CONSORCIO GEOJAM HÁBITAT





CONTRATO DE CONSULTORÍA No 881 DE 2021

"ELABORAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL COMPONENTE DE MOVILIDAD Y ESPACIO PÚBLICO EN LOS TERRITORIOS PRIORIZADOS POR LA SECRETARÍA DISTRITAL DEL HÁBITAT CONURBACIÓN CIUDAD BOLÍVAR – SOACHA Y CONURBACIÓN BOSA - SOACHA"

INFORME FINAL – BARRIOS SAN JOSÉ Y PROVIDENCIA

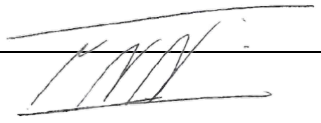
BOGOTÁ D.C., SEPTIEMBRE DE 2022

VERSIÓN 02

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

VERSIÓN	SECCIÓN MODIFICADA	FECHA	REFERENCIA
1		22/07/2022	
2		05/09/2022	
3			

REVISIÓN Y APROBACIÓN

N° VERSIÓN		02
RESPONSABLE POR ELABORACIÓN	NOMBRE	ING. EDUARDO ZAMUDIO HUERTAS MP 25202-48406 CND
	FIRMA	
RESPONSABLE POR APROBACIÓN DIRECCIÓN DE CONSULTORÍA	NOMBRE	ING. MAURICIO HERNÁN CAMARGO CH. MP N° 25202 - 33581 CND
	FIRMA	
APROBACIÓN ESPECIALISTA INTERVENTORÍA	NOMBRE	ING. JESSICA VEGA MP N° 25202-232632 CND
	FIRMA	

N° VERSIÓN		**02**
APROBACIÓN DIRECCIÓN INTERVENTORÍA	**NOMBRE**	ING. EHIDA JULIET RAMIREZ MP N° 25202-198359 CND
	FIRMA	
	FECHA|	**ABRIL 2022**

CONTROL DE CAMBIOS

ENTREGA DE INFORMES	ENTIDAD	UNIDADES

CAMBIOS REALIZADOS

VERSIÓN	CAMBIOS REALIZADOS RESPECTO A LA VERSIÓN ANTERIOR	FECHA

APROBACIÓN CAMBIOS

VERSIÓN	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:	FECHA:

Tabla de contenido

1. GENERALIDADES 8

1.1 INTRODUCCIÓN 8

1.2 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS 8

1.2.1 Objetivo general 8

1.2.2 Objetivos específicos 8

2. ALCANCE DE LA CONSULTORÍA 9

3. ANTECEDENTES 9

4. NORMATIVIDAD DE LA EAAB APLICABLE A LOS DISEÑOS 10

5. LOCALIZACIÓN 11

5.1 ASPECTOS FÍSICOS EN LA ZONA DE ESTUDIO 13

5.2 LOCALIZACIÓN DE LOS CIV 14

6. DIAGNOSTICO SIGUE 15

6.1 Observaciones del diagnostico 18

7. CARACTERIZACIÓN CLIMATICA 20

7.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA REGIONAL 20

7.1.1 PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL 20

7.1.2 NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA AL AÑO 22

7.1.3 TEMPERATURA MEDIA 23

7.2 INFORMACIÓN SECUNDARIA 24

7.3 INFORMACIÓN DE CURVA DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA 24

8. DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN 25

9. DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD DE INSPECCIÓN CCTV 29

10. ANÁLISIS HIDROLÓGICO 30

10.1 PRIORIZACIÓN DE ANÁLISIS 30

10.2 CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA 32

10.3 PERIODO DE RETORNO Y TIEMPO DE CONCENTRACIÓN 34

10.4 ÁREA DE APORTE 35

10.5 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA 36

10.6 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL 38

11. ANÁLISIS HIDRÁULICO 42

11.1 CONSIDERACIONES TÉCNICAS 42

11.2 SAN JOSÉ Y PROVIDENCIA 43

11.2.1 Diseño Hidráulico 43

11.2.2 Implantación de Sumideros 43

11.2.3 Ubicación de los Sumideros 43

11.2.4 Diseño de Sumideros 45

11.2.5 Cajas de Sedimentación 50

11.2.6 Diseño de tuberías de Conexión 51

11.2.7 Pendiente mínima 52

11.2.8 Profundidad mínima 52

11.2.9 Velocidad o fuerza tractiva mínima 52

11.2.10 Velocidad real máxima 52

11.2.11 Resultados 53

11.2.12 Implantación de pozos de Inspección 56

12. CONCLUSIONES 61

13. BIBLIOGRAFÍA 63

ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Localización general del Proyecto 11

Ilustración 2 - Barrios Providencia y San José 12

Ilustración 3 –Ejemplo de vía en afirmado –San José - Bosa 13

Ilustración 4 - CIV presentes en Providencia y San José 14

Ilustración 5 - Ficha Diagnostico Sistema de Acueducto 16

Ilustración 6 - Ficha Diagnostico Sistema de Alcantarillado Sanitario 17

Ilustración 7 -Sistema Acueducto Providencia 19

Ilustración 8 - Valores de Precipitación Anual en la Ciudad de Bogotá mm/año 21

Ilustración 9 Distribución general de precipitación anual en las localidades de interés 22

Ilustración 10 - Valores de No. de días de lluvia al año en la ciudad de Bogotá. 23

Ilustración 11 - Temperatura Mensual en Bogotá 23

Ilustración 12 – Formatos de campo para levantamiento de obras 26

Ilustración 13 – Formatos de campo para levantamiento de obras 27

Ilustración 14 – Formato completado 28

Ilustración 15 -CIV sin redes y CIV con redes – Barrio Providencia 31

Ilustración 16 -CIV sin redes y CIV con redes – Barrio San José 32

Ilustración 17 - Curva IDF San José y Providencia 33

Ilustración 18 - Áreas de aporte por CIV San José 35

Ilustración 19 - Áreas de aporte por CIV Providencia 36

Ilustración 20 - Distribución especial de coberturas San José 37

Ilustración 21 - Distribución especial de coberturas Providencia 38

Ilustración 22 - Dirección del flujo San José 40

Ilustración 23 - Dirección del flujo Providencia 41

Ilustración 24 - Ubicación de sumideros sector San José 44

Ilustración 25 - Ubicación sumideros sector Providencia 44

Ilustración 26 - Planta superior de sumidero de rejilla caja doble en vía 50

Ilustración 27 - Planta inferior de sumidero de rejilla caja doble en vía 50

Ilustración 28 - Perfiles del diseño de la caja de sedimentación 51

Ilustración 29 - Ubicación pozo P1 y conexión con PMCI136187 en San José 56

Ilustración 30 - Ubicación de pozos proyectados en Providencia 57

Ilustración 31 - Perfil longitudinal pozo P1 a pozo P2 Providencia 58

Ilustración 32 - Perfil longitudinal pozo P3 a pozo P4 58

TABLAS

Tabla 1. Número y propiedades del CIV 14

Tabla 2. Resumen Diagnóstico Sector San José 18

Tabla 3. Resumen Diagnóstico Sector Providencia 18

Tabla 4. Información curvas IDF dadas por el acueducto 25

Tabla 5. Valores de la Curva IDF San José y Providencia. 33

Tabla 6. Periodos de retorno según las características del área de drenaje 34

Tabla 7. Intensidad para un periodo de retorno de 5 años 34

Tabla 8. Coeficientes de escorrentía (C) 36

Tabla 9. Resultado del caudal por CIV San José y Providencia 39

Tabla 10. Caudales máximos San José y Providencia 41

Tabla 11. n de Manning para pavimentos 45

Tabla 12. Ancho de Inundación 46

Tabla 13. Número de rejillas sumideros San José 48

Tabla 14. Número de rejillas sumideros Providencia 49

Tabla 15. Velocidades máximas según material de la tubería 52

Tabla 16. Comprobación Capacidad de tuberías de conexión San José 53

Tabla 17. Comprobación de capacidad de tuberías de conexión Providencia 54

Tabla 18. Verificación tuberías de conexión pozos San José 60

Tabla 19. Verificación tuberías de conexión pozos Providencia 60

1.GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El CONSORCIO GEOJAM HÁBITAT, adelanta para la SECRETARIA DISTRITAL DEL HÁBITAT, el contrato de consultoría 881 del 2021, que tiene por objeto "ELABORAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL COMPONENTE DE MOVILIDAD Y ESPACIO PÚBLICO EN LOS TERRITORIOS PRIORIZADOS POR LA SECRETARÍA DISTRITAL DEL HÁBITAT CONURBACIÓN CIUDAD BOLÍVAR – SOACHA Y CONURBACIÓN BOSA - SOACHA"

La Secretaria Distrital del Hábitat, tiene como propósito principal garantizar el desarrollo integral de los asentamientos, facilitar el acceso de la población a una vivienda digna y articular los objetivos sociales económicos de ordenamiento territorial y de protección ambiental, y es en pro de estos objetivos, se lleva a cabo el desarrollo del presente proyecto.

Las consideraciones del desarrollo de los estudios y diseños, buscan proponer soluciones a las problemáticas que se generan en los diferentes territorios priorizados, siguiendo una serie de lineamientos y normativas circunscritas por las autoridades competentes.

El desarrollo de los estudios se llevó a cabo en los barrios El Espino, La Torre, Bella Flor, Manzanares, El Palmar, Providencia y San José, en este documento se presentará lo correspondiente a los barrios San José y Providencia.

1.2 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

1.2.1 Objetivo general

Presentar el desarrollo de los diseños hidráulicos propuestos para los sitios priorizados en el marco del contrato, contemplando la investigación, el análisis de información secundaria, avances en inspección y el análisis hidrológico realizado en cada uno de los sectores, siguiendo los criterios establecidos por la Empresa de Acueducto de Bogotá, Alcantarillado y Aseo de Bogotá – EAB-ESP

1.2.2 Objetivos específicos

- Presentar los resultados de la inspección, levantamiento y verificación en campo, de las redes hidrosanitarias existentes.
- Presentar los análisis hidrológicos realizados en los barrios San José y Providencia de la Localidad Bosa.

- Realizar los diseños hidráulicos que correspondan a los diferentes sitios priorizados, dando solución a las diferentes problemáticas que se lleguen a identificar y que esté relacionada con el desarrollo del componente.

2.ALCANCE DE LA CONSULTORÍA

El alcance contemplado para la etapa de estudios y diseños del contrato 881 de 202, consiste en la proyección y planteamiento de obras que brinden solución a los problemas hidráulicos que se presentan en la comunidad, teniendo en cuenta que se presentara como mínimo lo siguiente:

- Diagnóstico de redes hidrosanitarias en sitio.
- Inspección de redes sanitarias CCTV en sitio.
- Realizar la evaluación de obras de drenaje y subdrenaje, áreas de drenaje con su respectivo caudal, sentido del flujo, estructuras y tuberías (caudales, dimensiones, diámetros, material, longitud, pendientes, numeración de cajas, cotas, ubicación de los tramos y puntos de inicio), especificar descarga.
- Cuadro de detalles, perfiles, nivel freático.
- Planos de redes.
- Diseño de las redes de suministro de agua potable (si aplica).
- Desagüe para aguas negras, lluvias y drenajes de acuerdo con el proyecto arquitectónico (si aplica).
- Bases, metodología de diseño y memorias de cálculo.
- Resultados de cálculo y especificaciones técnicas.
- Planos hidrosanitarias (hidráulicos y sanitarios), generales, por zonas y detalles constructivos.
- Especificaciones Técnicas.
- Tramitar la aprobación del proyecto hidráulico y sanitario ante la Empresa Prestadora del servicio en caso de requerirse de acuerdo al nivel de intervención.

3.ANTECEDENTES

Según los *Estudios y documentos previos para proceso de concurso de méritos* de la Subsecretaría de Gestión Corporativa y Control Interno Disciplinario Subdirección Administrativa, se indica que el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) establece que la problemática de asentamientos informales en el distrito, se deben abordar desde un programa de Mejoramiento Integral, teniendo en cuenta diferentes componentes como

- Servicios públicos
- Accesibilidad
- Equipamiento para programas sociales

- Equipamiento para actividades cívicas y culturales
- Condiciones ambientales y
- Condiciones individuales de la vivienda

Y es a partir de este programa que la Secretaría Distrital de Hábitat (SDHT) define diferentes intervenciones a realizar, teniendo en cuenta

- Recuperación / Adecuación de vías locales
- Recuperación / Adecuación de andenes, alamedas
- Recuperación / Adecuación de parques locales

Es así que los diferentes territorios priorizados por la SDHT, enmarcados en estos programas, se han escogido los territorios definidos como *Conurbación Ciudad Bolívar – Soacha* y *Conurbación Bosa/Kennedy- Soacha.*

Sobre estos territorios, se establece la ubicación de las zonas objetos de estudio, que corresponden a diferentes tramos viales denotados con un Código de Identificación Vial (CIV) los cuales se hallan en los barrios Bella Flor, La Torre y El Espino por parte de Ciudad Bolívar y los barrios San José, Providencia, El Palmar y Manzanares en la localidad de Bosa.

