	2,58	2,71	2,71	2101	2,27	3,00	6,82	0,54	0,54	7,91	19,38	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,240	1,046	0,060	33,2%	1,59	0,34
PZ10	PZ11	0,11	2,71	2,82	2,82	2189	2,37	3,00	7,11	0,56	0,56	8,23	28,50	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,250	1,058	0,062	34,0%	1,59	0,34
PZ11	CMP162940	0,00	2,82	2,82	2,82	2189	2,37	3,00	7,11	0,56	0,56	8,23	28,56	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,250	1,058	0,062	34,0%	1,59	0,34
PZ33	PZ04	0,16		0,16	0,16	125	0,13	3,00	0,40	0,03	0,03	1,50	76,39	2,70	200-S8	0,182	0,010	2,09	54,48	0,030	0,913	0,021	11,4%	2,44	0,35
PZ34	PZ06	0,23		0,23	0,23	176	0,19	3,00	0,57	0,05	0,05	1,50	65,60	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,050	0,645	0,026	14,5%	1,53	0,16
PZ35	PZ07	0,09		0,09	0,09	69	0,07	3,00	0,22	0,02	0,02	1,50	57,39	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,050	0,645	0,026	14,5%	1,53	0,16
PZ36	PZ09	0,23		0,23	0,23	181	0,20	3,00	0,59	0,05	0,05	1,50	56,93	2,00	200-S8	0,182	0,010	1,80	46,89	0,030	0,822	0,022	12,3%	2,12	0,28
PZ16	PZ17	0,03		0,03	0,03	21	0,02	3,00	0,07	0,01	0,01	1,50	20,44	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,050	0,645	0,026	14,5%	1,53	0,16
PZ17	PZ18	0,06	0,03	0,09	0,09	67	0,07	3,00	0,22	0,02	0,02	1,50	29,34	2,50	200-S8	0,182	0,010	2,02	52,43	0,030	0,889	0,021	11,6%	2,36	0,33
PZ18	PZ19	0,00	0,19	0,20	0,20	153	0,17	3,00	0,50	0,04	0,04	1,50	9,89	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,050	0,645	0,026	14,5%	1,53	0,16
PZ19	PZ20	0,02	0,22	0,24	0,24	184	0,20	3,00	0,60	0,05	0,05	1,50	15,48	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,050	0,645	0,026	14,5%	1,53	0,16
PZ20	PZ21	0,02	0,24	0,25	0,25	196	0,21	3,00	0,64	0,05	0,05	1,50	23,79	1,30	200-S8	0,182	0,010	1,45	37,80	0,040	0,707	0,025	13,6%	1,73	0,20
PZ21	PZ22	0,02	0,35	0,37	0,37	289	0,31	3,00	0,94	0,07	0,07	1,50	23,79	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,050	0,645	0,026	14,5%	1,53	0,16
PZ22	PZ05	0,02	0,40	0,42	0,42	325	0,35	3,00	1,05	0,08	0,08	1,50	26,59	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,050	0,645	0,026	14,5%	1,53	0,16
PZ39	PZ19	0,02		0,02	0,02	17	0,02	3,00	0,06	0,00	0,00	1,50	26,08	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,050	0,645	0,026	14,5%	1,53	0,16
PZ23	PZ18	0,11		0,11	0,11	83	0,09	3,00	0,27	0,02	0,02	1,50	22,18	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,050	0,645	0,026	14,5%	1,53	0,16
PZ24	PZ20	0,09		0,09	0,09	73	0,08	3,00	0,24	0,02	0,02	1,50	23,69	4,00	200-S8	0,182	0,010	2,55	66,31	0,020	1,048	0,019	10,4%	2,94	0,48
PZ25	PZ21	0,09		0,09	0,09	67	0,07	3,00	0,22	0,02	0,02	1,50	25,73	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,050	0,645	0,026	14,5%	1,53	0,16
PZ40	PZ41	0,10		0,10	0,10	77	0,08	3,00	0,25	0,02	0,02	1,50	35,18	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,050	0,645	0,026	14,5%	1,53	0,16
PZ41	PZ21	0,00	0,10	0,10	0,10	77	0,08	3,00	0,25	0,02	0,02	1,50	6,23	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,050	0,645	0,026	14,5%	1,53	0,16
PZ26	PZ22	0,03		0,03	0,03	21	0,02	3,00	0,07	0,01	0,01	1,50	36,54	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,050	0,645	0,026	14,5%	1,53	0,16
PZ26	PZ03	0,01		0,01	0,01	11	0,01	3,00	0,03	0,00	0,00	1,50	28,20	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,050	0,645	0,026	14,5%	1,53	0,16
PZ31	PZ32	0,09		0,09	0,09	70	0,08	3,00	0,23	0,02	0,02	1,50	31,83	4,20	200-S8	0,182	0,010	2,61	67,95	0,020	1,065	0,019	10,3%	3,01	0,50
PZ32	PZ29	0,02	0,09	0,11	0,20	82	0,09	3,00	0,27	0,04	0,04	1,50	22,41	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,050	0,645	0,026	14,5%	1,53	0,16
PZ29	PZ28	0,04	0,11	0,14	0,34	111	0,12	3,00	0,36	0,07	0,07	1,50	12,57	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,050	0,645	0,026	14,5%	1,53	0,16
PZ28	PZ08	0,19	0,14	0,34	0,67	260	0,28	3,00	0,85	0,13	0,13	1,50	91,38	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,050	0,645	0,026	14,5%	1,53	0,16
PZ27	PZ28	0,13		0,13	0,13	104	0,11	3,00	0,34	0,03	0,03	1,50	35,18	1,50	200-S8	0,182	0,010	1,56	40,61	0,040	0,743	0,024	13,1%	1,85	0,22
PZ12	PZ13	0,20		0,20	0,20	153	0,17	3,00	0,50	0,04	0,04	1,50	30,45	0,60	200-S8	0,182	0,010	0,99	25,68	0,060	0,539	0,030	16,4%	1,20	0,11
PZ13	PZ14	0,00	0,22	0,22	0,22	173	0,19	3,00	0,56	0,04	0,04	1,50	23,01	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,050	0,645	0,026	14,5%	1,53	0,16
PZ14	PZ15	0,00	0,22	0,22	0,22	173	0,19	3,00	0,56	0,04	0,04	1,50	16,57	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,050	0,645	0,026	14,5%	1,53	0,16
PZ15	CMP162940	0,00	0,70	0,70	0,70	545	0,59	3,00	1,77	0,14	0,14	2,05	26,00	1,00	200-S8	0,182	0,010	1,27	33,16	0,060	0,707	0,031	16,9%	1,55	0,19

Tramo		Area Tributaria				Diseño Hidráulico																			
De	A	Ha			Población	Caudal						Long	Pend	Diam Nom min 200mm	Diam. Interior	n	V	Q	q/Q	v	Y	Y / d	F	Fuerza Tractiva $\tau \geq 10 \text{ kg/m}^2$	
		Area Propia	Otras	Area Acum		Total	hab	Q Medio Diario	F	Q <sub>MH</sub>	Q <sub>CE</sub>														Q <sub>INF</sub>
PZ30	PZ29	0,01		0,01	0,01	6	0,01	3,00	0,02	0,00	0,00	1,50	23,74	3,00	200-S8	0,182	0,010	2,21	57,43	0,030	0,947	0,020	11,1%	2,57	0,38
		0,00																							
PZ37	PZ13	0,03		0,03	0,03	20	0,02	3,00	0,06	0,01	0,01	1,50	89,40	2,00	200-S8	0,182	0,010	1,80	46,89	0,030	0,822	0,022	12,3%	2,12	0,28
PZ38	PZ15	0,48		0,48	0,48	372	0,40	3,00	1,21	0,10	0,10	1,50	106,66	1,50	200-S8	0,182	0,010	1,56	40,61	0,040	0,743	0,024	13,1%	1,85	0,22

Fuente Propia

Los parámetros mostrados en este cálculo fueron corroborados con las normas EAAB-ESP con el fin de asegurar que estuviesen dentro de lo permitido

También se presentan los cálculos de perfiles y redes hidráulicas:

Tabla 18 Perfiles red sanitaria proyectada

PERFIL HIDRÁULICO																									
Tramo		Caída	Cota Clave		Cota rasante		Tipo de rasante	Recubrimiento $\geq 0.90$ m		Cota batea		$\frac{v^2}{2g}$	Energía específica	Alineamiento	FLUJO SUBCRÍTICO				FLUJO SUPERCRÍTICO					Cota Clave sugerida	
De	A	Tramo m	Super	Infer	Super	Infer	1, 2, 3, 4, 6, 5	Super	Infer	Super	Infer	m	m	%	r c/φ	HC	0.2 D H <sub>v</sub>	H <sub>p</sub>	Y <sub>c</sub>	0.319Qd / φ <sup>2.5</sup>	H <sub>c</sub>	H <sub>e</sub>	K	H <sub>w</sub>	Super
PZ01	PZ02	0,41	2542,15	2541,74	2543,35	2543,62	1	1,20	1,87	2541,96	2541,55	0,01	0,04	-0,39	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
PZ02	PZ03	0,12	2541,74	2541,63	2543,62	2543,63	1	1,87	2,00	2541,55	2541,44	0,02	0,05	-0,13	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	2541,72
PZ03	PZ04	0,17	2541,63	2541,45	2543,63	2543,31	1	2,00	1,85	2541,44	2541,26	0,02	0,05	1,86	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	2541,60
PZ04	PZ05	0,19	2541,45	2541,26	2543,31	2543,07	1	1,85	1,81	2541,26	2541,07	0,02	0,05	1,22	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	2541,43
PZ05	PZ06	0,19	2541,26	2541,07	2543,07	2543,35	1	1,81	2,28	2541,07	2540,88	0,03	0,07	-1,47	3	0,000	0,00	0,00	0,04	0,062	0,06	0,00	1,2	0,07	2541,23
PZ06	PZ07	0,36	2540,99	2540,63	2543,35	2542,60	1	2,36	1,97	2540,80	2540,44	0,04	0,08	2,08	3	0,000	0,00	0,00	0,05	0,089	0,07	0,00	1,2	0,09	2541,03
PZ07	PZ08	0,20	2540,22	2540,02	2542,60	2543,35	1	2,38	3,33	2540,03	2539,83	0,04	0,09	-3,82	3	0,000	0,00	0,00	0,06	0,110	0,08	0,00	1,2	0,10	2540,59
PZ08	PZ09	0,03	2540,02	2539,99	2543,35	2542,55	1	3,33	2,56	2539,83	2539,80	0,05	0,11	25,00	3	0,000	0,00	0,00	0,07	0,154	0,10	0,00	1,2	0,12	2539,97
PZ09	PZ10	0,19	2539,99	2539,79	2542,55	2542,66	1	2,56	2,87	2539,80	2539,60	0,06	0,12	-0,57	3	0,000	0,00	0,00	0,08	0,178	0,11	0,00	1,2	0,13	2539,93
PZ10	PZ11	0,29	2539,79	2539,51	2542,66	2542,35	1	2,87	2,84	2539,60	2539,32	0,06	0,12	1,09	3	0,000	0,00	0,00	0,08	0,186	0,11	0,00	1,2	0,13	2539,73
PZ11	CMP162940	0,29	2539,51	2539,22	2542,35	2541,87	1	2,84	2,65	2539,32	2539,03	0,06	0,12	1,68	0	0,000	0,00	0,00	0,08	0,186	0,11	0,00	0,0	0,00	2539,44
PZ33	PZ04	2,06	2544,15	2542,09	2545,35	2543,31	1	1,20	1,22	2543,96	2541,90	0,04	0,06	2,68	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	0,00
PZ34	PZ06	0,66	2541,65	2540,99	2542,85	2543,35	1	1,20	2,36	2541,46	2540,80	0,02	0,05	-0,76	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	2542,06
PZ35	PZ07	0,57	2540,79	2540,22	2541,99	2542,60	1	1,20	2,38	2540,60	2540,03	0,02	0,05	-1,06	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	2540,97
PZ36	PZ09	1,14	2541,88	2540,74	2543,08	2542,55	1	1,20	1,81	2541,69	2540,55	0,03	0,06	0,93	0	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	0,0	0,00	2540,19