4.NORMATIVIDAD DE LA EAAB APLICABLE A LOS DISEÑOS

Para el correcto desarrollo de este componente, los criterios técnicos y memorias de cálculo a tener en cuenta serán basados en la normativa que regula la EAAB, entre las normas que se han utilizado están:

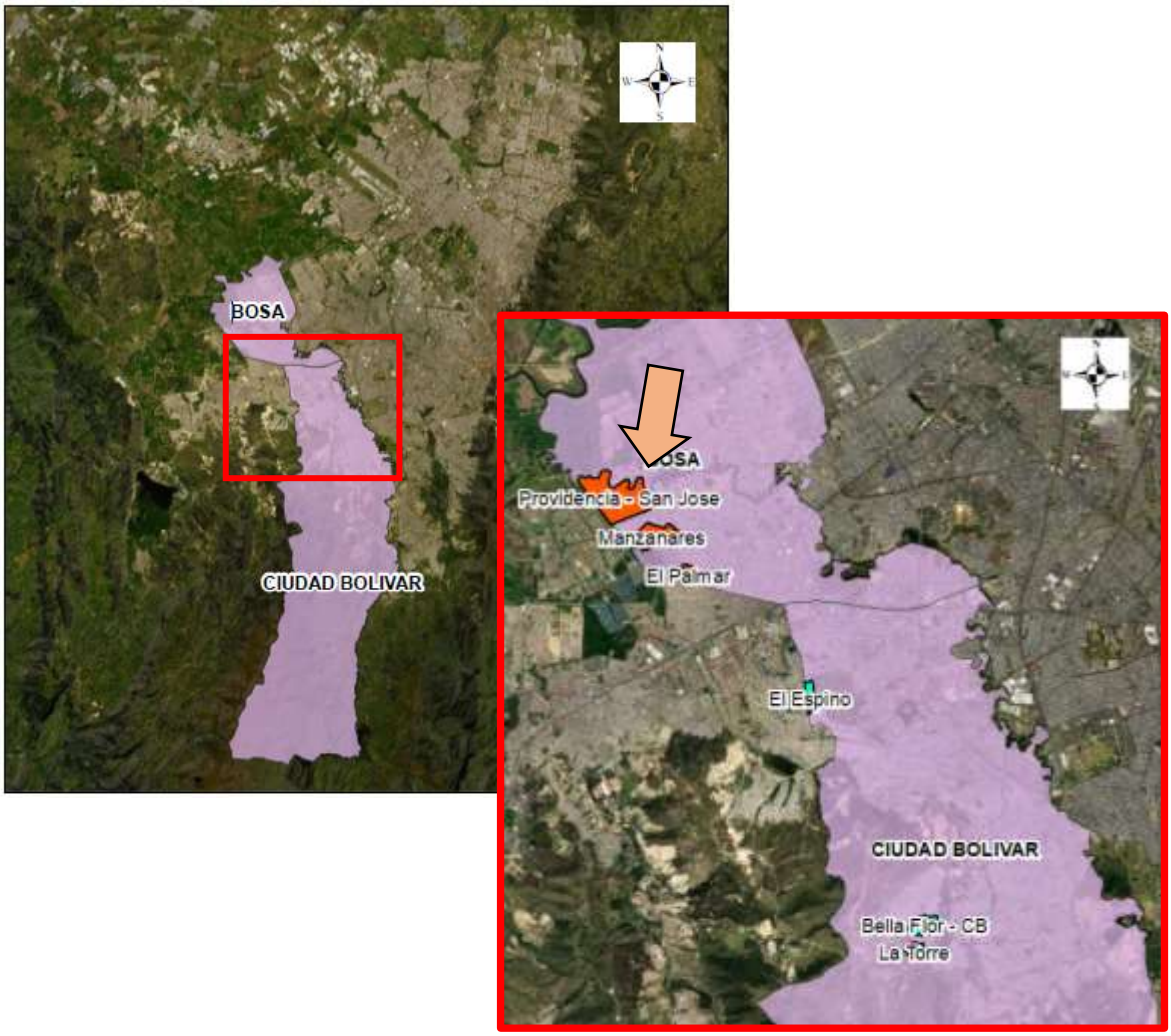
- NS-028 PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE SISTEMAS DE ACUEDUCTO
- NS-029 POZOS DE INSPECCIÓN
- Ns-031 ESTUDIOS DE POBLACIÓN Y DEMANDA DE AGUA EN SECTORES ESPECIFICOS DE LA CIUDAD
- NS-047 CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADO
- NS-054 PRESENTACIÓN DE DISEÑOS DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO
- NS-057 CUNETAS Y CANALETAS DE DRENAJE SUPERFICIAL
- NS-058 ASPECTOS TÉCNICOS PARA LA INVESTIGACIÓN Y CALIFICACIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO CON EQUIPOS DE CCTV

- NS-085 CRITERIOS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

5.LOCALIZACIÓN

Los CIV priorizados sobre los cuales se desarrolla el proyecto están ubicados en diferentes sectores tanto en la localidad de Ciudad Bolívar al sur de Bogotá como en la de Bosa, ubicada hacia el sur occidente.

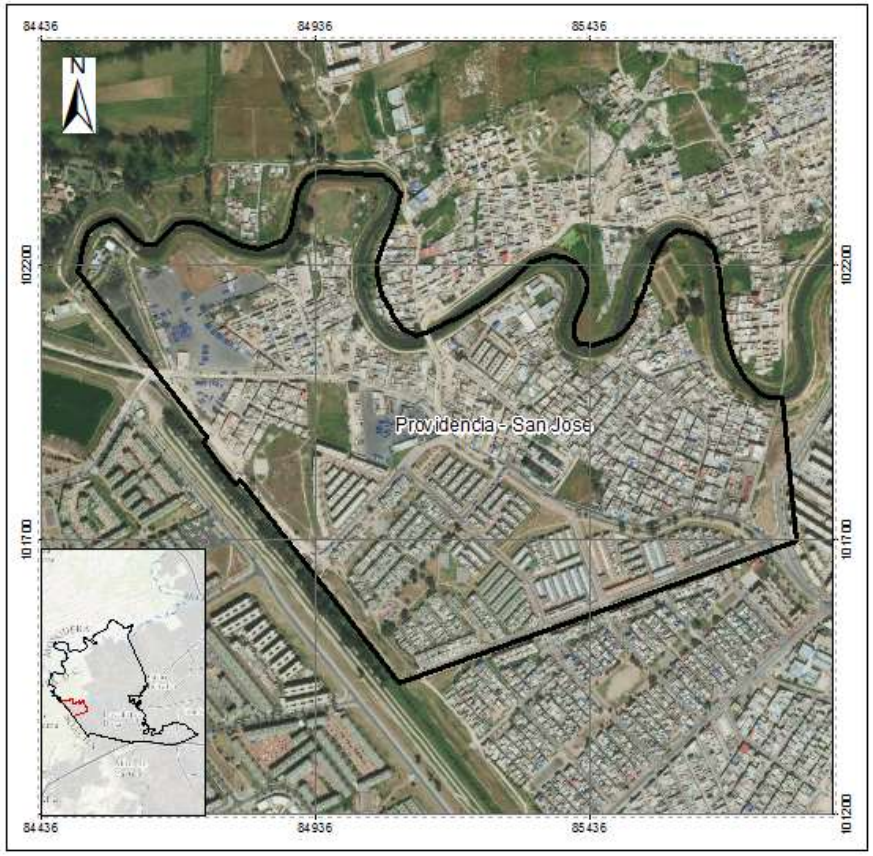
Ilustración 1 - Localización general del Proyecto



Fuente: Elaboración propia

La localización del barrio estudiado, se presenta a continuación:

Ilustración 2 - Barrios Providencia y San José



Fuente: Elaboración propia

5.1 ASPECTOS FÍSICOS EN LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio, corresponde a diferentes segmentos viales urbanos ubicados en los barrios mencionados, cada tramo se identifica con Códigos de Identificación Vial – CIV, que se han priorizado para la realización del proyecto.

En la localidad de Bosa las pendientes de las vías tienden a ser planas; aunque en su mayoría no existen estructuras de captación de escorrentía, si es necesario precisar que algunas se encuentran próximas a vías pavimentadas, y en otros casos, en cercanías a sumideros existentes, esto será tenido en cuenta a la hora de proponer los diseños para este sector teniendo en cuenta el estado actual de las redes existentes en la zona

Ilustración 3 –Ejemplo de vía en afirmado –San José - Bosa



Fuente: Elaboración propia

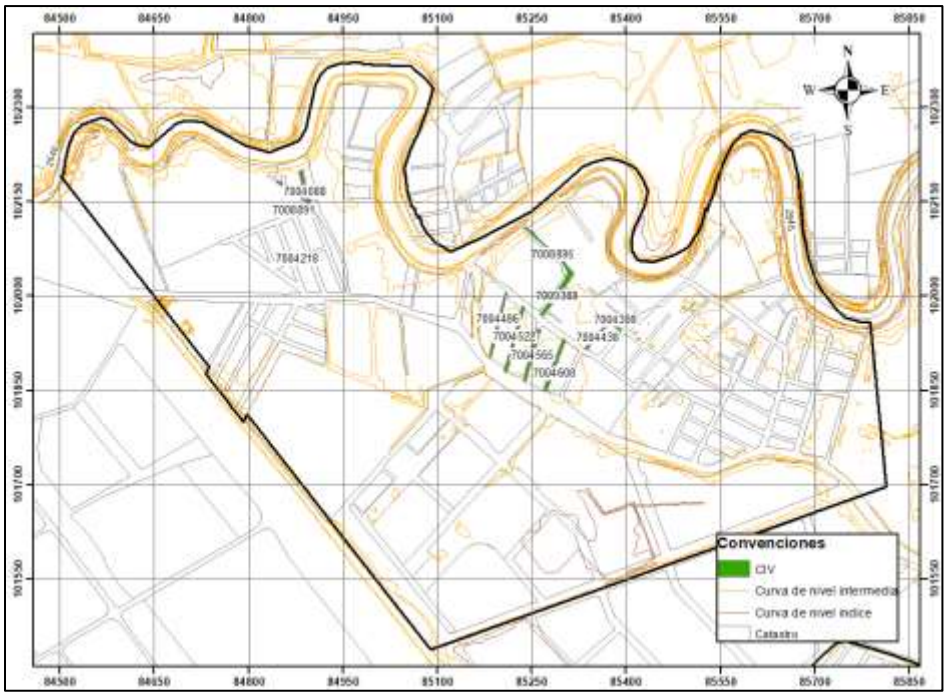
Es importante entonces comprender como es el escurrimiento en cada sector, teniendo en cuenta no solo las características físicas de las zonas, sino también el caudal que se genera para el periodo de diseño establecido, para así elaborar los diseños que den solución y brinden alcance a los requerimientos del proyecto.

5.2 LOCALIZACIÓN DE LOS CIV

En los diferentes barrios objetos de estudio, se han priorizado diferentes CIV sobre los cuales se desarrollará la etapa de estudios y diseños:

Para los barrios San José y Providencia, se tiene lo siguiente

Ilustración 4 - CIV presentes en Providencia y San José



Fuente: Elaboración propia

En la tabla a continuación se indica el número, la tipología, la dirección y la longitud del tramo de cada CIV para este sector

Tabla 1. Número y propiedades del CIV

CIV	Barrio	Dirección del Tramo	Longitud del Tramo (m)	Tipología
7008891	Providencia	56.34	TV 90	Segmento vial
7004088	Providencia	60.02	DG 89 B SUR	Segmento vial
7004218	Providencia	24.11	TV 87	Segmento vial
7008895	San José	108.57		Segmento vial
7009388	San José	80.24	CL 85 C SUR	Segmento vial
7004486	San José	103.88	CL 86 SUR	Segmento vial
7004522	San José	107.18	CL 85 D SUR	Segmento vial
7004565	San José	86.62	CL 85 C SUR	Segmento vial
7004608	San José	89.25	CL 85 B SUR	Segmento vial

CIV	Barrio	Dirección del Tramo	Longitud del Tramo (m)	Tipología
7004438	San José	59.96	CL 85 A SUR	Segmento vial
7004361	San José	16.42	CL 85 A SUR	Segmento vial
7004399	San José	22.59	KR 80 M	Segmento vial
7004381	San José	28.48	K 80 N	Segmento vial

Fuente: Elaboración propia

6.DIAGNOSTICO SIGUE

El Sistema de Información Geográfico EAAB contiene información de las redes de acueducto, alcantarillado sanitario y pluvial en la cual presenta información como longitud de la tubería, accesorios (para el caso de las redes de acueducto), cotas clave de inicio y fin para cada tramo de tubería, profundidad de los pozos y tipo de material.

La información recopilada sirve para generar un panorama general de las redes en el sitio, no obstante estas deben ser verificadas y complementadas en campo, debido a que la fuente de información disponible está actualizada hasta el año 2019.