PERFIL HIDRÁULICO																									
Tramo		Caida	Cota Clave		Cota rasante		Tipo de rasante	Recubrimiento $\geq 0.90$ m		Cota batea		$\frac{V^2}{2g}$	Energía específica	Alineamiento	FLUJO SUBCRITICO				FLUJO SUPERCRITICO					Cota Clave sugerida	
De	A	Tramo m	Super	Infer	Super	Infer	1, 2, 3, 4, 6, 5	Super	Infer	Super	Infer	m	m	%	$r_c/\phi$	HC	0.2 D H <sub>v</sub>	H <sub>p</sub>	Y <sub>c</sub>	0.319Qd / $\phi^{2.5}$	H <sub>c</sub>	H <sub>e</sub>	K	H <sub>w</sub>	Super
PZ16	PZ17	0,20	2543,65	2543,45	2544,85	2544,85	1	1,20	1,40	2543,46	2543,25	0,02	0,05	0,00	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	0,00
PZ17	PZ18	0,73	2543,43	2542,70	2544,85	2543,92	1	1,42	1,22	2543,24	2542,51	0,04	0,06	3,17	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	2543,42
PZ18	PZ19	0,10	2542,70	2542,60	2543,92	2543,80	1	1,22	1,20	2542,51	2542,41	0,02	0,05	1,21	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	2542,67
PZ19	PZ20	0,15	2542,60	2542,44	2543,80	2543,69	1	1,20	1,25	2542,41	2542,25	0,02	0,05	0,71	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	2542,57
PZ20	PZ21	0,31	2542,44	2542,13	2543,69	2543,33	1	1,25	1,20	2542,25	2541,94	0,03	0,05	1,51	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	2542,42
PZ21	PZ22	0,24	2542,13	2541,89	2543,33	2543,23	1	1,20	1,34	2541,94	2541,70	0,02	0,05	0,42	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	2542,10
PZ22	PZ05	0,27	2541,89	2541,63	2543,23	2543,07	1	1,34	1,44	2541,70	2541,44	0,02	0,05	0,60	0	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	0,0	0,00	2541,87
PZ39	PZ19	0,26	2542,75	2542,49	2543,95	2543,80	1	1,20	1,31	2542,56	2542,30	0,02	0,05	0,58	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	0,00
PZ23	PZ18	0,22	2543,15	2542,93	2544,35	2543,92	1	1,20	0,99	2542,96	2542,74	0,02	0,05	1,94	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	2542,46
PZ24	PZ20	0,95	2543,41	2542,46	2544,61	2543,69	1	1,20	1,23	2543,22	2542,27	0,06	0,07	3,88	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	2542,90
PZ25	PZ21	0,26	2542,65	2542,39	2543,85	2543,33	1	1,20	0,94	2542,46	2542,20	0,02	0,05	2,02	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	2542,43
PZ40	PZ41	0,35	2542,65	2542,30	2543,85	2543,30	1	1,20	1,00	2542,46	2542,11	0,02	0,05	1,56	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	2542,37
PZ41	PZ21	0,06	2542,30	2542,24	2543,30	2543,33	1	1,00	1,09	2542,11	2542,04	0,02	0,05	-0,48	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	2542,27
PZ26	PZ22	0,37	2542,44	2542,07	2543,64	2543,23	1	1,20	1,16	2542,25	2541,88	0,02	0,05	1,12	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	2542,21
PZ26	PZ03	0,28	2542,44	2542,16	2543,64	2543,63	1	1,20	1,47	2542,25	2541,97	0,02	0,05	0,04	0	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	0,0	0,00	2542,05
PZ31	PZ32	1,34	2542,65	2541,31	2543,85	2542,54	1	1,20	1,23	2542,46	2541,12	0,06	0,08	4,12	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	0,00
PZ32	PZ29	0,22	2541,31	2541,09	2542,54	2542,58	1	1,23	1,49	2541,12	2540,90	0,02	0,05	-0,18	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	2541,28
PZ29	PZ28	0,13	2541,09	2540,96	2542,58	2542,85	1	1,49	1,89	2540,90	2540,77	0,02	0,05	-2,15	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	2541,06
PZ28	PZ08	0,91	2540,96	2540,05	2542,85	2543,35	1	1,89	3,30	2540,77	2539,86	0,02	0,05	-0,55	0	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	0,0	0,00	2540,94
PZ27	PZ28	0,53	2542,15	2541,62	2543,35	2542,85	1	1,20	1,23	2541,96	2541,43	0,03	0,05	1,42	0	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	0,0	0,00	0,00
PZ12	PZ13	0,18	2541,15	2540,97	2542,35	2542,85	1	1,20	1,88	2540,96	2540,78	0,01	0,04	-1,64	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	0,00
PZ13	PZ14	0,23	2540,96	2540,73	2542,85	2542,65	1	1,89	1,92	2540,77	2540,54	0,02	0,05	0,87	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	2540,94
PZ14	PZ15	0,17	2540,73	2540,57	2542,65	2542,35	1	1,92	1,78	2540,54	2540,38	0,02	0,05	1,81	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	2540,71
PZ15	CMP162940	0,26	2540,57	2540,31	2542,35	2541,87	1	1,78	1,56	2540,38	2540,12	0,03	0,06	1,85	0	0,000	0,00	0,00	0,04	0,046	0,05	0,00	0,0	0,00	2540,54
PZ30	PZ29	0,71	2542,06	2541,35	2543,26	2542,58	1	1,20	1,23	2541,87	2541,16	0,05	0,07	2,86	0	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	0,0	0,00	0,00
PZ37	PZ13	1,79	2543,15	2541,36	2544,35	2542,85	1	1,20	1,49	2542,96	2541,17	0,03	0,06	1,68	3	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	0,00
PZ38	PZ15	1,60	2542,73	2541,13	2543,93	2542,35	1	1,20	1,22	2542,54	2540,94	0,03	0,05	1,48	0	0,000	0,00	0,00	0,03	0,034	0,04	0,00	0,0	0,00	2541,33

Fuente: PAVCO- Llenado Propio (PAVCO, 2023)

9.6 Cimentación y Relleno de Tuberías.

La hoja de cálculo de PAVCO también permite calcular cimentaciones de la red y relleno de las mismas, por lo que a continuación se presentan dichos resultados:

Tabla 19 Cálculo de cimentación redes proyectadas.

Tramo		Diam Nom mm, "	Bd m	D Exterior Bc m	Altura Rell. H m	Pr. Suelo P kg/m <sup>2</sup>	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m <sup>3</sup>	Tipo de carga	CI	WL kg/m	Pv kg/m <sup>2</sup>	Pt kg/m <sup>2</sup>	Pt Crítico kg/m <sup>2</sup>	DL	K	Rigidez Tubería PSI	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A																			Material	Compactación
PZ01	PZ02	200-S8	0,6	0,2	1,20	2018	1	1682	1	0,059	428	2.140	4.159	4.159	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	1,54	2583	1	1682	1	0,038	273	1.365	3.947								
		200-S8	0,6	0,2	1,87	3147	1	1682	1	0,026	188	941	4.088								
PZ02	PZ03	200-S8	0,6	0,2	1,87	3147	1	1682	1	0,026	188	941	4.088	4.194	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	1,94	3257	1	1682	1	0,024	176	881	4.138								
		200-S8	0,6	0,2	2,00	3367	1	1682	1	0,023	165	827	4.194								
PZ03	PZ04	200-S8	0,6	0,2	2,00	3367	1	1682	1	0,023	165	827	4.194	4.194	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	1,93	3242	1	1682	1	0,025	178	889	4.131								
		200-S8	0,6	0,2	1,85	3116	1	1682	1	0,026	192	959	4.075								
PZ04	PZ05	200-S8	0,6	0,2	1,85	3116	1	1682	1	0,026	192	959	4.075	4.075	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	1,83	3080	1	1682	1	0,027	196	980	4.060								
		200-S8	0,6	0,2	1,81	3045	1	1682	1	0,028	200	1.002	4.046								
PZ05	PZ06	200-S8	0,6	0,2	1,81	3045	1	1682	1	0,028	200	1.002	4.046	4.479	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	2,05	3440	1	1682	1	0,022	159	794	4.233								
		200-S8	0,6	0,2	2,28	3835	1	1682	1	0,018	129	644	4.479								
PZ06	PZ07	200-S8	0,6	0,2	2,36	3963	1	1682	1	0,017	121	604	4.567	4.567	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	2,16	3635	1	1682	1	0,020	143	714	4.349								
		200-S8	0,6	0,2	1,97	3307	1	1682	1	0,024	171	856	4.163								
PZ07	PZ08	200-S8	0,6	0,2	2,38	4010	1	1682	1	0,016	118	590	4.600	5.909	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	2,86	4806	1	1682	1	0,011	83	415	5.221								
		200-S8	0,6	0,2	3,33	5601	1	1682	1	0,008	61	307	5.909								
PZ08	PZ09	200-S8	0,6	0,2	3,33	5601	1	1682	1	0,008	61	307	5.909	5.909	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	2,95	4956	1	1682	1	0,011	78	391	5.346								
		200-S8	0,6	0,2	2,56	4310	1	1682	1	0,014	103	513	4.823								
PZ09	PZ10	200-S8	0,6	0,2	2,56	4310	1	1682	1	0,014	103	513	4.823	5.233	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	2,71	4565	1	1682	1	0,013	92	459	5.024								
		200-S8	0,6	0,2	2,87	4821	1	1682	1	0,011	82	412	5.233								
PZ10	PZ11	200-S8	0,6	0,2	2,87	4821	1	1682	1	0,011	82	412	5.233	5.233	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	2,85	4800	1	1682	1	0,011	83	416	5.216								
		200-S8	0,6	0,2	2,84	4779	1	1682	1	0,012	84	420	5.198								
PZ11	CMP1629	200-S8	0,6	0,2	2,84	4779	1	1682	1	0,012	84	420	5.198	5.198	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	2,74	4615	1	1682	1	0,012	90	449	5.064								
		200-S8	0,6	0,2	2,65	4452	1	1682	1	0,013	96	482	4.933								

Tramo		Diam Nom mm,"	Bd m	D Exterior Bc m	Altura Reil. H m	Pr. Suelo P kg/m <sup>2</sup>	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m <sup>3</sup>	Tipo de carga	Cl	WL kg/m	Pv kg/m <sup>2</sup>	Pt kg/m <sup>2</sup>	Pt Crítico kg/m <sup>2</sup>	DL	K	Rigidez Tubería PSI	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación		
De	A																			Material	Compactación	
PZ33	PZ04	200-S8	0,6	0,2	1,20	2018	1	1682	1	0,059	428	2.140	4.159	4.159	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4	
		200-S8	0,6	0,20	1,21	2034	1	1682	1	0,058	422	2.111	4.145									
		200-S8	0,6	0,2	1,22	2050	1	1682	1	0,057	416	2.082	4.132									
PZ34	PZ06	200-S8	0,6	0,2	1,20	2018	1	1682	1	0,059	428	2.140	4.159	4.567	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4	
		200-S8	0,6	0,20	1,78	2991	1	1682	1	0,029	207	1.036	4.027									
		200-S8	0,6	0,2	2,36	3963	1	1682	1	0,017	121	604	4.567									
PZ35	PZ07	200-S8	0,6	0,2	1,20	2018	1	1682	1	0,059	428	2.140	4.159	4.600	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4	
		200-S8	0,6	0,20	1,79	3014	1	1682	1	0,028	204	1.021	4.035									
		200-S8	0,6	0,2	2,38	4010	1	1682	1	0,016	118	590	4.600									
PZ36	PZ09	200-S8	0,6	0,2	1,20	2018	1	1682	1	0,059	428	2.140	4.159	4.159	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4	
		200-S8	0,6	0,20	1,50	2530	1	1682	1	0,039	284	1.418	3.948									
		200-S8	0,6	0,2	1,81	3042	1	1682	1	0,028	201	1.003	4.045									
PZ16	PZ17	200-S8	0,6	0,2	1,20	2018	1	1682	1	0,059	428	2.140	4.159	4.159	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4	
		200-S8	0,6	0,20	1,30	2190	1	1682	1	0,051	369	1.847	4.038									
		200-S8	0,6	0,2	1,40	2362	1	1682	1	0,044	322	1.609	3.972									
PZ17	PZ18	200-S8	0,6	0,2	1,42	2386	1	1682	1	0,044	316	1.581	3.966	4.128	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4	
		200-S8	0,6	0,20	1,32	2220	1	1682	1	0,050	360	1.802	4.023									
		200-S8	0,6	0,2	1,22	2055	1	1682	1	0,057	415	2.073	4.128									
PZ18	PZ19	200-S8	0,6	0,2	1,22	2055	1	1682	1	0,057	415	2.073	4.128	4.158	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4	
		200-S8	0,6	0,20	1,21	2037	1	1682	1	0,058	421	2.105	4.142									
		200-S8	0,6	0,2	1,20	2020	1	1682	1	0,059	428	2.138	4.158									
PZ19	PZ20	200-S8	0,6	0,2	1,20	2020	1	1682	1	0,059	428	2.138	4.158	4.158	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4	
		200-S8	0,6	0,20	1,22	2057	1	1682	1	0,057	414	2.069	4.126									
		200-S8	0,6	0,2	1,25	2095	1	1682	1	0,055	400	2.002	4.097									
PZ20	PZ21	200-S8	0,6	0,2	1,25	2099	1	1682	1	0,055	399	1.995	4.094	4.163	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4	
		200-S8	0,6	0,20	1,22	2057	1	1682	1	0,057	414	2.069	4.126									
		200-S8	0,6	0,2	1,20	2014	1	1682	1	0,059	430	2.149	4.163									
PZ21	PZ22	200-S8	0,6	0,2	1,20	2014	1	1682	1	0,059	430	2.149	4.163	4.163	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4	
		200-S8	0,6	0,20	1,27	2130	1	1682	1	0,054	389	1.943	4.073									
		200-S8	0,6	0,2	1,34	2246	1	1682	1	0,049	353	1.765	4.011									
PZ22	PZ05	200-S8	0,6	0,2	1,34	2246	1	1682	1	0,049	353	1.765	4.011	4.011	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4	
		200-S8	0,6	0,20	1,39	2335	1	1682	1	0,045	329	1.644	3.979									
		200-S8	0,6	0,2	1,44	2424	1	1682	1	0,042	307	1.535	3.959									
PZ39	PZ19	200-S8	0,6	0,2	1,20	2018	1	1682	1	0,059	428	2.140	4.159	4.159	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4	
		200-S8	0,6	0,20	1,26	2112	1	1682	1	0,054	395	1.974	4.085									
		200-S8	0,6	0,2	1,31	2205	1	1682	1	0,050	365	1.826	4.030									
PZ23	PZ18	200-S8	0,6	0,2	1,20	2018	1	1682	1	0,059	428	2.140	4.159	4.654	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4	
		200-S8	0,6	0,20	1,10	1843	1	1682	1	0,069	503	2.513	4.356									
		200-S8	0,6	0,2	0,99	1668	1	1682	1	0,082	597	2.986	4.654									
PZ24	PZ20	200-S8	0,6	0,2	1,20	2018	1	1682	1	0,059	428	2.140	4.159	4.159	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4	
		200-S8	0,6	0,20	1,21	2042	1	1682	1	0,058	419	2.097	4.139									
		200-S8	0,6	0,2	1,23	2065	1	1682	1	0,057	411	2.055	4.120									
PZ25	PZ21	200-S8	0,6	0,2	1,20	2018	1	1682	1	0,059	428	2.140	4.159	4.863	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4	
		200-S8	0,6	0,20	1,07	1797	1	1682	1	0,072	525	2.626	4.423									
		200-S8	0,6	0,2	0,94	1577	1	1682	1	0,091	657	3.286	4.863									
PZ40	PZ41	200-S8	0,6	0,2	1,20	2018	1	1682	1	0,059	428	2.140	4.159	4.621	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4	
		200-S8	0,6	0,20	1,10	1852	1	1682	1	0,069	499	2.493	4.345									
		200-S8	0,6	0,2	1,00	1685	1	1682	1	0,081	587	2.935	4.621									
PZ41	PZ21	200-S8	0,6	0,2	1,00	1685	1	1682	1	0,081	587	2.935	4.621	4.621	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4	
		200-S8	0,6	0,20	1,05	1763	1	1682	1	0,075	543	2.716	4.479									
		200-S8	0,6	0,2	1,09	1840	1	1682	1	0,069	504	2.520	4.360									

Tramo		Diam Nom mm,*	Bd m	D Exterior Bc m	Altura Rel. H m	Pr. Suelo P kg/m <sup>2</sup>	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m <sup>3</sup>	Tipo de carga	Ci	WL kg/m	Pv kg/m <sup>2</sup>	Pt kg/m <sup>2</sup>	Pt Crítico kg/m <sup>2</sup>	DL	K	Rigidez Tubería PSI	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación	
De	A																			Material	Compactación
FZ26	FZ22	200-S8	0,6	0,2	1,20	2018	1	1682	1	0,059	428	2.140	4.159	4.233	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	1,18	1981	1	1682	1	0,061	443	2.213	4.194								
		200-S8	0,6	0,2	1,16	1943	1	1682	1	0,063	458	2.289	4.233								
FZ26	FZ03	200-S8	0,6	0,2	1,20	2018	1	1682	1	0,059	428	2.140	4.159	4.159	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	1,34	2247	1	1682	1	0,049	353	1.763	4.011								
		200-S8	0,6	0,2	1,47	2476	1	1682	1	0,041	295	1.476	3.952								
FZ31	FZ32	200-S8	0,6	0,2	1,20	2018	1	1682	1	0,059	428	2.140	4.159	4.159	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	1,21	2041	1	1682	1	0,058	420	2.098	4.139								
		200-S8	0,6	0,2	1,23	2064	1	1682	1	0,057	411	2.057	4.121								
FZ32	FZ29	200-S8	0,6	0,2	1,23	2064	1	1682	1	0,057	411	2.057	4.121	4.121	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	1,36	2286	1	1682	1	0,047	342	1.710	3.995								
		200-S8	0,6	0,2	1,49	2508	1	1682	1	0,040	288	1.441	3.949								
FZ29	FZ28	200-S8	0,6	0,2	1,49	2508	1	1682	1	0,040	288	1.441	3.949	4.099	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	1,69	2841	1	1682	1	0,031	228	1.142	3.983								
		200-S8	0,6	0,2	1,89	3173	1	1682	1	0,026	185	926	4.099								
FZ28	FZ08	200-S8	0,6	0,2	1,89	3173	1	1682	1	0,026	185	926	4.099	5.864	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	2,59	4362	1	1682	1	0,014	100	501	4.864								
		200-S8	0,6	0,2	3,30	5551	1	1682	1	0,009	63	313	5.864								
FZ27	FZ28	200-S8	0,6	0,2	1,20	2018	1	1682	1	0,059	428	2.140	4.159	4.159	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	1,21	2042	1	1682	1	0,058	419	2.097	4.139								
		200-S8	0,6	0,2	1,23	2065	1	1682	1	0,057	411	2.055	4.120								
FZ12	FZ13	200-S8	0,6	0,2	1,20	2018	1	1682	1	0,059	428	2.140	4.159	4.159	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	1,54	2593	1	1682	1	0,037	271	1.355	3.948								
		200-S8	0,6	0,2	1,88	3167	1	1682	1	0,026	186	930	4.096								
FZ13	FZ14	200-S8	0,6	0,2	1,89	3172	1	1682	1	0,026	185	927	4.098	4.121	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	1,90	3197	1	1682	1	0,025	183	913	4.110								
		200-S8	0,6	0,2	1,92	3222	1	1682	1	0,025	180	899	4.121								
FZ14	FZ15	200-S8	0,6	0,2	1,92	3222	1	1682	1	0,025	180	899	4.121	4.121	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	1,85	3109	1	1682	1	0,027	192	962	4.072								
		200-S8	0,6	0,2	1,78	2996	1	1682	1	0,028	206	1.032	4.029								
FZ15	CMP162940	200-S8	0,6	0,2	1,78	2996	1	1682	1	0,028	206	1.032	4.029	4.029	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	1,67	2811	1	1682	1	0,032	233	1.164	3.976								
		200-S8	0,6	0,2	1,56	2626	1	1682	1	0,036	265	1.323	3.949								
FZ30	FZ29	200-S8	0,6	0,2	1,20	2018	1	1682	1	0,059	428	2.140	4.159	4.159	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	1,22	2045	1	1682	1	0,058	418	2.090	4.135								
		200-S8	0,6	0,2	1,23	2073	1	1682	1	0,056	408	2.041	4.114								
FZ37	FZ13	200-S8	0,6	0,2	1,20	2018	1	1682	1	0,059	428	2.140	4.159	4.159	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	1,34	2261	1	1682	1	0,048	349	1.744	4.005								
		200-S8	0,6	0,2	1,49	2503	1	1682	1	0,040	289	1.447	3.949								
FZ38	FZ15	200-S8	0,6	0,2	1,20	2018	1	1682	1	0,059	428	2.140	4.159	4.159	1,00	0,10	57	0	0,00	4	4
		200-S8	0,6	0,20	1,21	2035	1	1682	1	0,058	422	2.109	4.144								
		200-S8	0,6	0,2	1,22	2052	1	1682	1	0,057	416	2.078	4.130								

Fuente: PAVCO- Llenado Propio (PAVCO, 2023)

Los parámetros mostrados en este cálculo fueron corroborados con las normas EAAB-ESP con el fin de asegurar que estuviesen dentro de lo permitido

### 9.7 Características Domiciliarias.

Las domiciliarias que conectan a cada una de las redes proyectadas cuentan con una longitud, dirección y lado de la red a la que se conectarán, son en total 167 para los predios que pudieron ser conectados convencionalmente en base a las condiciones del terreno.