A continuación, se muestra la ficha de diagnóstico del CIV 10911070 del barrio La Torres, correspondiente a uno de los 124 CIV contractuales del contrato, sin embargo, el diagnóstico completo se encuentra en el ***ANX_INF_HIDROLOGIA*** en la carpeta ***01_ANEX_FICHAS_DIAG*** para cada sector.

Ilustración 5 - Ficha Diagnostico Sistema de Acueducto

FICHA DE DIAGNOSTICO

SERVICIOS PÚBLICOS

Información del Contrato						
Información objeto contrato de consultoría						
Nombre	CONSORCIO GEOJAM HÁBITAT	ELABORAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL COMPONENTE DE MOVILIDAD Y ESPACIO PÚBLICO EN LOS TERRITORIOS PRIORIZADOS POR LA SECRETERÍA DISTRITAL DEL HÁBITAT "CONURBACIÓN CIUDAD BOLÍVAR - SOACHA Y CONURBACIÓN BOSA - SOACHA"				
Contrato	No. 881 de 2021					
Entidad	Secretaría Distrital del Hábitat					
Fecha de inicio	16/11/2021					
Fecha de terminación	15/04/2022					

Localidad		UPZ		Barrio	Código CIV	Estado	Tipo de Vía Segun Plano de Planeación
Nombre	No.	Nombre	No.				
Ciudad Bolivar	19	Lucero	67	La Torre	19011070	No reservado (fecha consulta Diciembre 14/2021)	V-9
RUPI		3532-98		Dirección	Carrera 27 A entre Calle 75 B sur y Calle 76 sur		

DOCUMENTOS BASE	
Estudio/Documento	**Autor**
Para determinar las redes existentes, se consultó el sistema de información geográfico de la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá (EAAB), en el siguiente link: http://eab-sigue.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=6ad170bd1cdc450b823bd22d0786431d	EAAB
Estudio de la caracterización climática de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelo	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM

REDES HUMEDAS

ELABORAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL COMPONENTE DE MOVILIDAD Y ESPACIO PUBLICO EN LOS TERRITORIOS PRIORIZADOS POR LA SECRETARÍA DISTRITAL DEL HÁBITAT "CONURBACIÓN CIUDAD BOLÍVAR- SOACHA Y "CONURBACIÓN BOSA-SOACHA"

CONTRATO: 881 DE 2021

INFORMACION DISPONIBLE E.A.A.B - SISTEMA DE ACUEDUCTO

Localidad		UPZ		BARRIO	DIRECCION	CIV	ID	SECTOR
19	Ciudad Bolivar	67	Lucero	La Torre	Carrera 27 A entre Calle 75 B sur y Calle 76 sur	19011070	1	CBU11



RED MENOR						
	Diametro (pulg)	**Longitud (m)**	**Fecha de instalación**	**Profundidad**	**Codigo**	**Material**
1R	3	55.18	01/01/1999	0.59	4LP19897	PVC
2R	3	28.53	01/01/1999	0.59	4LP18067	PVC
TAPON						
	Diametro (pulg)	**Fecha de instalación**	**Material**	**Material**		
1TA	3	12/31/1999	01/01/1999	Hierro Fundido		
CODO						
	Diametro (pulg)	**Fecha de instalación**	**Material**	**Material**		
1C	3	3/15/2001	01/10/2000	PVC		

Fuente: Elaboración Propia.

Página **16** de **63**

Ilustración 6 - Ficha Diagnostico Sistema de Alcantarillado Sanitario

ELABORAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL COMPONENTE DE MOVILIDAD Y ESPACIO PUBLICO EN LOS TERRITORIOS PRIORIZADOS POR LA SECRETARÍA DISTRITAL DEL HÁBITAT "CONURBACIÓN CIUDAD BOLÍVAR- SOACHA Y "CONURBACIÓN BOSA-SOACHA"

CONTRATO: 881 DE 2021

INFORMACION DISPONIBLE E.A.A.B - ALCANTARILLADO SANITARIO

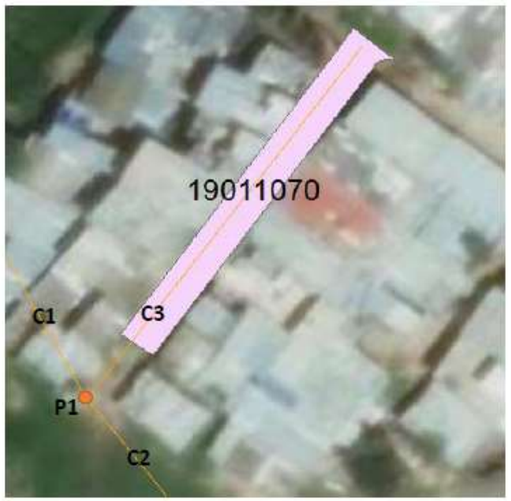
Localidad		UPZ		BARRIO	DIRECCION	CIV	ID	SECTOR
19	Ciudad Bolívar	67	Lucero	La Torre	Carrera 27 A entre Calle 75 B sur y Calle 76 sur	19011070	1	CBU11

COLECTOR

	Diametro (pulg)	Longitud (m)	Profundidad (m)	Pendiente (%)	Cota rasante inicial (m)	Cota clave inicial (m)	Cota batea inicial (m)	Cota rasante final (m)	Cota clave final (m)	Cota batea final (m)	Material	Fecha de instalacion
C1	8	28.53	2.02	1.19	2549.157	2880.66	2880.46	2881.64	2880.32	2880.12	Concreto sin Refuerzo	
C2	8	28.22	3.09	0.39	2883.38	2880.22	2880.02	2883.13	2880.11	2879.91	Concreto sin Refuerzo	
C3	8	52.15	2.15	18.01	2893.38	2891.66	2891.46	2884.85	2882.27	2882.07	Concreto sin Refuerzo	

POZO

	Profundidad (m)	Cota Terreno (m)	Cota fondo (m)	Fecha de instalacion	Codigo
P1	3.36	2883.38	2880.02	Noviembre 30, 2005	CMP141926



Fuente: Elaboración Propia.

Página **17** de **63**

Para el caso del CIV mostrado en el ejemplo, esta no cuenta con red de alcantarillado pluvial, como se muestra en las fichas anteriores. Para el caso de la tubería de acueducto el material es PVC con diámetros de 3". Para el sistema de alcantarillado sanitario este CIV cuenta con dos pozos que conectan al sistema con otros CIV.

6.1 Observaciones del diagnostico

El diagnostico presentado en la Ilustración 5, se realizó en los demás CIV a intervenir en cada sector. A continuación, se muestra una tabla resumen de la información obtenida en el SIGUE, donde se especifica si el CIV presenta o no red de acueducto, alcantarillado pluvial y alcantarillado sanitario, además del material de las tuberías para cada red y si debido a la información obtenida es necesario realizar una verificación en campo.

Tabla 2. Resumen Diagnóstico Sector San José

CIV	Presencia de redes - SIGUE			Material de la Tubería		
	Red de acueducto	S. Aguas Lluvia	S. Aguas residuales	Red de acueducto	S. Aguas Lluvia	S. Aguas residuales
7008895	Si	Si	Si	PVC	PVC	Concreto
7009388	Si	Si	Si	PVC	PVC	PVC
7004486	Si	No	Si	PVC	N/A	Concreto
7004522	Si	Si	Si	PVC	GRP	PVC
7004565	Si	No	Si	PVC	N/A	Concreto
7004608	Si	No	Si	PVC	N/A	Concreto
7004438	Si	Si	Si	PVC	PVC	PVC
7004361	Si	Si	Si	PVC	PVC	PVC
7004399	Si	Si	Si	PVC	PVC	PVC
7004381	Si	No	Si	PVC	N/A	Concreto

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3. Resumen Diagnóstico Sector Providencia

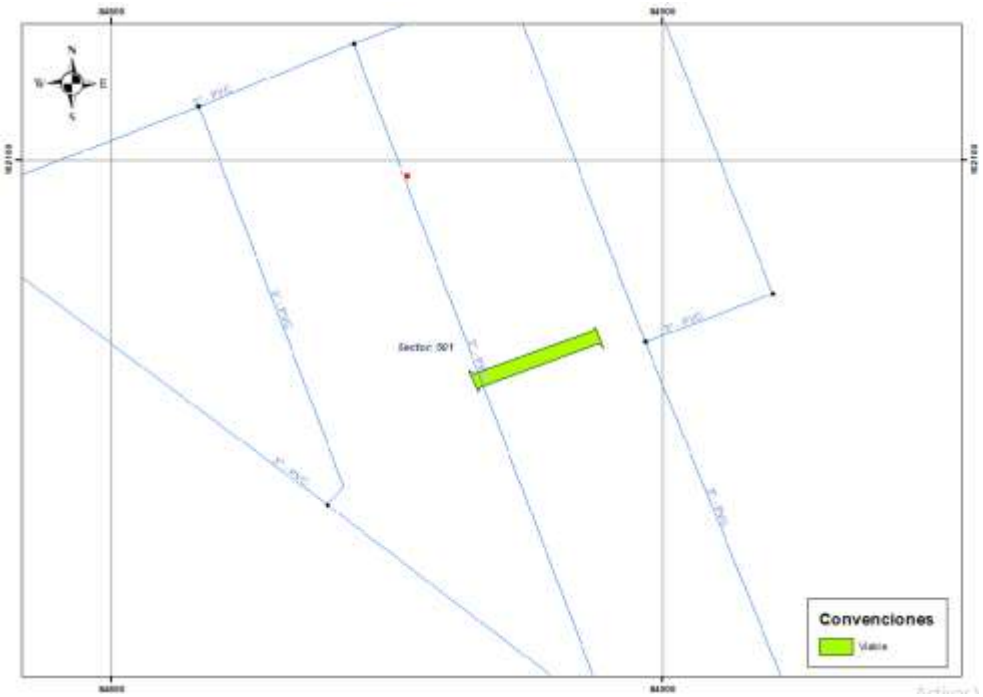
CIV	Presencia de redes - SIGUE			Material de la Tubería		
	Red de acueducto	S. Aguas Lluvia	S. Aguas residuales	Red de acueducto	S. Aguas Lluvia	S. Aguas residuales
7008891	Si	No	Si	PVC	N/A	Concreto
7004088	Si	No	Si	PVC	N/A	Concreto
7004218	No	No	Si	N/A	N/A	Concreto

Fuente: Elaboración Propia.

Para el CIV en el cual se marca como “No” la presencia de redes de acueducto, es importante aclarar que en estas zonas el sistema no pasa paralela a estos CIV, sin embargo, las viviendas están conectadas a las redes perpendiculares. Esto significa que toda la zona cuenta con abastecimiento de agua potable.

A continuación se presenta un ejemplo de esta descripción en algunos de los CIV del barrio La Torre

Ilustración 7 -Sistema Acueducto Providencia



Fuente: Elaboración Propia.

En cuanto a la caracterización del sistema de alcantarillado pluvial se tomará como punto de partida para realizar la estimación de caudal, aquellos CIV donde no se tenga presencia del sistema. Así mismo se evaluara si el manejo de la escorrentía se puede dar aguas abajo del respectivo tramo analizado.

Para el sistema de alcantarillado sanitario, se presenta inconsistencias en la información registrada en el SIGUE por lo tanto es importante revisar en campo la presencia de la red, las conexiones a las mismas y el sistema de drenaje que se maneja, para posteriormente realizar el diseño de las redes inexistentes en la zona.

En los tramos a evaluar, según información del SIGUE, los materiales que se hallaron en las tuberías de acueducto corresponden a PVC y PAD (Polietileno de alta densidad), por su parte, en las tuberías de alcantarillado se aprecian materiales de PVC, Concreto, y GRP (tubos de fibra de vidrio).

7.CARACTERIZACIÓN CLIMATICA

A continuación, se presentan las características para las zonas de estudio

7.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA REGIONAL

Si bien la ciudad de Bogotá es bastante extensa, y se identifican variedades en el clima sobre el territorio, esta característica en las zonas de estudio no presenta una variabilidad amplia, por lo que se encontraron similitudes en los diferentes parámetros que a continuación se definen.

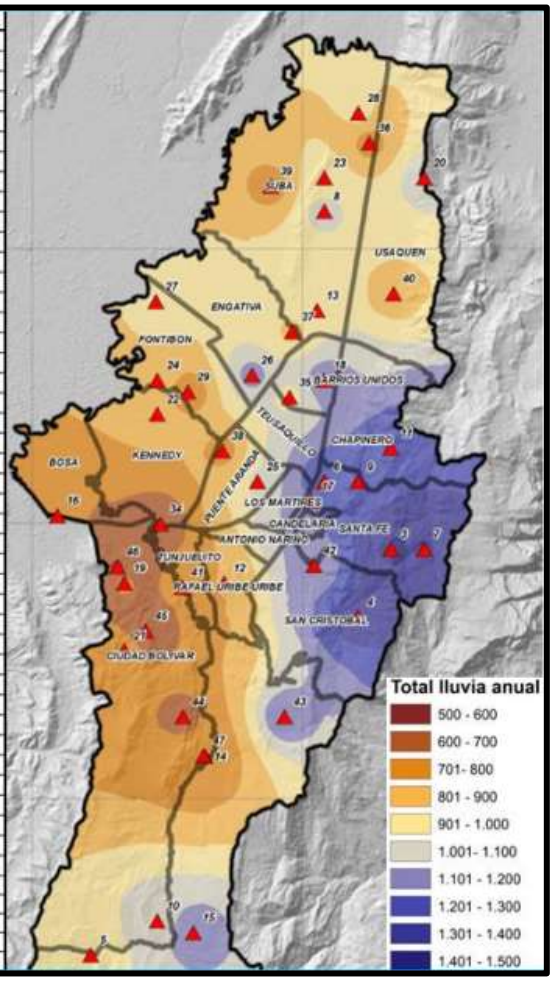
Los parámetros meteorológicos a explicar, son la precipitación total anual, temperatura media anual y número de días con lluvia.