Tabla 20 Valores domiciliarias proyecto

Domiciliaria	Conecta A	Material	Ø	Vía	Desde	Hasta	Longitud	Lado
D001	PZ01-PZ02	PVC	6"	KR 86A	CL 88A S	CL88S	1,7	Derecha
D002	PZ01-PZ02	PVC	6"	KR 86A	CL 88A S	CL88S	1,51	Derecha
D003	PZ01-PZ02	PVC	6"	KR 86A	CL 88A S	CL88S	3,19	Izquierda
D004	PZ01-PZ02	PVC	6"	KR 86A	CL 88A S	CL88S	3,45	Izquierda
D005	PZ01-PZ02	PVC	6"	KR 86A	CL 88A S	CL88S	3,45	Izquierda
D006	PZ01-PZ02	PVC	6"	KR 86A	CL 88A S	CL88S	2,93	Izquierda
D007	PZ01-PZ02	PVC	6"	KR 86A	CL 88A S	CL88S	2,93	Izquierda
D008	PZ01-PZ02	PVC	6"	KR 86A	CL 88A S	CL88S	2,7	Izquierda
D009	PZ02-PZ03	PVC	6"	CL88 S	KR 86A	KR 87	4,41	Izquierda
D010	PZ02-PZ04	PVC	6"	CL88 S	KR 86A	KR 88	4,44	Izquierda
D011	PZ02-PZ04	PVC	6"	CL88 S	KR 86A	KR 89	3,82	Izquierda
D012	PZ02-PZ04	PVC	6"	CL88 S	KR 86A	KR 90	3,83	Izquierda
D056	PZ02-PZ04	PVC	6"	CL88 S	KR 86A	KR 91	5,96	Derecha
D013	PZ33-PZ04	PVC	6"	KR 87	CL 88A S	CL 88 S	2,27	Derecha
D014	PZ33-PZ04	PVC	6"	KR 87	CL 88A S	CL 88 S	2,17	Derecha
D015	PZ33-PZ04	PVC	6"	KR 87	CL 88A S	CL 88 S	2,17	Derecha

Domiciliaria	Conecta A	Material	Ø	Vía	Desde	Hasta	Longitud	Lado
D016	PZ33-PZ04	PVC	6"	KR 87	CL 88A S	CL 88 S	2,17	Derecha
D017	PZ33-PZ04	PVC	6"	KR 87	CL 88A S	CL 88 S	2,17	Derecha
D018	PZ33-PZ04	PVC	6"	KR 87	CL 88A S	CL 88 S	2,17	Derecha
D019	PZ33-PZ04	PVC	6"	KR 87	CL 88A S	CL 88 S	2,17	Derecha
D020	PZ33-PZ04	PVC	6"	KR 87	CL 88A S	CL 88 S	2,17	Derecha
D021	PZ33-PZ04	PVC	6"	KR 87	CL 88A S	CL 88 S	2,58	Izquierda
D022	PZ33-PZ04	PVC	6"	KR 87	CL 88A S	CL 88 S	2,58	Izquierda
D023	PZ33-PZ04	PVC	6"	KR 87	CL 88A S	CL 88 S	2,58	Izquierda
D024	PZ33-PZ04	PVC	6"	KR 87	CL 88A S	CL 88 S	2,77	Izquierda
D025	PZ33-PZ04	PVC	6"	KR 87	CL 88A S	CL 88 S	2,86	Izquierda
D026	PZ33-PZ04	PVC	6"	KR 87	CL 88A S	CL 88 S	3	Izquierda
D027	PZ33-PZ04	PVC	6"	KR 87	CL 88A S	CL 88 S	3,15	Izquierda
D028	PZ33-PZ04	PVC	6"	KR 87	CL 88A S	CL 88 S	3,15	Izquierda
D029	PZ33-PZ04	PVC	6"	KR 87	CL 88A S	CL 88 S	3,15	Izquierda
D030	PZ04-PZ05	PVC	6"	CL 88 S	KR 87	KR 87 A	4,64	Izquierda
D031	PZ04-PZ05	PVC	6"	CL 88 S	KR 87	KR 87 A	4,64	Izquierda
D054	PZ04-PZ05	PVC	6"	CL 88 S	KR 87	KR 87 A	4,84	Derecha
D055	PZ04-PZ05	PVC	6"	CL 88 S	KR 87	KR 87 A	5,35	Derecha
D032	PZ05-PZ06	PVC	6"	CL 88 S	KR 87 A	KR 87 B	5,66	Izquierda
D033	PZ34-PZ06	PVC	6"	KR 87B	CL 88A S	CL 88 S	3,69	Izquierda
D034	PZ34-PZ06	PVC	6"	KR 87B	CL 88A S	CL 88 S	3,42	Izquierda
D035	PZ34-PZ06	PVC	6"	KR 87B	CL 88A S	CL 88 S	2,97	Izquierda
D036	PZ34-PZ06	PVC	6"	KR 87B	CL 88A S	CL 88 S	2,72	Izquierda
D037	PZ34-PZ06	PVC	6"	KR 87B	CL 88A S	CL 88 S	2,36	Izquierda
D038	PZ06-PZ07	PVC	6"	CL 88A S	KR 87 B	KR 87C	6,02	Izquierda
D039	PZ06-PZ07	PVC	6"	CL 88A S	KR 87 B	KR 87C	6,02	Izquierda
D123	PZ06-PZ07	PVC	6"	CL 88A S	KR 87 B	KR 87C	6,02	Derecha

Domiciliaria	Conecta A	Material	Ø	Vía	Desde	Hasta	Longitud	Lado
D040	PZ35-PZ07	PVC	6"	KR 87B BIS	NULL	CL 88 S	1,91	Derecha
D041	PZ35-PZ07	PVC	6"	KR 87B BIS	NULL	CL 88 S	2,03	Derecha
D042	PZ35-PZ07	PVC	6"	KR 87B BIS	NULL	CL 88 S	1,92	Derecha
D043	PZ35-PZ07	PVC	6"	KR 87B BIS	NULL	CL 88 S	1,66	Derecha
D044	PZ35-PZ07	PVC	6"	KR 87B BIS	NULL	CL 88 S	1,59	Derecha
D044A	PZ36-PZ09	PVC	6"	KR 87 C	NULL	CL 88 S	4,4	Derecha
D045	PZ36-PZ09	PVC	6"	KR 87 C	NULL	CL 88 S	3,94	Izquierda
D046	PZ36-PZ09	PVC	6"	KR 87 C	NULL	CL 88 S	3,94	Izquierda
D124	PZ07-PZ08	PVC	6"	CL88 S	KR 87 B BIS	KR 87 C	5,22	Derecha
D124A	PZ07-PZ08	PVC	6"	CL88 S	KR 87 B BIS	KR 87 C	5,5	Izquierda
D047	PZ09-PZ10	PVC	6"	CL 88 S	KR 87 C	KR 87 L	4,64	Izquierda
D144	PZ09-PZ10	PVC	6"	CL 88 S	KR 87 C	KR 87 L	5,87	Derecha
D048	PZ10-PZ11	PVC	6"	CL 88 S	KR 87 L	KR 87 M	3,38	Izquierda
D049	PZ10-PZ11	PVC	6"	CL 88 S	KR 87 L	KR 87 M	3,48	Izquierda
D050	PZ22-PZ05	PVC	6"	KR 87 A	CL 87 D BIS S	CL 88 S	4,25	Izquierda
D051	PZ22-PZ05	PVC	6"	KR 87 A	CL 87 D BIS S	CL 88 S	4,25	Izquierda
D052	PZ22-PZ05	PVC	6"	KR 87 A	CL 87 D BIS S	CL 88 S	4,25	Izquierda
D053	PZ22-PZ05	PVC	6"	KR 87 A	CL 87 D BIS S	CL 88 S	4,25	Izquierda
D057	PZ26-PZ03	PVC	6"	KR 86 BIS	CL 87 D BIS S	CL 88 S	5,25	Derecha
D058	PZ26-PZ03	PVC	6"	KR 86 BIS	CL 87 D BIS S	CL 88 S	5,25	Derecha
D059	PZ26-PZ03	PVC	6"	KR 86 BIS	CL 87 D BIS S	CL 88 S	5,25	Derecha
D060	PZ26-PZ03	PVC	6"	KR 86 BIS	CL 87 D BIS S	CL 88 S	5,08	Derecha
D061	PZ26-PZ22	PVC	6"	CL 87 D BIS S	KR 86 BIS	KR 87 A	2,75	Izquierda
D062	PZ26-PZ22	PVC	6"	CL 87 D BIS S	KR 86 BIS	KR 87 A	2,75	Izquierda
D063	PZ26-PZ22	PVC	6"	CL 87 D BIS S	KR 86 BIS	KR 87 A	3,16	Izquierda
D064	PZ26-PZ22	PVC	6"	CL 87 D BIS S	KR 86 BIS	KR 87 A	1,85	Derecha
D065	PZ26-PZ22	PVC	6"	CL 87 D BIS S	KR 86 BIS	KR 87 A	1,85	Derecha

Domiciliaria	Conecta A	Material	Ø	Vía	Desde	Hasta	Longitud	Lado
D066	PZ26-PZ22	PVC	6"	CL 87 D BIS S	KR 86 BIS	KR 87 A	1,85	Derecha
D067	PZ26-PZ22	PVC	6"	CL 87 D BIS S	KR 86 BIS	KR 87 A	1,76	Derecha
D068	PZ25-PZ21	PVC	6"	CL 87 D S	NULL	KR 87 A	1,94	Izquierda
D069	PZ25-PZ21	PVC	6"	CL 87 D S	NULL	KR 87 A	1,76	Izquierda
D070	PZ25-PZ21	PVC	6"	CL 87 D S	NULL	KR 87 A	1,76	Izquierda
D071	PZ25-PZ21	PVC	6"	CL 87 D S	NULL	KR 87 A	1,76	Izquierda
D072	PZ25-PZ21	PVC	6"	CL 87 D S	NULL	KR 87 A	1,76	Izquierda
D073	PZ25-PZ21	PVC	6"	CL 87 D S	NULL	KR 87 A	1,76	Derecha
D074	PZ25-PZ21	PVC	6"	CL 87 D S	NULL	KR 87 A	1,76	Derecha
D075	PZ25-PZ21	PVC	6"	CL 87 D S	NULL	KR 87 A	1,76	Derecha
D076	PZ25-PZ21	PVC	6"	CL 87 D S	NULL	KR 87 A	1,76	Derecha
D077	PZ21-PZ22	PVC	6"	KR 87 A	CL 87 D S	CL 87 D BIS S	3,94	Izquierda
D078	PZ21-PZ22	PVC	6"	KR 87 A	CL 87 D S	CL 87 D BIS S	3,94	Izquierda
D079	PZ21-PZ22	PVC	6"	KR 87 A	CL 87 D S	CL 87 D BIS S	3,94	Izquierda
D080	PZ21-PZ22	PVC	6"	KR 87 A	CL 87 D S	CL 87 D BIS S	3,77	Izquierda
D081	PZ20-PZ21	PVC	6"	KR 87 A	CL 87 C BIS B S	CL 87 D S	3,51	Izquierda
D082	PZ20-PZ21	PVC	6"	KR 87 A	CL 87 C BIS B S	CL 87 D S	3,83	Izquierda
D083	PZ20-PZ21	PVC	6"	KR 87 A	CL 87 C BIS B S	CL 87 D S	4,22	Izquierda
D084	PZ20-PZ21	PVC	6"	KR 87 A	CL 87 C BIS B S	CL 87 D S	4,47	Izquierda
D085	PZ24-PZ20	PVC	6"	CL 87 C BIS B S	NULL	KR 87 A	1,94	Izquierda
D086	PZ24-PZ20	PVC	6"	CL 87 C BIS B S	NULL	KR 87 A	2,14	Izquierda
D087	PZ24-PZ20	PVC	6"	CL 87 C BIS B S	NULL	KR 87 A	2,47	Izquierda
D088	PZ24-PZ20	PVC	6"	CL 87 C BIS B S	NULL	KR 87 A	2,68	Izquierda
D089	PZ24-PZ20	PVC	6"	CL 87 C BIS B S	NULL	KR 87 A	2,85	Izquierda
D090	PZ24-PZ20	PVC	6"	CL 87 C BIS B S	NULL	KR 87 A	1,7	Derecha
D091	PZ24-PZ20	PVC	6"	CL 87 C BIS B S	NULL	KR 87 A	1,92	Derecha
D092	PZ24-PZ20	PVC	6"	CL 87 C BIS B S	NULL	KR 87 A	1,92	Derecha

Domiciliaria	Conecta A	Material	Ø	Vía	Desde	Hasta	Longitud	Lado
D093	PZ23-PZ18	PVC	6"	CL 87 C BIS S	NULL	KR 87 A	1,94	Izquierda
D094	PZ23-PZ18	PVC	6"	CL 87 C BIS S	NULL	KR 87 A	2,14	Izquierda
D095	PZ23-PZ18	PVC	6"	CL 87 C BIS S	NULL	KR 87 A	2,47	Izquierda
D096	PZ23-PZ18	PVC	6"	CL 87 C BIS S	NULL	KR 87 A	2,68	Izquierda
D101	PZ23-PZ18	PVC	6"	CL 87 C BIS S	NULL	KR 87 A	2,85	Derecha
D102	PZ23-PZ18	PVC	6"	CL 87 C BIS S	NULL	KR 87 A	1,7	Derecha
D097	PZ19-PZ20	PVC	6"	KR 87 A	CL 87 C BIS S	CL 87 C BIS B S	3,51	Izquierda
D098	PZ19-PZ20	PVC	6"	KR 87 A	CL 87 C BIS S	CL 87 C BIS B S	3,83	Izquierda
D099	PZ19-PZ20	PVC	6"	KR 87 A	CL 87 C BIS S	CL 87 C BIS B S	4,22	Izquierda
D103	PZ17-PZ18	PVC	6"	KR 87 A	CL 87 B S	CL 87 C BIS S	3,44	Izquierda
D104	PZ17-PZ18	PVC	6"	KR 87 A	CL 87 B S	CL 87 C BIS S	3,44	Izquierda
D105	PZ17-PZ18	PVC	6"	KR 87 A	CL 87 B S	CL 87 C BIS S	3,36	Izquierda
D106	PZ17-PZ18	PVC	6"	KR 87 A	CL 87 B S	CL 87 C BIS S	3,29	Izquierda
D107	PZ17-PZ18	PVC	6"	KR 87 A	CL 87 B S	CL 87 C BIS S	3,31	Izquierda
D111	PZ17-PZ18	PVC	6"	KR 87 A	CL 87 B S	CL 87 C BIS S	4,54	Derecha
D112	PZ17-PZ18	PVC	6"	KR 87 A	CL 87 B S	CL 87 C BIS S	4,54	Derecha
D108	PZ16-PZ17	PVC	6"	CL 87 B S	NULL	KR 87 A	1,09	Derecha
D109	PZ16-PZ17	PVC	6"	CL 87 B S	NULL	KR 87 A	1,09	Derecha
D110	PZ16-PZ17	PVC	6"	CL 87 B S	NULL	KR 87 A	1,09	Derecha
D113	PZ39-PZ19	PVC	6"	CL 87 C BIS A S	NULL	KR 87 A	2,66	Izquierda
D114	PZ39-PZ19	PVC	6"	CL 87 C BIS A S	NULL	KR 87 A	2,75	Izquierda
D115	PZ39-PZ19	PVC	6"	CL 87 C BIS A S	NULL	KR 87 A	2,46	Derecha
D116	PZ39-PZ19	PVC	6"	CL 87 C BIS A S	NULL	KR 87 A	2,46	Derecha
D117	PZ39-PZ19	PVC	6"	CL 87 C BIS A S	NULL	KR 87 A	2,46	Derecha
D118	PZ40-PZ41	PVC	6"	CL 87 D S	NULL	KR 87 A	2,55	Izquierda
D119	PZ40-PZ41	PVC	6"	CL 87 D S	NULL	KR 87 A	2,55	Izquierda
D120	PZ40-PZ41	PVC	6"	CL 87 D S	NULL	KR 87 A	3,21	Derecha

Domiciliaria	Conecta A	Material	Ø	Vía	Desde	Hasta	Longitud	Lado
D121	PZ40-PZ41	PVC	6"	CL 87 D S	NULL	KR 87 A	2,98	Derecha
D122	PZ40-PZ41	PVC	6"	CL 87 D S	NULL	KR 87 A	2,66	Derecha
D125	PZ27-PZ28	PVC	6"	CL 87 C BIS S	NULL	KR 87 C	1,84	Derecha
D126	PZ27-PZ28	PVC	6"	CL 87 C BIS S	NULL	KR 87 C	2,38	Derecha
D127	PZ27-PZ28	PVC	6"	CL 87 C BIS S	NULL	KR 87 C	2,72	Derecha
D128	PZ27-PZ28	PVC	6"	CL 87 C BIS S	NULL	KR 87 C	3,01	Derecha
D129	PZ27-PZ28	PVC	6"	CL 87 C BIS S	NULL	KR 87 C	3,32	Derecha
D130	PZ27-PZ28	PVC	6"	CL 87 C BIS S	NULL	KR 87 C	3,49	Derecha
D132	PZ27-PZ28	PVC	6"	CL 87 C BIS S	NULL	KR 87 C	2,99	Izquierda
D133	PZ27-PZ28	PVC	6"	CL 87 C BIS S	NULL	KR 87 C	2,95	Izquierda
D131	PZ29-PZ28	PVC	6"	CL 87 C BIS S	KR 87 C	KR 87 C	3,06	Derecha
D134	PZ29-PZ28	PVC	6"	KR 87 C	CL 87 B S	CL 87 C BIS S	8,89	Derecha
D135	PZ31-PZ32	PVC	6"	KR 87 K	NULL	CL 87 C BIS S	3,09	Derecha
D136	PZ31-PZ32	PVC	6"	KR 87 K	NULL	CL 87 C BIS S	2,56	Derecha
D137	PZ31-PZ32	PVC	6"	KR 87 K	NULL	CL 87 C BIS S	2,56	Derecha
D138	PZ31-PZ32	PVC	6"	KR 87 K	NULL	CL 87 C BIS S	3,34	Izquierda
D139	PZ31-PZ32	PVC	6"	KR 87 K	NULL	CL 87 C BIS S	3,34	Izquierda
D140	PZ31-PZ32	PVC	6"	KR 87 K	NULL	CL 87 C BIS S	3,04	Izquierda
D141	PZ32-PZ29	PVC	6"	CL 87 C BIS S	KR 87 K	KR 87 C	2,86	Izquierda
D142	PZ28-PZ08	PVC	6"	KR 87 C	CL 87 C BIS S	CL 88 S	2,87	Derecha
D143	PZ28-PZ08	PVC	6"	KR 87 C	CL 87 C BIS S	CL 88 S	2,33	Derecha
D145	PZ28-PZ08	PVC	6"	KR 87 C	CL 87 C BIS S	CL 88 S	3,34	Izquierda
D146	PZ28-PZ08	PVC	6"	KR 87 C	CL 87 C BIS S	CL 88 S	3,34	Izquierda
D147	PZ28-PZ08	PVC	6"	KR 87 C	CL 87 C BIS S	CL 88 S	3,34	Izquierda
D148	PZ38-PZ15	PVC	6"	KR 87 M	CL 87 C S	CL 88 S	2,91	Izquierda
D149	PZ38-PZ15	PVC	6"	KR 87 M	CL 87 C S	CL 88 S	2,92	Izquierda
D150	PZ38-PZ15	PVC	6"	KR 87 M	CL 87 C S	CL 88 S	2,93	Izquierda

Domiciliaria	Conecta A	Material	Ø	Vía	Desde	Hasta	Longitud	Lado
D151	PZ38-PZ15	PVC	6"	KR 87 M	CL 87 C S	CL 88 S	2,86	Izquierda
D152	PZ38-PZ15	PVC	6"	KR 87 M	CL 87 C S	CL 88 S	2,72	Izquierda
D153	PZ38-PZ15	PVC	6"	KR 87 M	CL 87 C S	CL 88 S	2,83	Izquierda
D154	PZ38-PZ15	PVC	6"	KR 87 M	CL 87 C S	CL 88 S	2,81	Izquierda
D155	PZ38-PZ15	PVC	6"	KR 87 M	CL 87 C S	CL 88 S	2,78	Izquierda
D156	PZ38-PZ15	PVC	6"	KR 87 M	CL 87 C S	CL 88 S	2,03	Derecha
D157	PZ38-PZ15	PVC	6"	KR 87 M	CL 87 C S	CL 88 S	2,04	Derecha
D158	PZ38-PZ15	PVC	6"	KR 87 M	CL 87 C S	CL 88 S	2,08	Derecha
D159	PZ38-PZ15	PVC	6"	KR 87 M	CL 87 C S	CL 88 S	2,3	Derecha
D160	PZ38-PZ15	PVC	6"	KR 87 M	CL 87 C S	CL 88 S	2,45	Derecha
D161	PZ38-PZ15	PVC	6"	KR 87 M	CL 87 C S	CL 88 S	2,55	Derecha
D162	PZ38-PZ15	PVC	6"	KR 87 M	CL 87 C S	CL 88 S	2,65	Derecha
D163	PZ38-PZ15	PVC	6"	KR 87 M	CL 87 C S	CL 88 S	2,79	Derecha
D164	PZ37-PZ13	PVC	6"	KR 78 N	CL 87 C S	CL 88 S	5,78	Izquierda
D165	PZ37-PZ13	PVC	6"	KR 78 N	CL 87 C S	CL 88 S	5,79	Izquierda
D166	PZ12-PZ13	PVC	6"	CL 88 S	NULL	KR 78 N	12,52	Izquierda
<b>TOTAL, TUBERIA PVC Ø6"</b>							532,16	m
<b>TOTAL, CAJAS DOMICILIARIA 0,60m x 0,60m x 0,60m</b>							167	

Fuente: Propia

Cada domiciliaria corresponde a un predio, aclarando su localización, ID, material, diámetro, longitud y lado de conexión a la red sanitaria según el sentido de flujo.