7.1.1 PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL

La figura a continuación, muestra los valores de precipitación total anual para la ciudad de Bogotá, presentando un rango general entre los 500 mm hasta los 1.500 mm para una escala anual. Como se puede evidenciar, las precipitaciones en la ciudad no son homogéneas; las precipitaciones máximas se presentan en el centro-oriente de la ciudad específicamente en las localidades de Barrios Unidos, Chapinero, Candelaria, Santa Fe, y San Cristóbal en donde los acumulados al año pueden oscilar entre los 1.000 y los 1.430 mm al año.

Ilustración 8 - Valores de Precipitación Anual en la Ciudad de Bogotá mm/año

Id	ESTACION	ENTIDAD	ANUAL
1	San Juan	IDEAM	916,9
2	Las Sopas	IDEAM	1511,7
3	Arrayán-San Francisco	IDEAM	1433,7
4	Delirio	IDEAM	1370,2
5	El Hato	IDEAM	923,0
6	San Diego	IDEAM	1313,5
7	El Verjón	IDEAM	1407,0
8	Cerro de Suba	IDEAM	1048,7
9	Granizo	IDEAM	1297,3
10	La Regadera	IDEAM	1057,7
11	San Luis	IDEAM	1287,2
12	Santa Lucía	IDEAM	806,2
13	Emmanuel d'Alzón	IDEAM	978,3
14	Santa María de Usme	IDEAM	739,7
15	Australia	IDEAM	1183,0
16	Bosa	IDEAM	723,5
17	IDEAM Sede Centro	IDEAM	1182,5
18	Salitre Casa Bomba	IDEAM	1186,0
19	Casablanca	IDEAM	720,9
20	Serrezuela	IDEAM	1082,6
21	Quiba	IDEAM	784,1
22	Saucedal	IDEAM	837,6
23	La Conejera	IDEAM	951,6
24	Fontibón Acueducto	IDEAM	892,0
25	Camavieja	IDEAM	1008,4
26	Jardín Botánico	IDEAM	1153,6
27	Aeropuerto ElDorado	IDEAM	947,1
28	UDCA	IDEAM	923,1
29	INEM Kennedy	IDEAM	704,2
30	Nazareth	IDEAM	1139,3
31	Betania	IDEAM	1205,1
32	Pozo Llanitos	IDEAM	1209,0
33	Los Tanques	IDEAM	1423,3
34	Carvajal-Sevillana	SDA	628,0
35	Centro de Alto Rendimiento	SDA	966,3
36	Guaymaral	SDA	743,3
37	Las Ferias	SDA	870,2
38	Puente Aranda	SDA	746,3
39	Suba	SDA	735,0
40	Usaquén	SDA	826,2
41	San Benito	IDIGER	716,7
42	Vitelma	IDIGER	1126,4
43	Micaela	IDIGER	1204,0
44	Doña Juana	IDIGER	666,3
45	Quiba 1	IDIGER	597,2
46	Sierra Morena	IDIGER	580,6
47	UAN Usme	IDIGER	692,6

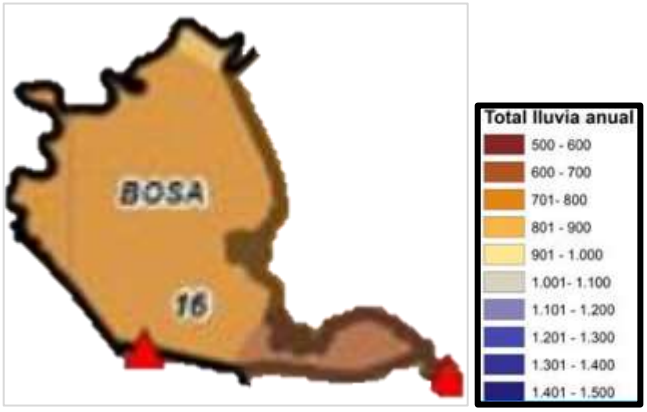


Fuente: IDIGER, 2019.

Para el sector que comprende los barrios de Providencia y San José, se determina una precipitación anual media, cuyo rango estrá entre 700 a 800 mm, siendo así una zona “seca”

A continuación, se visualiza la distribución de este parámetro en la localidad de Bosa.

Ilustración 9 Distribución general de precipitación anual en las localidades de interés



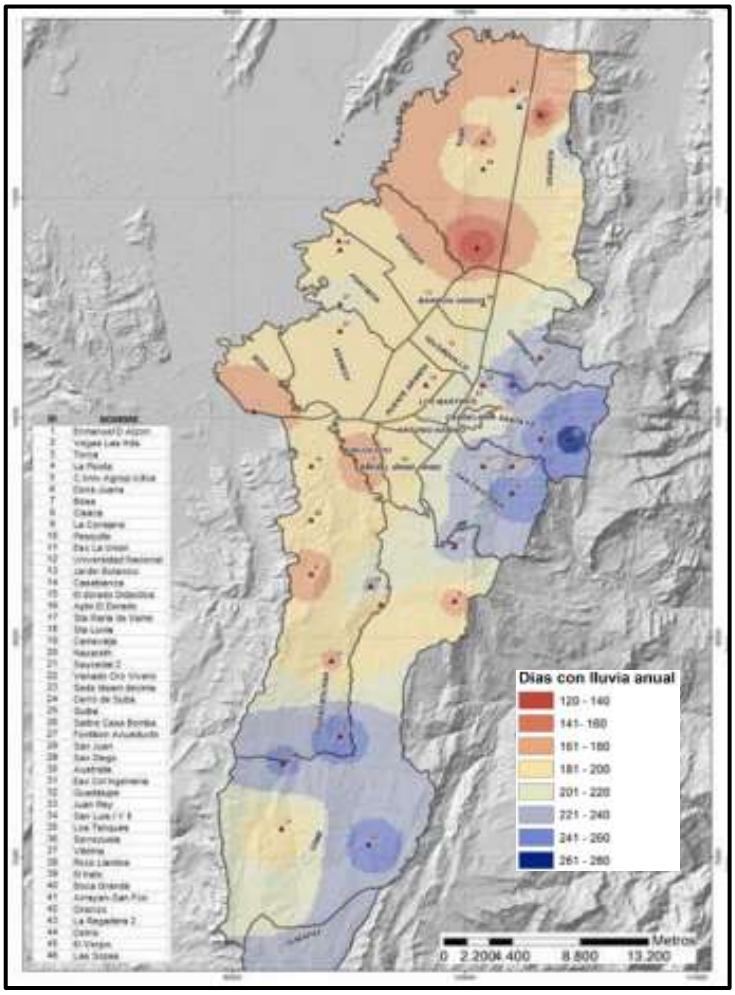
Fuente: IDIGER, 2019.

7.1.2 NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA AL AÑO

Como se presenta en la Ilustración 10, Bogotá presenta rangos medios de días de lluvia entre los 120 y los 280 días. En la zona más lluviosa de la ciudad, se ubica en la zona oriental de la ciudad, donde se presentan entre 240 a 280 días con lluvia.

Aunque en general, la precipitación anual es baja, en la zona de Ciudad Bolívar se presentan valores en el rango entre 160 a 180 días con lluvias al año, por otro lado en la localidad de Bosa, el rango de número de días con lluvia están entre 180 a 200 días de lluvia al año, esto puede deberse al constante ingreso de humedad desde la Orinoquía. Indicando así que las intensidades de las lluvias suelen ser bajas.

Ilustración 10 - Valores de No. de días de lluvia al año en la ciudad de Bogotá.

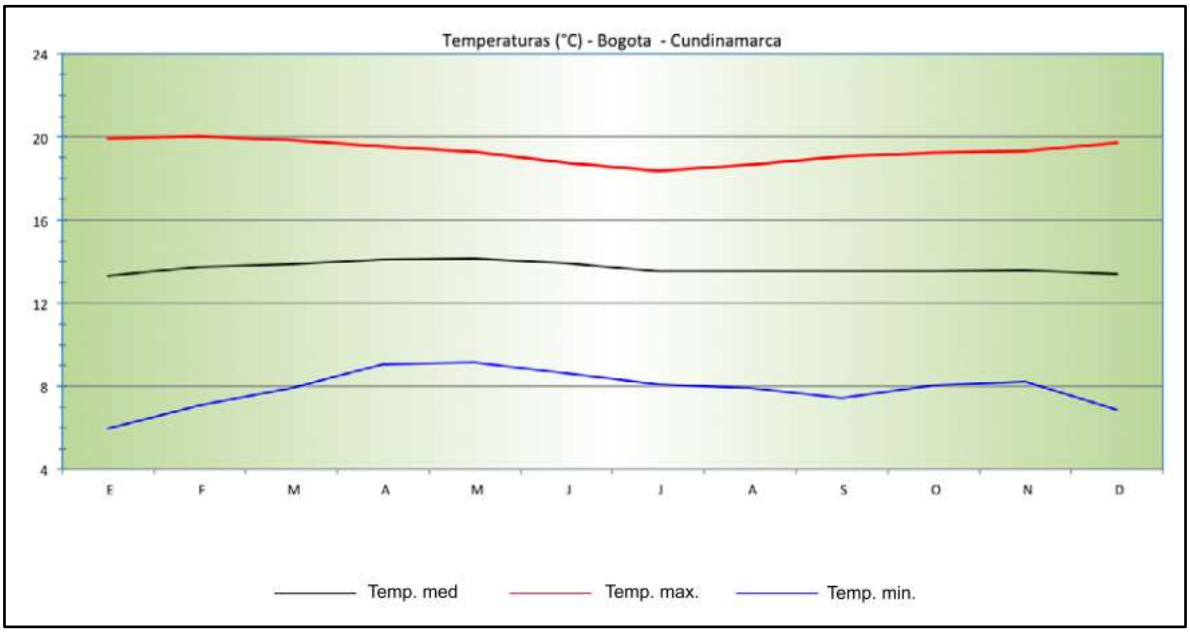


Fuente: IDIGER, 2019.

7.1.3 TEMPERATURA MEDIA

En Bogotá, la temperatura media es de aproximadamente 13°C, se presentan temperaturas máximas de aproximadamente 20°C en los meses de diciembre, enero y febrero, en los cuales también se presentan temperaturas mínimas de aproximadamente 5°C. Se puede decir que en estos meses se presentan extremos de temperatura, temperaturas bajas en horas de la noche y la mañana, y temperaturas altas en las horas de la tarde.

Ilustración 11 - Temperatura Mensual en Bogotá



Fuente: IDEAM, 2014.

7.2 INFORMACIÓN SECUNDARIA

Para el desarrollo del proyecto se acudió a información secundaria. En primer lugar, se determinó la existencia de redes de acueducto, alcantarillado pluvial y alcantarillado sanitario a partir del SIG del Acueducto para posteriormente realizar un diagnóstico de las vías y determinar que CIV se van a intervenir. En segundo lugar, para el desarrollo del análisis hidrológico de la zona, se solicitó a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá la información de la curva IDF correspondiente a la zona.

7.3 INFORMACIÓN DE CURVA DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA

Se solicitó a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá la ecuación y los valores de las variables correspondientes a los diferentes sitios de estudio. A continuación, se muestra la información recibida.

$$INTENSIDAD = C_1\left(DURACIÓN + X_0\right)^{C_2}$$

Tabla 4. Información curvas IDF dadas por el acueducto

Barrio		Providencia y San José
Tr =3 años	C1	1791.68
	Xo	20.7
	C2	-1.01095
Tr =10 años	C1	1961.09
	Xo	18.6
	C2	-1.00208
Tr =20 años	C1	2382.97
	Xo	18.1
	C2	-1.01027
Tr =25 años	C1	2986.66
	Xo	17.9
	C2	-1.02172
Tr =50 años	C1	3598.3
	Xo	18
	C2	-1.03872
Tr =100 años	C1	3956.91
	Xo	17.7
	C2	-1.03789

Fuente: EAAB.

El archivo recibido del EAAB se encuentra en el ***ANX_INF_HIDROLOGIA*** en la carpeta ***01_ANEX_INFO_ACUEDUCTO***

8. DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN

Para caracterizar adecuadamente las redes hidrosanitarias presentes en el sitio, se realizaron visitas de campo con el objetivo de llevar a cabo las inspecciones visuales y así obtener información primaria relacionada.