## **9.8 Modelación SewerGEMS**

Una vez desarrolladas todas las actividades de campo, toma de información, análisis de la información requerida, realizado el diseño de acuerdo a los parámetros mencionados en el capítulo 9 del presente documento, se procede a la realización del modelado de software utilizando el programa SewerGEMS de la empresa Norteamericana Bentley Systems de la siguiente manera:

Ver anexo 4. SewerGEMES

9.8.1 Configuración opciones de cálculo

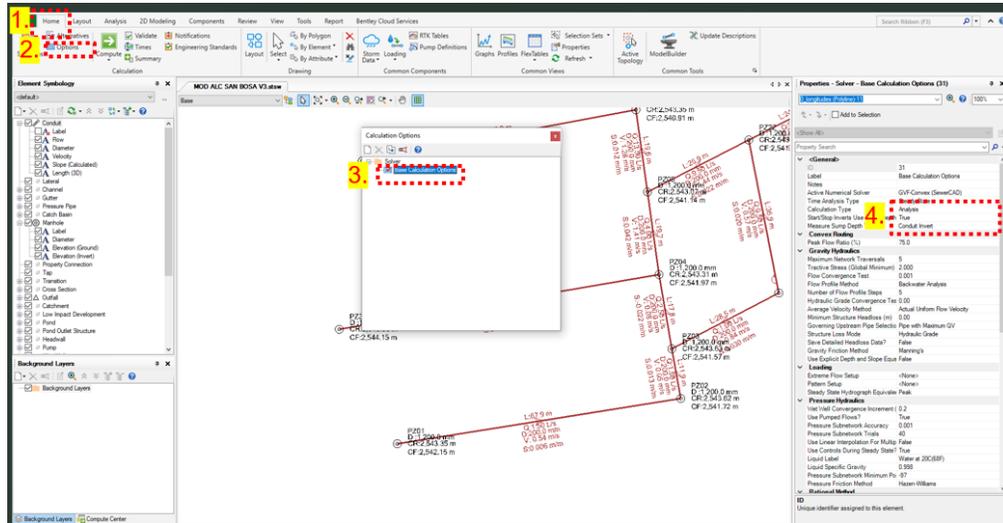


Ilustración 34 Configuración opciones de calculo

9.8.2 Configuración de tuberías y pozos

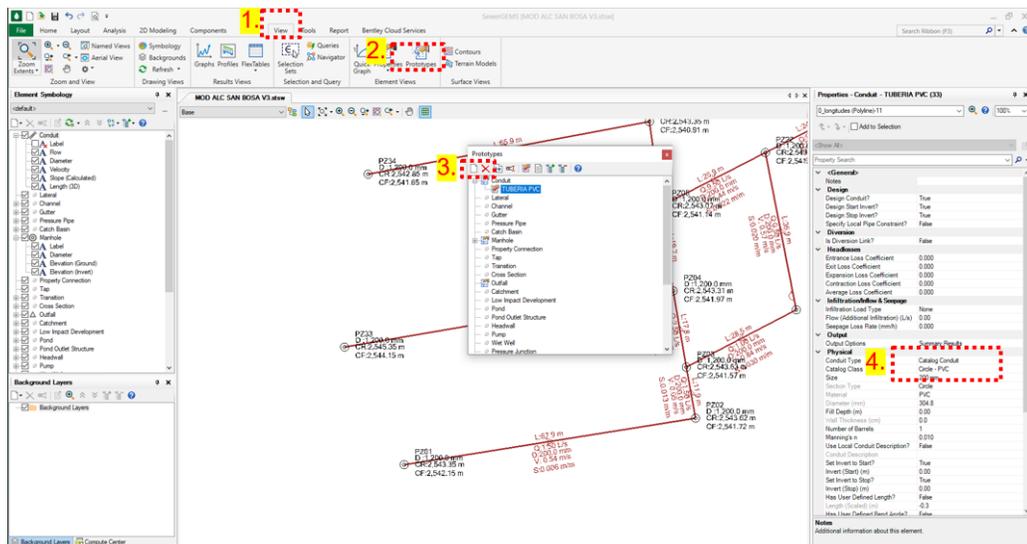


Ilustración 35 Configuración de tuberías y pozo

**9.8.3 Insertar pozos de inspección**

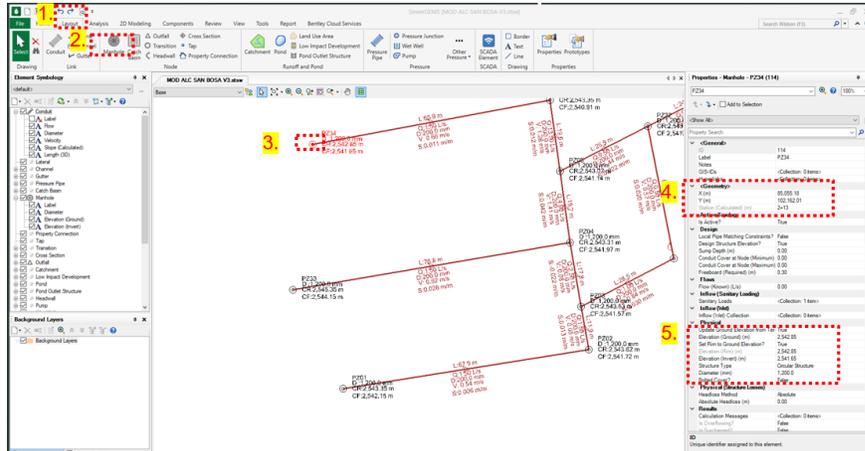


Ilustración 36 Insertar pozos de inspección

**9.8.4 Insertar tubería en PVC 8"**

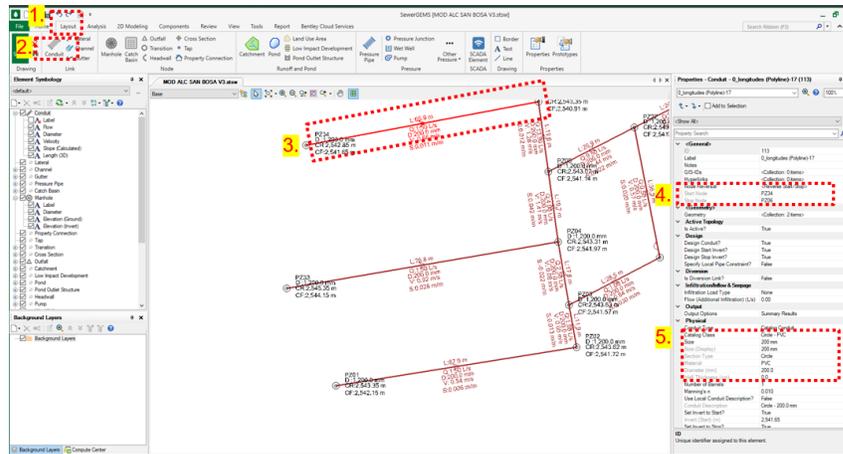


Ilustración 37 Insertar tubería en PVC 8"

9.8.5 Insertar pozo de salida CMP162940

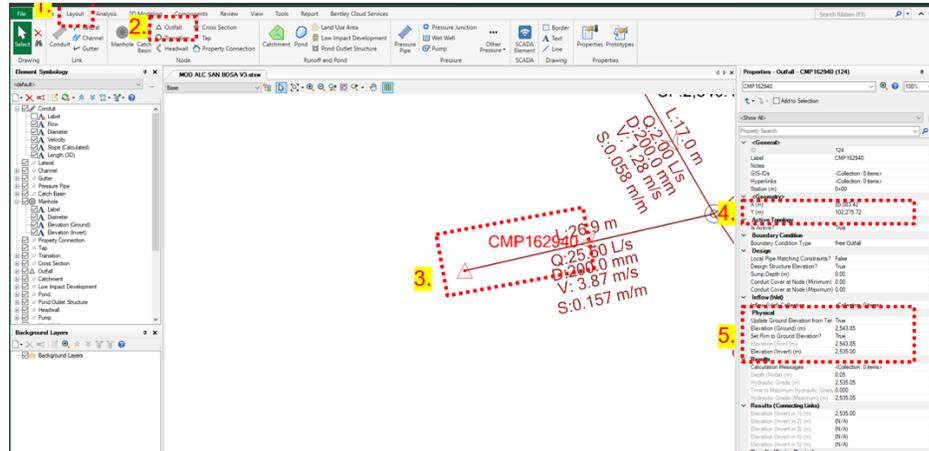


Ilustración 38 Insertar pozo de salida CMP162940

9.8.6 Insertar caudales

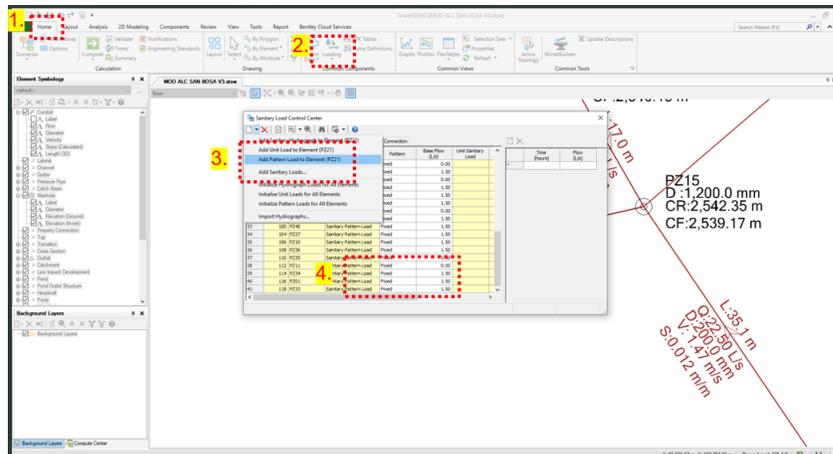
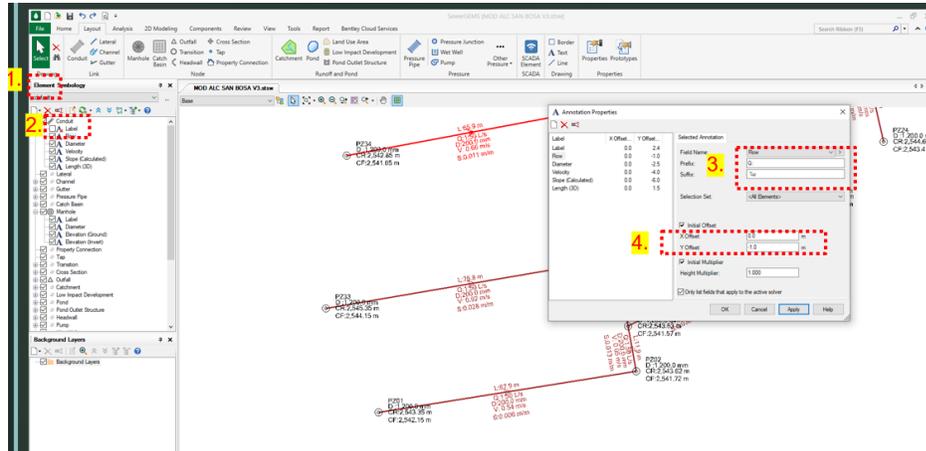