En los recorridos realizados en la zona de estudio, se buscaron los pozos existentes de los sistemas de alcantarillado, usando como referencia la información disponible del SIGUE; de los elementos encontrados, los principales parámetros registrados fueron, el diámetro, la longitud, la profundidad y el material de los colectores.

Así mismo, de la red de acueducto se buscó identificar la ubicación de válvulas o accesorios propios del sistema de suministro; no obstante dada las condiciones de la zona hubo cierta dificultad a la hora de hallar estos elementos, en conversaciones con la comunidad algunos de estos accesorios han sido cubiertos de material o escombros, por tanto no se pudo establecer con exactitud su ubicación, no obstante la comunidad manifestó que la cobertura del servicio de agua potable es total en todos los predios y todas las viviendas cuentan con medidores.

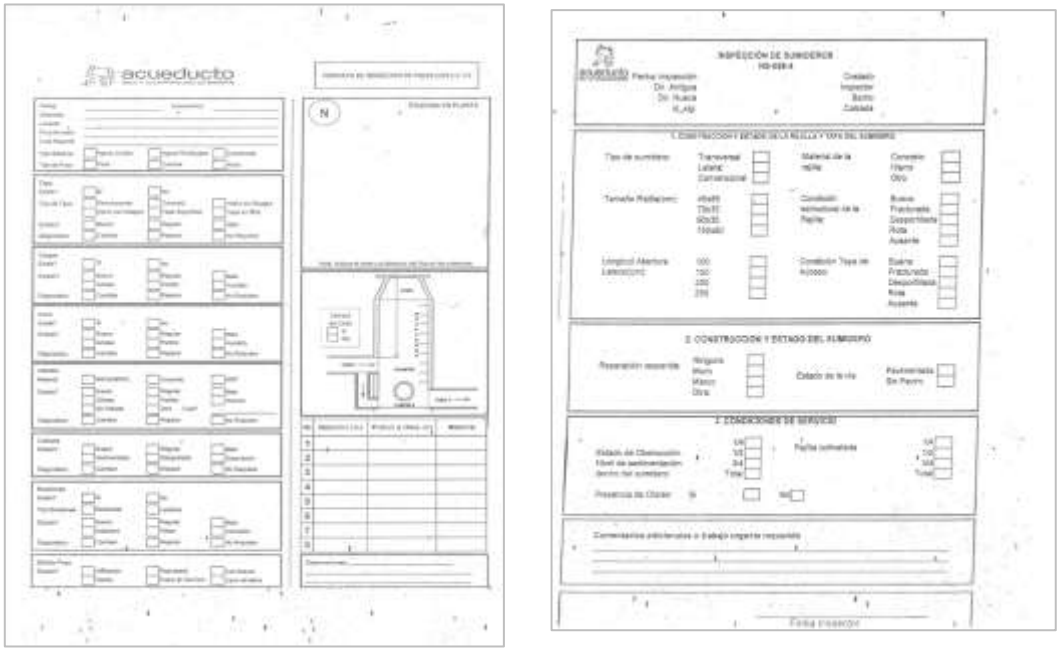
También se usó como soporte el levantamiento topográfico, complementando así la información primaria de los pozos en el lugar.

Así pues, la información secundaria y la obtenida en campo, se complementa y permite tener un conocimiento general de las redes húmedas en el sector.

La información fue registrada en diferentes formatos de campo:

En primer lugar se usaron los formatos requeridos por el acueducto para levantamiento de pozo y sumideros, estos se presentan la Ilustración 12

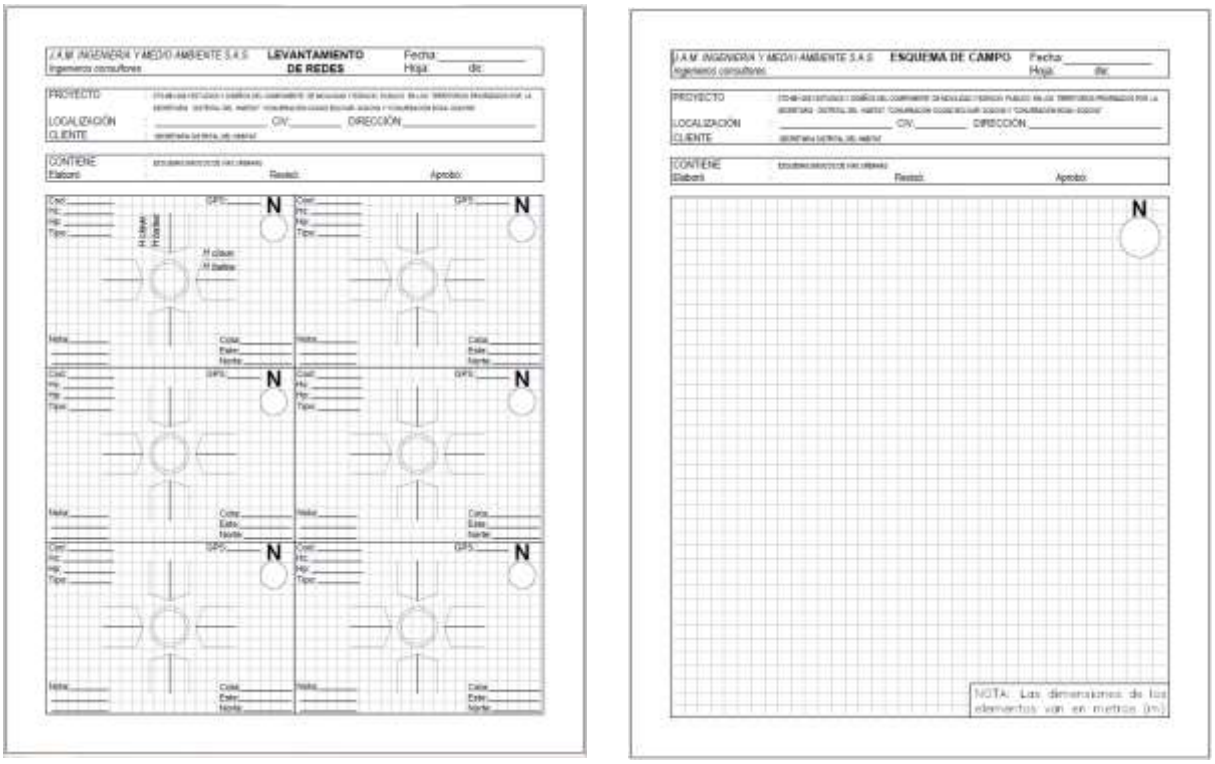
Ilustración 12 – Formatos de campo para levantamiento de obras



Fuente: EAAB-ESP

A su vez, se emplearon otros formatos propios de la consultoría donde se consigna la información para cada CIV, y además se representa esquemáticamente la ubicación, distribución y direcciones de flujo de los sistemas existentes

Ilustración 13 – Formatos de campo para levantamiento de obras

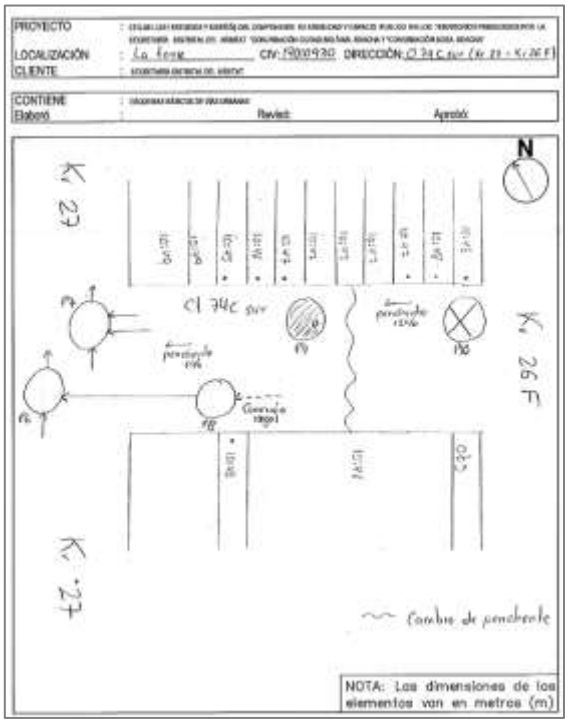


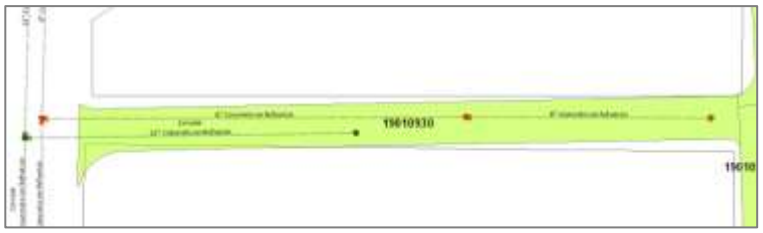
Fuente: Elaboración propia

El desarrollo de esta actividad presento inconvenientes, ya que algunos pozos no se pudieron levantar debido a que estos se encuentran ocultos, es decir tapados por escombros o material de relleno, esto es realizado por la misma comunidad, también se hallaron pozos sellados, para evitar robos de tapas o problemas de olores.

A continuación se presenta un ejemplo del desarrollo de los formatos, contrastando con la información que se encontró en el SIGUE del Acueducto

Ilustración 14 – Formato completado





Fuente: Elaboración propia

Otro inconveniente que influyó sobre la ejecución de esta actividad se da debido a problemáticas de seguridad en la zona, aunque esto corresponde a un aspecto de carácter social, es necesario mencionarlo ya que afectó el correcto desarrollo de esta actividad.

En esta zona se hallaron 55 pozos y 4 sumideros, con materiales de tubería principalmente de concreto y PVC, aunque también se hallaron materiales como Polietireno de alta densidad (PAD) y Fibra de vidrio (GRP) este ultimo asociado a colectores que conectan cámaras de inspección, con diámetros de hasta 1.10 m.

Los registros de la información en campo están acompañados por su respectivo registro fotográfico, el cual sirve para soportar la ejecución de esta actividad, así mismo se generó una base de datos que contiene toda la información recopilada de esta actividad, y se presenta en el anexo ***00_INSPECCIÓN_EN_CAMPO***

9.DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD DE INSPECCIÓN CCTV

Como parte del desarrollo de los estudios y diseños de este volumen, se desarrollaron actividades de inspección con cámara de circuito cerrado de televisión (CCTV), el cual permite tener un conocimiento más profundo de los sistemas de alcantarillado, determinando el estado estructural y operativo de las redes.

Esta actividad es desarrollada por un proveedor de servicios de inspección llamado *Parque de maquinaria,* el cual como producto final entrega un informe mostrando el estado interno de la tubería y recomendaciones a tener en cuenta para el diseño.

La selección preliminar de tramos a inspeccionar se determinó a partir de los resultados de inspección visual, definiendo en primera instancia aquellos pozos que no se pudieron levantar en la actividad anteriormente mencionada.

No obstante esta actividad solo se logró realizar en ciertos CIV, esto debido a diferentes inconvenientes que no permitieron una óptima ejecución de esta actividad, como principal limitante a la inspección está la existencia de pozos ocultos y sellados, lo cual implica el rompimiento de algunas tapas, este tipo de actividad puede generar conflicto con la comunidad de la zona.

Otro factor, fue la accesibilidad a algunas zonas, debido a que algunos tramos se encuentran en intervención, esto afectó el ingreso de la maquinaria a los sectores, así mismo dada las altas pendientes y vías tan angostas la maquinaria presento dificultades puesto que no había espacio suficiente para el ingreso total de este equipamiento a alguno de los CIV.

Otros factores que influyeron en el desarrollo se debió a las lluvias que se presentan en la zona, puesto que esto afecta principalmente las actividades de lavado, en el anexo ***INF_CCTV*** se ahonda más sobre la temática correspondiente a los levantamientos de cámaras.

En este sector, se desarrolló la actividad CCTV en los tramos **7004399 (Pluvial), 7004218 (Sanitario), 7004399 (Sanitario):**

a partir de lo cual se obtiene lo siguiente:

7004399 (Pluvial): Se observan algunos depósitos pegados en las paredes de la tubería, y una junta desplazada, no se observa infiltración, fisuras o roturas, requiere atención a mediano plazo, reemplazo de tubería.

7004218 (Sanitario): No se observan conexiones o acometidas a lo largo del tramo, sin embargo, si existen daño superficial puesto que hay tramos donde se ve los agregados expuestos requiere atención a mediano plazo, reemplazo de tubería

7004399 (Sanitario): Toda la tubería se encuentra en buen estado, solo se detectaron 2 acometidas en buen estado. No requiere recomendaciones, tubería en buen estado.

10. ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Se ha realizado el análisis hidrológico de los barrios, La Torre, Bella Flor y El Espino en Ciudad Bolívar, así como en los barrios El Palmar, Manzanares, Providencia y San José en la localidad de Bosa.

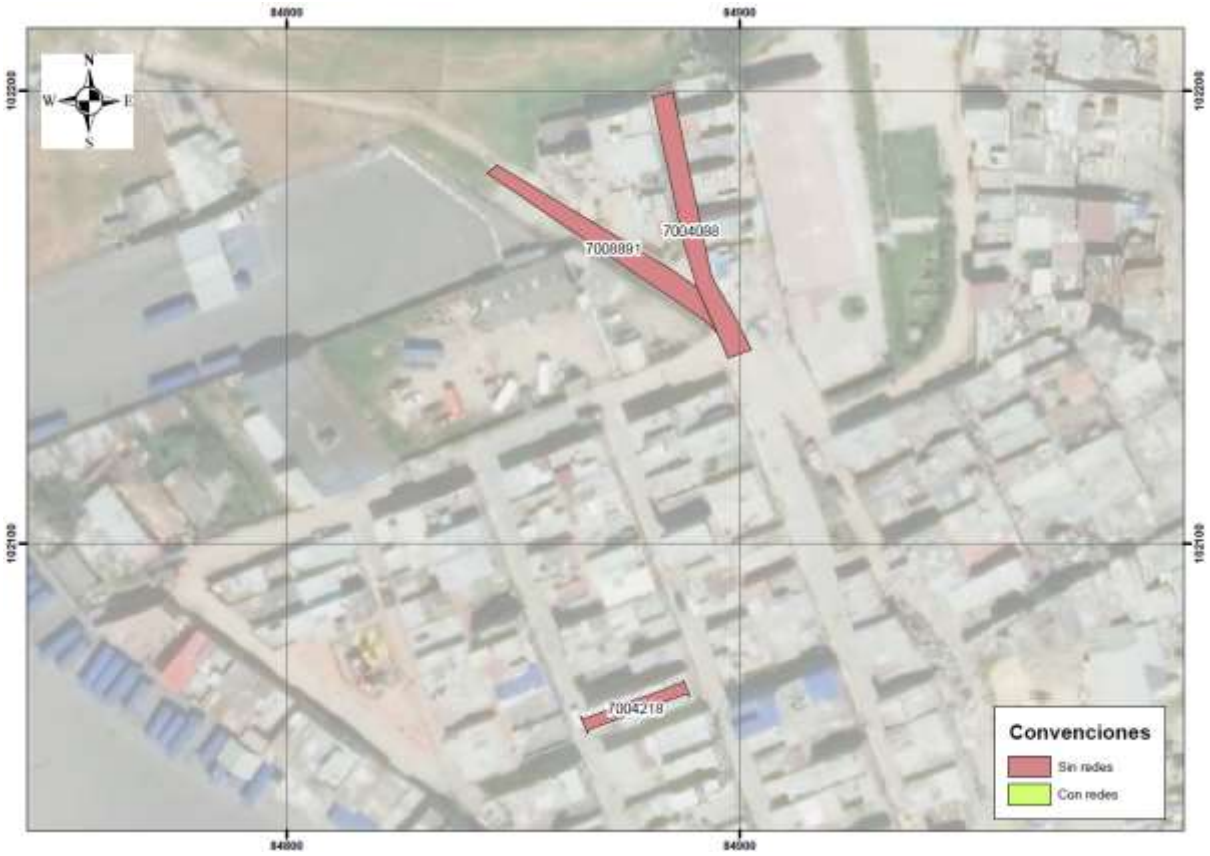
A continuación, se presenta el desarrollo general del análisis hidrológico, describiendo la climatología de los sitios en el proyecto y estimando un caudal asociado para cada CIV, este resultado será el determinante para definir si es necesario la implementación o no de red de alcantarillado pluvial.

Se presenta una retroalimentación del desarrollo que se tuvo en los sectores priorizados en el objeto del contrato, tanto en Ciudad Bolívar como en la localidad de Bosa; en estos sectores se generó la curva IDF, se establecieron los coeficientes de escorrentía, se definió el área de aporte para cada tramo vial, llegando así a la estimación del caudal. El desarrollo de este análisis se presenta para cada sector a continuación.

10.1 PRIORIZACIÓN DE ANÁLISIS

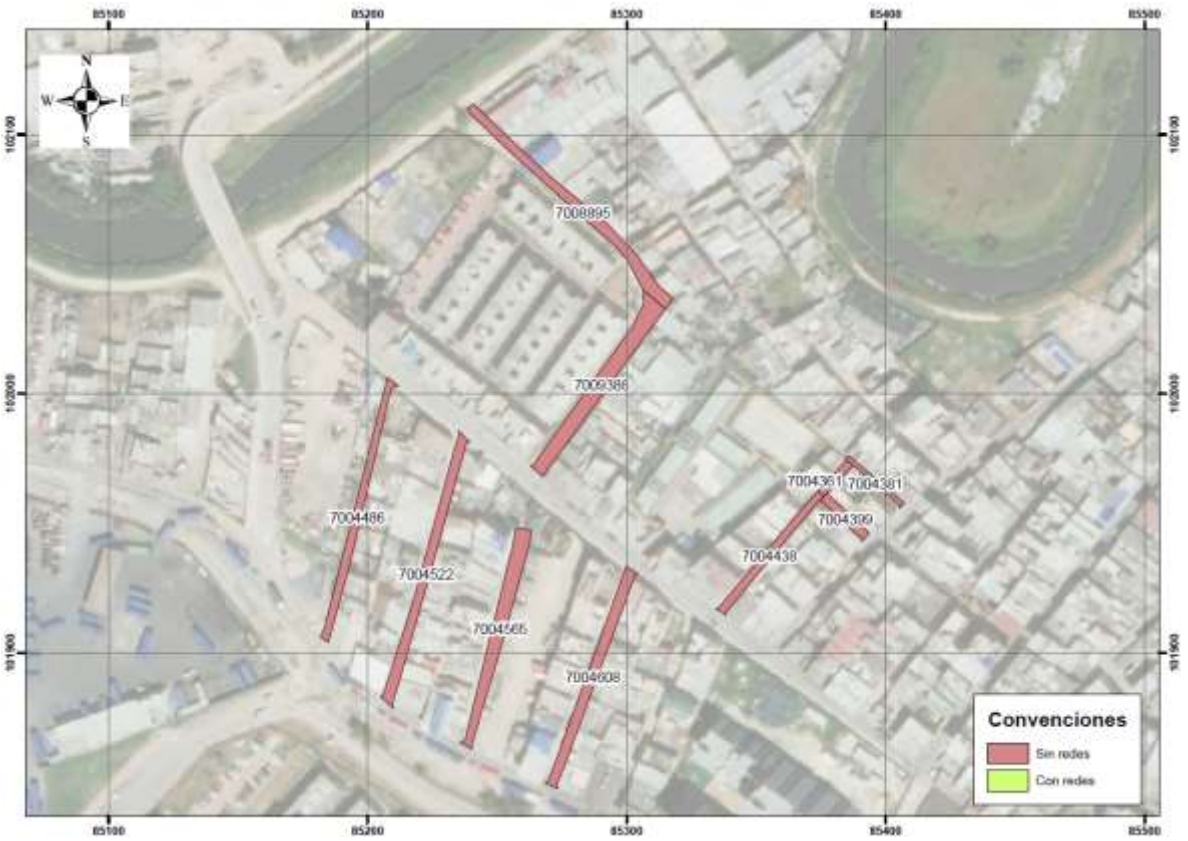
Se realizó un estudio inicial para determinar en cuales de los CIV se debe realizar el análisis hidrológico. A manera de ejemplo, en el caso del barrio Bella Flor, el análisis se realizó a todos los CIV debido a la carencia de redes de alcantarillado pluvial en este sector.

Ilustración 15 -CIV sin redes y CIV con redes – Barrio Providencia



Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 16 -CIV sin redes y CIV con redes – Barrio San José

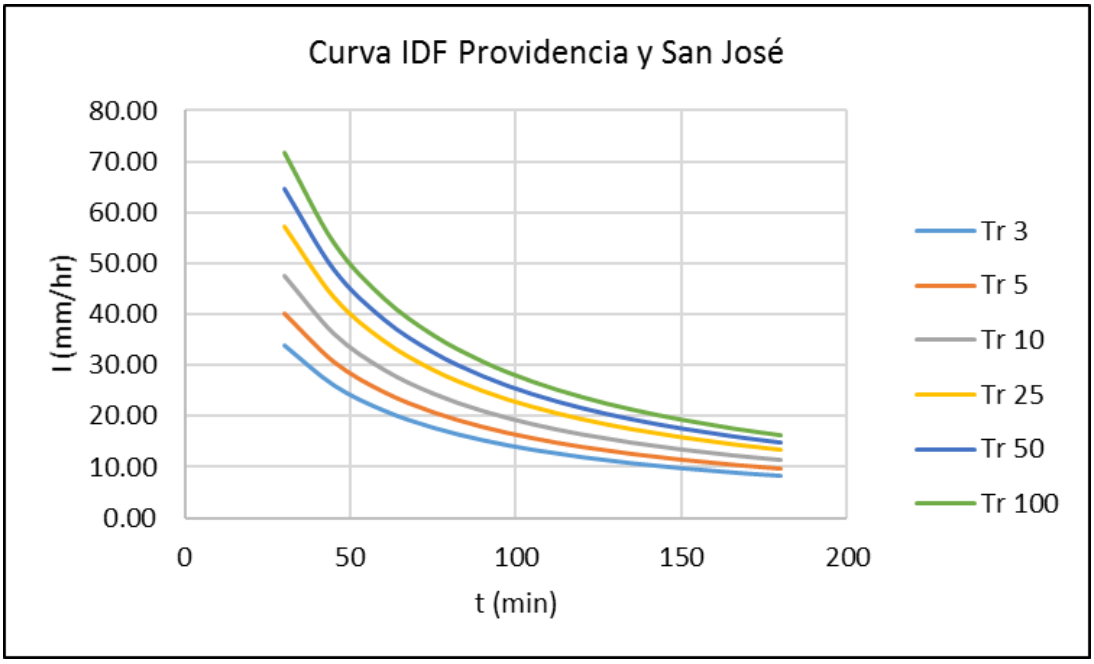


Fuente: Elaboración Propia.

10.2 CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA

Teniendo en cuenta la ecuación y los valores de los coeficientes suministrados por el acueducto, presentados en el capítulo 7.2 INFORMACIÓN SECUNDARIA, se obtuvo la curva IDF para los diferentes periodos de retorno.

Ilustración 17 - Curva IDF San José y Providencia



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5. Valores de la Curva IDF San José y Providencia.

Duración (min)	Curva IDF					
	Tr 3	Tr 5	Tr 10	Tr 25	Tr 50	Tr 100
10	56.21	68.09	81.95	99.58	112.95	125.96
15	48.26	57.94	69.45	84.15	95.23	106.03
30	33.85	40.03	47.61	57.33	64.53	71.65
45	26.05	30.57	36.19	43.40	48.65	53.95
60	21.16	24.72	29.18	34.88	38.97	43.18
75	17.81	20.75	24.43	29.14	32.46	35.95
90	15.37	17.88	21.01	25.00	27.79	30.77
105	13.52	15.71	18.42	21.89	24.28	26.88
120	12.06	14.00	16.40	19.46	21.55	23.84
135	10.89	12.63	14.78	17.51	19.36	21.42
150	9.92	11.51	13.45	15.92	17.56	19.43
165	9.11	10.57	12.34	14.58	16.07	17.78
180	8.42	9.77	11.39	13.45	14.81	16.38

Fuente: Elaboración Propia

10.3 PERIODO DE RETORNO Y TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Para determinar el parámetro de la intensidad, es necesario definir el tiempo de concentración, el cual se establece en la norma *NS-085 Diseño de alcantarillados;* definido el tiempo de concentración, se selecciona el valor correspondiente de periodo de retorno.

Tabla 6. Periodos de retorno según las características del área de drenaje

Características del área de drenaje	Periodo de retorno para diseño (años)
Tramos pertenecientes a la red local y secundaria de alcantarillado en zonas residenciales, comerciales, industriales, institucionales o mixtas	5
Tramos de la red troncal de alcantarillado, zonas comerciales de alto valor e infraestructura especial como aeropuertos, Hospitales, Centros de emergencia y Deprimidos viales	10
Canales abiertos y adecuaciones de cauces de ríos y quebradas de cualquier área	100

Fuente: EAAB, 2022.

A partir de ello se identifica el valor que corresponde al resultado de estos dos criterios, para definir la intensidad asociada:

Definido el tiempo de concentración, se selecciona el valor correspondiente de periodo de retorno. Se selecciona un periodo de retorno de 5 años debido a que los tramos a evaluar se encuentran en dentro de la red local, esto según lo establecido por Norma NS-085:

Tabla 7. Intensidad para un periodo de retorno de 5 años

Duración (min)	Curva IDF					
	Tr 3	Tr 5	Tr 10	Tr 25	Tr 50	Tr 100
10	48.26	57.94	69.45	84.15	95.23	106.03
15	33.85	40.03	47.61	57.33	64.53	71.65
30	26.05	30.57	36.19	43.40	48.65	53.95
45	21.16	24.72	29.18	34.88	38.97	43.18

Fuente: Elaboración Propia.