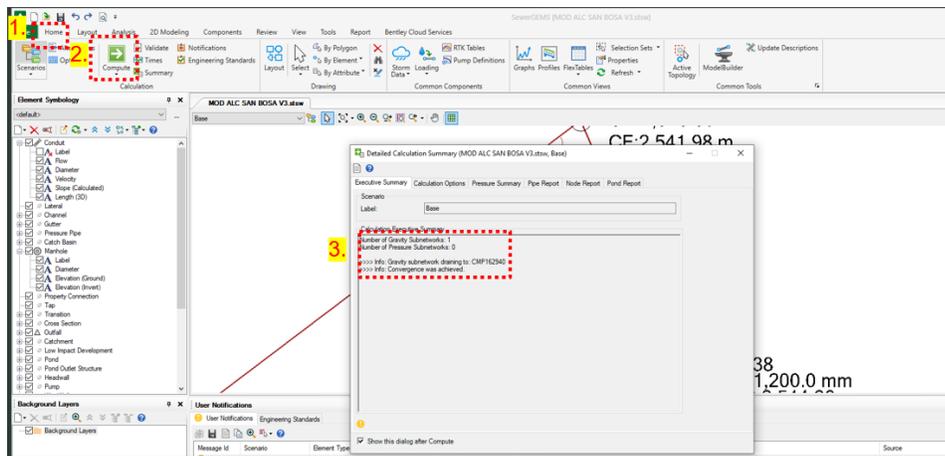
Ilustración 39 Insertar caudales

**9.8.7 Insertar etiqueta de tuberías y pozos**



*Ilustración 40 Insertar etiquetas de tuberías y pozos*

**9.8.8 Calculo de modelo alcantarillado sanitario**



*Ilustración 41 Calculo de modelo alcantarillado sanitario*

### 9.8.9 Creación de perfiles alcantarillado sanitario

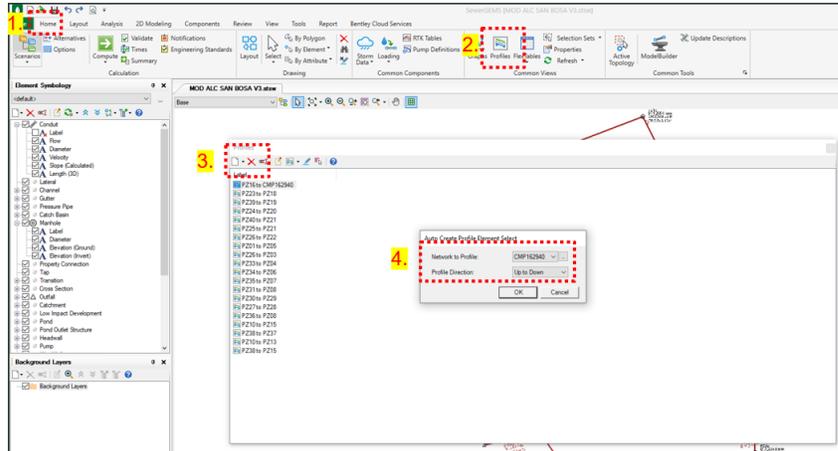


Ilustración 42 9.8.9 Creación de perfiles alcantarillado sanitario

### 9.8.10 Perfiles alcantarillado sanitario

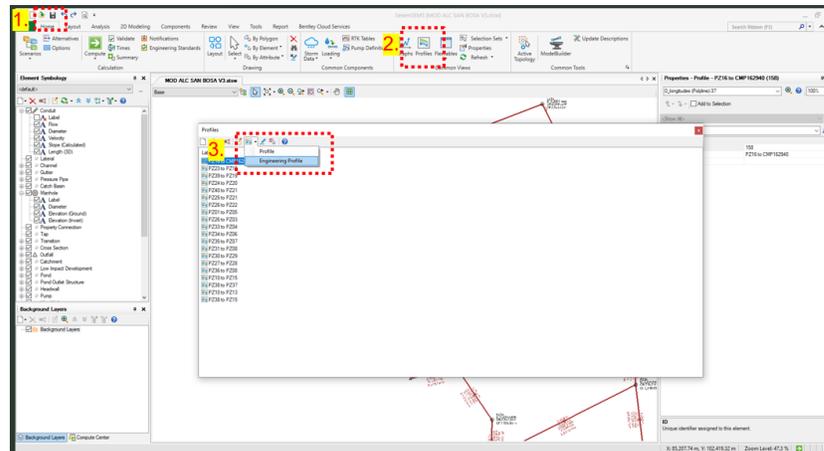


Ilustración 43 Perfiles alcantarillado sanitario

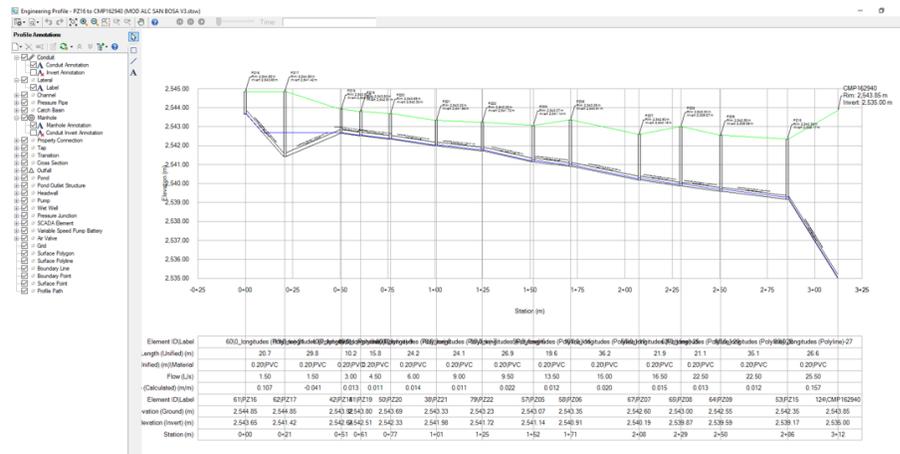


Ilustración 44 Perfil generado alcantarillado sanitario

### 9.9 Cantidades de Obra.

La hoja de cálculo de PAVCO también arroja un resultado final de cálculo de cantidades de obra resumido, teniendo los siguientes valores para el presente proyecto:

Tabla 21 Cantidades de obra resumidas red de alcantarillado Bosa San José II

Totales Cantidades de obra		Unidad	Cantidad
Actividad			
Volumen de excavación tubería		m <sup>3</sup>	1570,84
Volumen de excavación estructuras		m <sup>3</sup>	93,57
Volumen relleno 4 o proveniente de excavación		m <sup>3</sup>	179,79
Volumen relleno 3		m <sup>3</sup>	1348,99
Volumen material retiro		m <sup>3</sup>	1484,62
Longitud cilindro e=		m	73,89
Area interior cámaras		m <sup>2</sup>	278,54
No de Cámaras		un	41,00

Fuente: Propia (PAVCO, 2023)

Las cantidades mostradas representan las cantidades de excavación, relleno, retiro de materiales, pozos y elementos que hacen parte de los mismos

También se presentan cantidades de tubería respecto a sus tuberías en obra de 6m de longitud.

Tabla 22 Cantidades de tubería red de alcantarillado Bosa San José II

De	A	Diam Nom mm,"	Long real	Material	Tubería	# Tubos
PZ01	PZ02	200-S8	67	PVC	NOVAFORT	11 tubos y 2,29 m
PZ02	PZ03	200-S8	11	PVC	NOVAFORT	1 tubos y 5,02 m
PZ03	PZ04	200-S8	17	PVC	NOVAFORT	2 tubos y 5,00 m
PZ04	PZ05	200-S8	19	PVC	NOVAFORT	3 tubos y 1,01 m
PZ05	PZ06	200-S8	18	PVC	NOVAFORT	3 tubos y 0,67 m
PZ06	PZ07	200-S8	35	PVC	NOVAFORT	6 tubos y 0,02 m
PZ07	PZ08	200-S8	19	PVC	NOVAFORT	3 tubos y 1,29 m
PZ08	PZ09	200-S8	3	PVC	NOVAFORT	0 tubos y 2,50 m
PZ09	PZ10	200-S8	19	PVC	NOVAFORT	3 tubos y 1,04 m
PZ10	PZ11	200-S8	28	PVC	NOVAFORT	4 tubos y 4,29 m
PZ11	CMP162940	200-S8	28	PVC	NOVAFORT	4 tubos y 4,35 m
PZ33	PZ04	200-S8	76	PVC	NOVAFORT	12 tubos y 5,17 m
PZ34	PZ06	200-S8	65	PVC	NOVAFORT	11 tubos y 0,23 m
PZ35	PZ07	200-S8	57	PVC	NOVAFORT	9 tubos y 3,78 m
PZ36	PZ09	200-S8	56	PVC	NOVAFORT	9 tubos y 3,33 m
PZ16	PZ17	200-S8	20	PVC	NOVAFORT	3 tubos y 2,10 m
PZ17	PZ18	200-S8	29	PVC	NOVAFORT	4 tubos y 5,13 m
PZ18	PZ19	200-S8	9	PVC	NOVAFORT	1 tubos y 3,31 m
PZ19	PZ20	200-S8	15	PVC	NOVAFORT	2 tubos y 3,02 m
PZ20	PZ21	200-S8	23	PVC	NOVAFORT	3 tubos y 5,46 m
PZ21	PZ22	200-S8	23	PVC	NOVAFORT	3 tubos y 5,45 m
PZ22	PZ05	200-S8	26	PVC	NOVAFORT	4 tubos y 2,38 m
PZ39	PZ19	200-S8	25	PVC	NOVAFORT	4 tubos y 1,87 m
PZ23	PZ18	200-S8	21	PVC	NOVAFORT	3 tubos y 3,84 m
PZ24	PZ20	200-S8	23	PVC	NOVAFORT	3 tubos y 5,37 m
PZ25	PZ21	200-S8	25	PVC	NOVAFORT	4 tubos y 1,52 m
PZ40	PZ41	200-S8	34	PVC	NOVAFORT	5 tubos y 5,09 m
PZ41	PZ21	200-S8	6	PVC	NOVAFORT	0 tubos y 5,53 m
PZ26	PZ22	200-S8	36	PVC	NOVAFORT	6 tubos y 0,57 m
PZ26	PZ03	200-S8	28	PVC	NOVAFORT	4 tubos y 3,99 m
PZ31	PZ32	200-S8	31	PVC	NOVAFORT	5 tubos y 1,76 m
PZ32	PZ29	200-S8	22	PVC	NOVAFORT	3 tubos y 4,07 m
PZ29	PZ28	200-S8	12	PVC	NOVAFORT	2 tubos y 0,11 m
PZ28	PZ08	200-S8	91	PVC	NOVAFORT	15 tubos y 2,50 m
PZ27	PZ28	200-S8	34	PVC	NOVAFORT	5 tubos y 5,09 m
PZ12	PZ13	200-S8	30	PVC	NOVAFORT	5 tubos y 0,36 m
PZ13	PZ14	200-S8	22	PVC	NOVAFORT	3 tubos y 4,67 m
PZ14	PZ15	200-S8	16	PVC	NOVAFORT	2 tubos y 4,11 m
PZ15	CMP162940	200-S8	25	PVC	NOVAFORT	4 tubos y 1,79 m