10.4 ÁREA DE APORTE

Para el cálculo de las áreas de drenaje se consideró la dirección de flujo del agua teniendo en cuenta las curvas de nivel. Además de la ubicación de las viviendas y la dirección de inclinación del techo, que define la dirección de flujo de la escorrentía.

A continuación, se muestran las áreas de drenaje para cada CIV. Tanto las curvas de nivel como el catastro para la identificación de predios y manzanas son tomados a partir de los reportes disponibles en la Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital – IDECA, 2022, con una resolución 1:2000.

Ilustración 18 - Áreas de aporte por CIV San José



Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 19 - Áreas de aporte por CIV Providencia



Fuente: Elaboración Propia

10.5 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

El coeficiente de escorrentía, se determina a partir del material de la superficie, para este caso puede corresponder a pavimento (vías), techo (construcciones) y zonas verdes (lotes y parques), y cuyo valor varía según el periodo de retorno, como se presenta en la Tabla 8. Coeficientes de escorrentía (C).

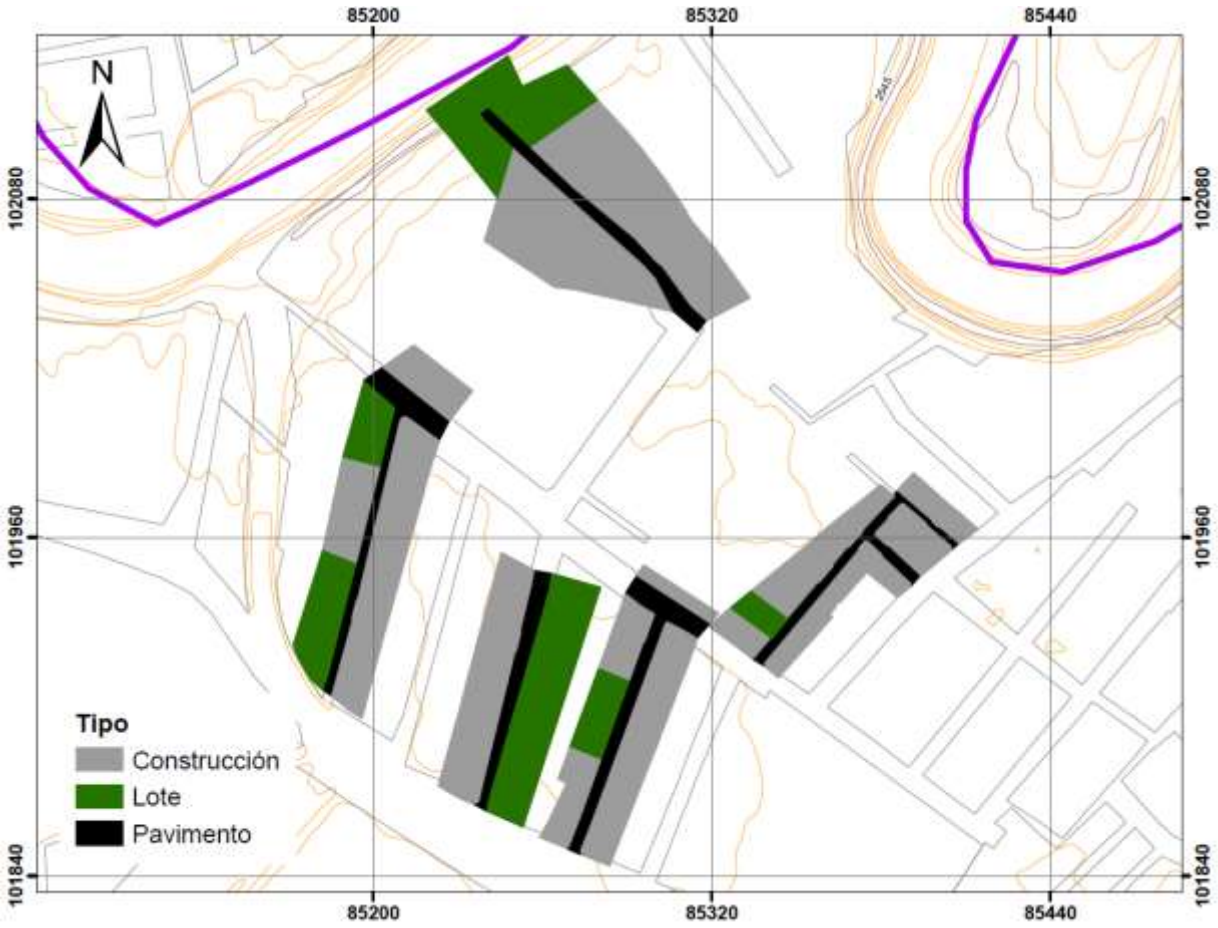
Tabla 8. Coeficientes de escorrentía (C)

Características de la superficie	Periodo de Retorno (años)				
	5	10	25	50	100
Pavimento	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95
Concreto/techo	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97
Zonas verdes	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53

Fuente: EAAB.

De esta manera, para un periodo de retorno de 5 años se tiene un coeficiente de escorrentía de 0.77 para pavimento, 0.80 para techos y 0.40 para zonas verdes. A continuación, se muestra la distribución de los tipos de cobertura. Al igual que el catastro, la cobertura se toma de la ortofoto de la Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital – IDECA, 2015.

Ilustración 20 - Distribución especial de coberturas San José



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 21 - Distribución especial de coberturas Providencia



Fuente: Elaboración Propia

10.6 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL

Es importante evacuar el flujo que se produce por la escorrentía en los CIV producto de un evento extremo de lluvia; para ello se debe estimar el caudal que se genera, con el fin de determinar qué tipo de drenaje se debe implementar.

Para estimar el caudal, se usa la ecuación establecida por el método racional, tal como lo establece en la norma técnica del acueducto *NS-085 Criterios de Diseño de Sistemas de Alcantarillado.*

$$Q = CIA$$

Donde:

Q: Caudal de diseño (m^3/s)

C: Coeficiente de escorrentía $(adim)$

I: Intensidad de la lluvia (mm/hr)

A: Area de drenaje (km)

Debido a que es necesario una igualdad dimensional entre las variables, la ecuación presentada queda:

$$Q = 0.278 * CIA$$

En la siguiente tabla se presenta la obtención del caudal para cada CIV donde el área A1 hace referencia a techos o construcción, el área A2 hace referencia a pavimento y el área A3 hace referencia a lotes o parques.

Tabla 9. Resultado del caudal por CIV San José y Providencia

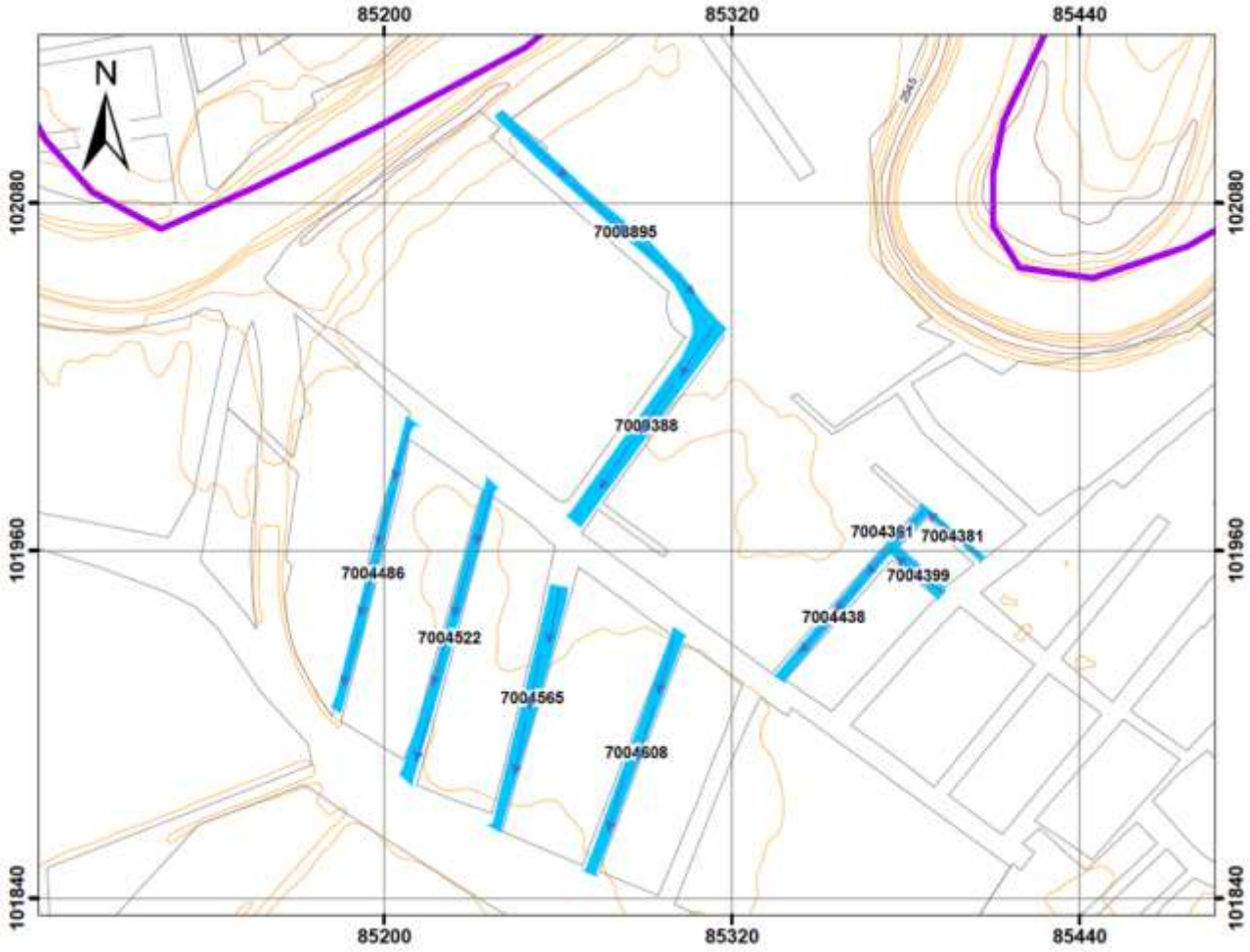
Zona	CIV	Área de drenaje (Ha)				C Racional	Intensidad	Q (l/s)
		A1	A2	A3	At			
Providencia	7004088	0.09	0.03	0.00	0.12	0.68	57.94	12.97
Providencia	7004218	0.04	0.01	0.00	0.04	0.80	57.94	5.44
Providencia	7008891	0.04	0.02	0.08	0.14	0.57	57.94	13.22
San José	7004361	0.02	0.01	0.00	0.02	0.79	57.94	2.93
San José	7004381	0.04	0.01	0.00	0.05	0.80	57.94	6.14
San José	7004399	0.03	0.01	0.00	0.04	0.79	57.94	4.65
San José	7004486	0.22	0.06	0.09	0.37	0.70	57.94	41.08
San José	7004565	0.12	0.04	0.14	0.31	0.61	57.94	30.32
San José	7004608	0.19	0.06	0.04	0.29	0.74	57.94	34.49
San José	7008895	0.37	0.04	0.13	0.54	0.70	57.94	61.00
San José	7004438	0.12	0.02	0.02	0.15	0.75	57.94	18.34

Fuente: Elaboración Propia

De igual modo, teniendo en cuenta la topografía de la zona, se identificaron algunos CIV's en los cuales la escorrentía incluye el área de aporte de los CIV's próximos cuesta arriba. Por lo anterior, la estimación de caudal en este tipo de CIV's tiene en cuenta el acumulado de caudales.