DISEÑAR EL SISTEMA DE SANEAMIENTO PARA EL BARRIO BOSA SAN JOSÉ II SECTOR DE LA LOCALIDAD

DE BOSA, BOGOTÁ D.C.

107

De	A	Diam Nom mm,"	Long real	Material	Tubería	# Tubos
PZ30	PZ29	200-S8	23	PVC	NOVAFORT	3 tubos y 5,41 m
PZ37	PZ13	200-S8	89	PVC	NOVAFORT	15 tubos y 0,53 m
PZ38	PZ15	200-S8	106	PVC	NOVAFORT	18 tubos y 0,15 m

**CANTIDAD TOTAL**

Suma de Long	Material
Diam Nom	PVC
200-S8	1360

<b>TOTAL, TUBERIA PVC Ø6"</b>	532,16m
<b>TOTAL, CAJAS DOMICILIARIA 0,60m x 0,60m x 0,60m</b>	167

Fuente: PAVCO.

Las cantidades mostradas representan las cantidades de tubería para su adquisición a nivel comercial

## 10 Análisis y Discusión de Resultados

El barrio Bosa San José II sector fue legalizado en el año 2019; sin embargo, aparentemente no se han realizado las actualizaciones y designación catastrales, tales como uso del suelo, alturas de pisos, entre otros aspectos consultados en el SINUPOT e IDECA, lo que generó algunos vacíos de información para el desarrollo del proyecto.

La red diseñada funciona con el diámetro mínimo de 8" en todo su desarrollo, esto puede deberse a la baja densidad poblacional, los usos residenciales y el área del barrio en sí.

Las dificultades de conexión de algunos predios a la red por impedimentos físicos evidencian la informalidad del barrio Bosa San José II sector.

La red existente de 2,75m de diámetro evidencia que es una red de tipo troncal y que en teoría no está diseñada para recibir aportes a la altura de la cámara CMP162940; sin embargo, al no existir ninguna otra red, es la única alternativa posible.

Además, la contribución total de caudales en la zona es de 2,05 l/s y 8,23 l/s, lo cual, para una red troncal de ese tamaño, es un aporte mínimo.

Las domiciliarias que deben implantarse corresponden a un total de 167, garantizando una por cada predio con posible conexión física; su conexión a las redes sanitarias diseñadas está garantizada, ya que todas estas tienen una profundidad a cota clave mínima de 1,20m y las domiciliarias de 0,60m.

Las cotas de la red mostraron ser coincidentes con la información de planos récord de la red sanitaria troncal investigada al existir niveles de empalme acertados.

La alta profundidad de la cámara CMP162940 puede deberse a que, con estos niveles, la misma podía pasar por debajo del cauce del río Tunjuelito. Sin embargo, obliga a diseñar y construir estructuras

especiales de entrega de la red proyectada en el pozo final propuesto, lo que estaría fuera del alcance del presente proyecto.

## 11 Conclusiones y Recomendaciones

Fue satisfactoriamente diseñado un sistema de alcantarillado sanitario para el barrio Bosa San José II sector para la mayoría de las viviendas del mismo, puesto que algunas no tenían forma de efectuar conexión a la red planteada.

La red diseñada se compone de 1360 m de tubería PVC Ø8", 42 pozos de inspección y 167 domiciliarias con 532,16m de red PVC Ø6".

La información recopilada del barrio Bosa San José debió ser completada con criterios técnicos y de relacionamiento con zonas vecinas, ya que no se encontraron algunos parámetros, tales como la altura promedio de pisos de los predios o el uso predominante del suelo en sistemas de información geográfica, esto posiblemente debido a su estatus de barrio recién legalizado.

El sistema diseñado está acorde a los parámetros de las normas EAAB-ESP, la cuales contemplan ya las directrices de la Resolución 799 de 2021, siendo los primeros aún más exigentes.

El diseño de la red sanitaria abre la puerta para aportar el cumplimiento de los ODS 1 (fin de la pobreza), 3 (Salud y bienestar) y 6 (agua limpia y saneamiento) (Naciones Unidas Colombia, 2023) al aportar un sistema de saneamiento a la comunidad del barrio Bosa San José II, siendo un factor de pobreza el no acceso a servicios públicos, así como una correcta disposición de aguas residuales permite un mayor bienestar y salud para los seres humanos.

El caudal aportado por el barrio Bosa San José II sector, al ser de 10,28 l/s en total, no representa un valor considerable para la red troncal existente de conexión con diámetro de 2,75m.

La conexión del pozo final a la cámara existente CMP162940 debe hacerse mediante estructuras especiales, ya que no es posible de hacer por pozos convencionales, esto con base en la diferencia de más de 8m entre cotas clave de redes, estando esto fuera del alcance del presente proyecto al requerir de un manejo especializado de pozos y caídas.

Se recomienda que, al momento de construir la red sanitaria, se acompañe de un plan de pavimentación de calles con el fin de asegurar las cotas clave de domiciliarias y pozos de inspección.

Los pedios que no pudieron ser conectados al sistema diseñado deberán ser revisados puntualmente por la EAAB-ESP con el fin de encontrar la solución apropiada a estos casos.

Debido a la gran complejidad del sistema, este puede resultar costoso, sin embargo, se beneficiarían 207.368 Hab para el año 2054. Los cuales apuntan a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

## 12 Bibliografía

Álvarez, A. F. (2010). *Estudio Descriptivo de la Situación Física y Funcional del Sistema de Alcantarillado Pluvial y Sanitario del Municipio San Cayetano en el Departamento de Cundinamarca Colombia*.

Bogota: Universidad La Gran Colombia.

Arevalo Satoque, W. L., Garzon Pardo, J. J., & Real Perez, D. (2015). *Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Vereda Altamar en el Municipio de la Calera Cundinamarca*. Bogotá: Universidad

La Gran Colombia.

Betancourt, A. S. (2019). *Diseño Acueducto y Alcantarillado Barrio Unir II En la Localidad de Engativa en la Ciudad de Bogotá*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

Bosa. (5 de 10 de 2023). *Alcaldia Local de Bosa*. Obtenido de <http://www.bosa.gov.co/>

CAR. (s.f.). *Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos*. Obtenido de

<https://www.car.gov.co/vercontenido/157>

Carmona, R. P. (2013). *Diseño y Construcción de Alcantarillados Sanitario, Pluvial y Drenaje en*

*Carreteras*. Ecoe Ediciones.

Castro, J. C. (2001). *Diseño del alcantarillado sanitario y pluvial y tratamiento de aguas servidas de 4*

*lotizaciones unidas (varios propietarios), del cantón El Carmen*. Pontificia Universidad Católica de Ecuador.

CRA. (5 de 10 de 2023). *Comision de Regulacion de Agua Potable y Saneamiento Basico*. Obtenido de

<https://www.cra.gov.co/>

Cualla, R. A. (1995). *Elementos de Diseño Para Acueductos y Alcantarillados*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.

DANE. (2024). *Departamento Administrativo Nacional de Estadística* .

EADIC. (febrero de 2024). *EADIC*. Obtenido de <https://www.eadic.info/producto/sewergems-diseno-y-modelado-de-redes-de-alcantarillado/>

Earth, G. (5 de 10 de 2023). *Google Earth*. Obtenido de <https://earth.google.com/web/>

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, E.-E. (8 de 10 de 2023). *Acueducto de Bogota*. Obtenido de <https://www.acueducto.com.co/>

Espinosa, N. L. (2006). *Desarrollo de una Metodología Para Determinar Cuando Renovar o Rehabilitar Redes de Alcantarillado*. Bogota DC: Universidad de los Andes.

Flores, S. M. (2011). *Diseño del alcantarillado sanitario, pluvial y tratamiento de aguas servidas de la Urbanización San Emilio*. Quito: Bachelor's thesis.

Gildenberger, C. (1978). Desarrollo y calidad de vida. *Revista Argentina de Relaciones Internacionales*.

IDECA. (5 de 10 de 2023). *La Infraestructura de Datos Espaciales*. Obtenido de <https://www.ideca.gov.co/>

Juan Antonio Fernandez, M. F. (2010). Los conceptos de calidad de vida, salud y bienestar analizados desde la perspectiva de la Clasificación Internacional del Funcionamiento. *Revista Española de Salud Publica*.

Naciones Unidas Colombia, O. (10 de 10 de 2023). *Naciones Unidas Colombia*. Obtenido de <https://colombia.un.org/es/sdgs>

PAVCO. (14 de 10 de 2023). *Ayudas de Diseño Hidrosanitario*. Obtenido de <https://pavcowavin.com.co/ayudas-de-diseno-hidrosanitario>

POT, M. (08 de 10 de 2023). *Plan de Ordenamiento Territorial*. Obtenido de <https://www.sdp.gov.co/>

Santamaria, M. A. (2009). *Diseño de la red de alcantarillado sanitario y pluvial del corregimiento de La Mesa Cesar*. Bogota: Universidad de La Salle.

DISEÑAR EL SISTEMA DE SANEAMIENTO PARA EL BARRIO BOSA SAN JOSÉ II SECTOR DE LA LOCALIDAD  
DE BOSA, BOGOTÁ D.C.

114

SINUPOT, S. D. (08 de 10 de 2023). *Sistema de Informacion Geografica* . Obtenido de  
<https://www.sdp.gov.co/content/sinupot-0>

### **13 Anexos**

ANEXO 1. TOPOGRAFIA

ANEXO 2. DISEÑO

ANEXO 3. FORMATOS ACUEDUCTO

ANEXO 4. SOLICITUD JAC

ANEXO 5. DISEÑO EN SOFTWARE SEWERGEMS