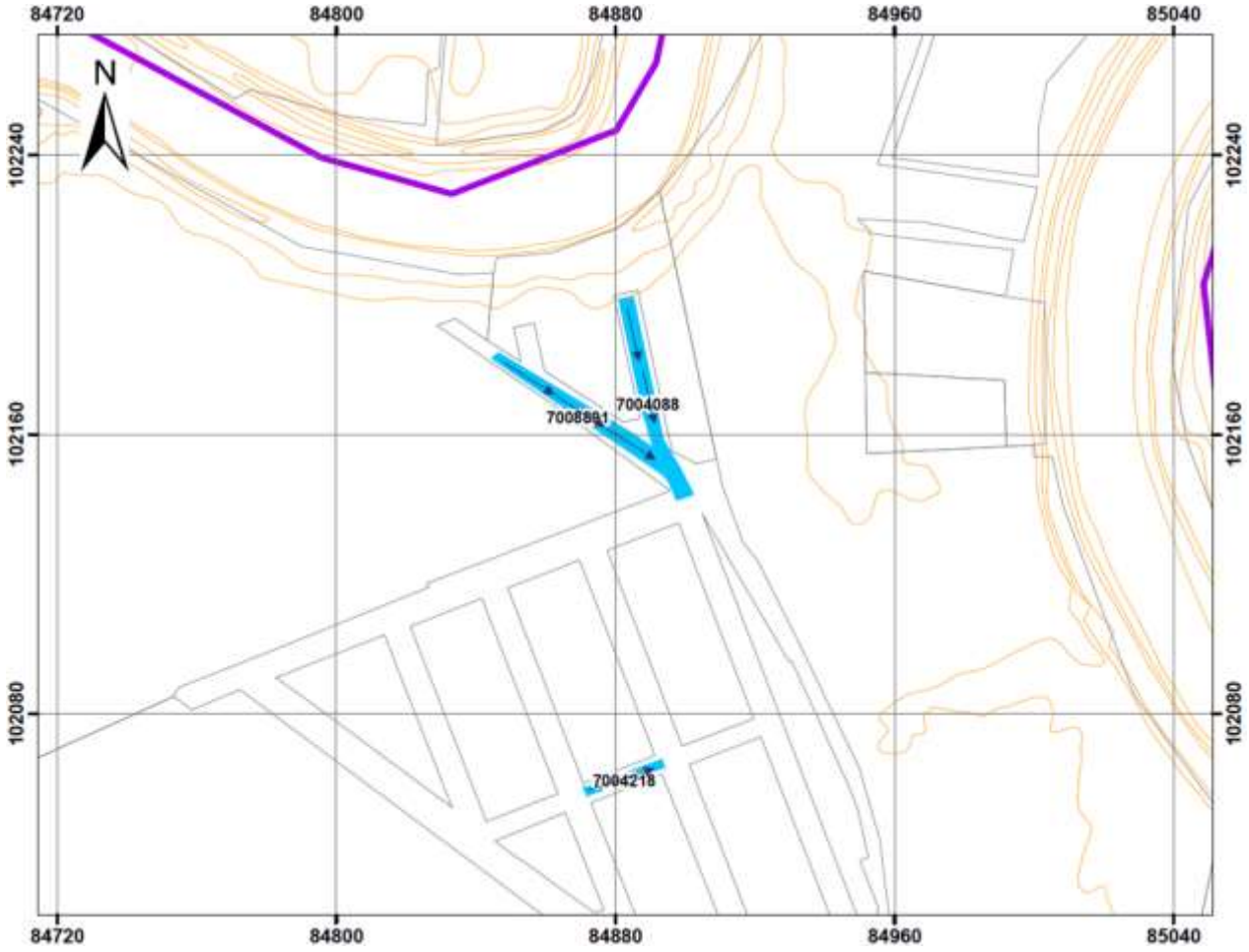
A continuación, se muestra un mapa con la dirección de flujo de la escorrentía para estos CIV's.

Ilustración 22 - Dirección del flujo San José



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 23 - Dirección del flujo Providencia



Fuente: Elaboración Propiia

Teniendo en cuenta las direcciones de flujo, se calculan los caudales máximos para cada CIV teniendo en cuenta las anteriores consideraciones.

Tabla 10. Caudales máximos San José y Providencia

Zona	CIV	Q (l/s) TR 5 años
Providencia	7004088	12.97
Providencia	7004218	5.44
Providencia	7008891	13.22
San José	7004361	2.93
San José	7004381	6.14
San José	7004399	4.65
San José	7004486	41.08

Zona	CIV	Q (l/s) TR 5 años
San José	7004565	30.32
San José	7004608	34.49
San José	7008895	61.00
San José	7004438	18.34

Fuente: Elaboración Propia.

11. ANÁLISIS HIDRÁULICO

A partir del estudio hidrológico realizado en cada una de las zonas priorizadas en proyecto, se realiza el análisis hidráulico, el cual se efectúa con base en los resultados tanto del diseño geométrico de vías como en el diseño del espacio público, pues estos dos componentes definirán la forma y dimensiones de la vía, parámetros claves en el desarrollo de este proyecto.

La zona de estudio cuenta con una cobertura total de los servicios de saneamiento (suministro de agua potable y sistema de aguas residuales), esta información se constató durante las visitas de campo y con la misma comunidad.

No obstante si se ha detectado falta de alcantarillado pluvial, por lo cual se plantean diseños de este sistema que buscan garantizar el correcto manejo del agua lluvia en la zona. De este modo solo se realizan análisis y diseños en torno a un sistema pluvial eficiente.

11.1 CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Para el desarrollo de los diseños, se tuvo en cuenta los criterios establecidos por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, estos criterios en su mayoría son adoptados de las normas técnicas de la Empresa, y se encuentran disponibles en la plataforma SISTEC, allí se puede no solo encontrar los criterios y limitantes a tener en cuenta, sino también se establecen memorias de cálculo y presentación de diseños que la consultoría acogerá para el desarrollo de este componente.

Así mismo, se realizaron diferentes mesas de trabajo con la dependencia correspondiente a la jurisdicción de este sector, por tanto, se hizo la consulta con funcionarios técnicos de la Zona 5 del acueducto.

En dichas mesas de trabajo se establecieron condiciones y propuestas que buscan brindar la mejor solución para las zonas de interés, teniendo en cuenta no solo el aspecto técnico sino también las particularidades del sitio, tanto físicas (pendientes de las vías, accesibilidad) como operativas (para actividades de mantenimiento y diseños posteriores).

11.2 SAN JOSÉ Y PROVIDENCIA

11.2.1 Diseño Hidráulico

El análisis de los barrios San José y Providencia se efectúa con base en los resultados tanto del diseño geométrico de vías como el diseño de espacio público, pues estos dos componentes definirán la forma y dimensiones de la vía, parámetros claves a la hora de dar una mirada hidráulica al proyecto. Para esta entrega se presenta tres tipos de diseños los cuales dependen del CIV, las pendientes, el diseño geométrico y el diseño de espacio público.

11.2.2 Implantación de Sumideros

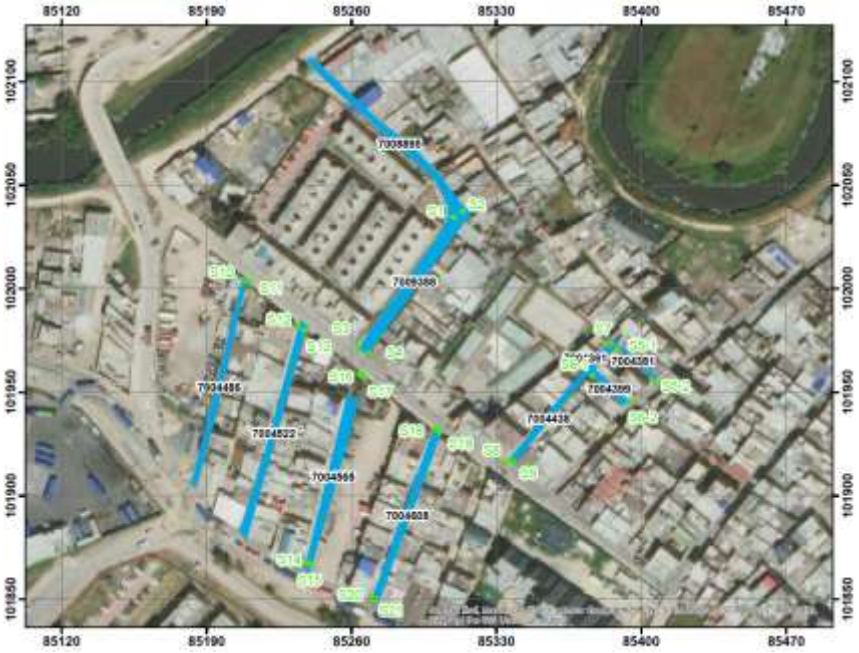
Los sumideros de rejilla son efectivos en pendientes longitudinales bajas, debido a que las pendientes longitudinales de esta zona son bajas, es el tipo de sumidero más adecuado. A continuación, se muestra los cálculos referentes a los sumideros propuestos.

11.2.3 Ubicación de los Sumideros

Los sumideros se ubicarán antes de las intersecciones viales, evitando así que el tráfico deba sortear las corrientes generadas por la escorrentía superficial. Además, deben ubicarse aguas arriba de los cruces peatonales para así garantizar un cruce seguro, como está estipulado en la norma *NS-047.- Construcción de alcantarillado.*

A continuación, se muestra la ubicación esquemática de las estructuras propuestas para San José y Providencia.

Ilustración 24 - Ubicación de sumideros sector San José



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 25 - Ubicación sumideros sector Providencia



Fuente: Elaboración Propia

11.2.4 Diseño de Sumideros

11.2.4.1 Tipo de sumidero

Para la zona se propone la implementación de sumideros de rejilla debido a la eficiencia que presentan en bajas pendientes, como las que se presentan en los sectores. Siguiendo lo estipulado en la norma *NS-047*, se considera un factor de obstrucción mínimo del 50% cuando estas se ubican en pendiente y de 70% cuando se ubican en puntos bajos o batea.

11.2.4.2 Periodo de Retorno

Debido a que los sumideros estarán ubicados en pendiente, el periodo de retorno usado para calcular el caudal de diseño es de 5 años como se estipula en la norma *NS-085* y se explica en la parte de hidrología de este documento.

11.2.4.3 Coeficiente de Rugosidad de Manning

El coeficiente de rugosidad de Manning depende del material superficial con que se construirá la vía, a continuación, se muestra una tabla con los valores propuestos por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá para la rugosidad en pavimentos.

Tabla 11. n de Manning para pavimentos

Forma y material	n de Manning
Pavimento asfáltico – Liso	0.013
Pavimento asfáltico – Rugoso	0.016
Pavimento en concreto - Acabados con llana de madera o de cepillo	0.014
Pavimento en concreto - Acabados texturizados	0.016

Fuente: EAAB.

Para el caso de las vías diseñadas en los CIV´s priorizados el material es pavimento asfáltico liso.

11.2.4.4 Caudales de diseño

Los caudales de diseño corresponden a los que fueron determinados en el análisis hidrológico, de este sector. Estos caudales consideran los aportes de escorrentía en cada CIV y el aporte de escorrentía de la vía en la que serán implementados.

11.2.4.5 Ancho de inundación de la vía por escorrentía

Este parámetro hace referencia a la medida de forma transversal que la lámina de agua ocupa en la vía. Este depende del caudal que transporta la vía, la pendiente longitudinal y la pendiente transversal. Esta se calcula mediante la siguiente ecuación:

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

Donde,

T Es el ancho de inundación de la vía por escorrentía (m)

Q Es el caudal total de escorrentía (m^3/s)

n Es el coeficiente de rugosidad de Manning para el pavimento

S_x Es la pendiente transversal de la vía (m/m)

S_L Es la pendiente longitudinal de la vía (m/m)

Los valores máximos de ancho de inundación “T” se presentan en la tabla a continuación:

Tabla 12. Ancho de Inundación

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

Fuente: EAAB.

11.2.4.6 Profundidad de la lámina de agua

Esta profundidad hace referencia a l altura que alcanza la lámina de agua medida desde el punto más bajo de la cuneta. Esta depende de la pendiente transversal de la vía y el ancho de inundación, calculándose de la siguiente manera:

$$y = T + S_x$$

Donde,

y Es la profundidad de la lámina de agua (m)

T Es el ancho de inundación de la vía por escorrentía (m)

S_x Es la pendiente transversal de la vía (m/m)

11.2.4.7 Eficiencia de la rejilla

Esto hace referencia a la relación del caudal de escorrentía y el caudal real captado por las rejillas. En este caso se propone utilizar una rejilla de hierro dúctil de 0.835m x 0.455 m la cual se encuentra enunciada en la norma técnica *NP-023*, por lo tanto, la eficiencia se calcula de la siguiente manera:

$$E = A\left(\frac{Q}{y}\right)^{-B}$$

Donde,

A y B son parámetros de aproximación

y Es la profundidad de flujo (m)

11.2.4.8 Caudal efectivo captado por los sumideros de rejilla en pendiente

El caudal efectivo relaciona la eficiencia de la rejilla, el factor de obstrucción considerado por las basuras y sedimentos arrastrados en el inicio de la lluvia y el número de rejillas.

$$Q_{ec} = (Q * E)x(1 - f_{cr}) * nr$$

Donde,

Q_{ec} Es el caudal efectivo captado (m3/s)

Q Es el caudal total de escorrentía transportado (m3/s)

E Es la eficiencia de captación de la rejilla

f_{cr} Es el factor de obstrucción de la rejilla

nr Es el número de las rejillas

11.2.4.9 Resultados

Para calcular la cantidad de rejillas necesarias para captar el caudal de escorrentía se utilizó la hoja de cálculo proporcionada por el EAAB en el anexo A1 de la norma *NS-047*. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 13. Número de rejillas sumideros San José

Caudal Q [l/s]	Sumidero No	Longitudinal [m/m]	Transversal [m/m]	Profundidad de flujo y [m]	Ubicación	Tipo de sumidero	Factor de obstrucción rejilla	Tipo de rejilla	Eficiencia Rejilla	Número de rejillas
26.400	S1	0.015	0.020	0.039	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	0.578	3
29.930	S2	0.015	0.020	0.041	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	0.578	3
36.130	S3	0.004	0.020	0.052	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	0.698	3
31.300	S4	0.004	0.020	0.049	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	0.698	3
3.678	S5-1	0.018	0.020	0.017	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	1.000	2
2.452	S5-2	0.081	0.020	0.011	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	1.000	2
2.322	S6-1	0.024	0.020	0.014	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	1.000	2
2.322	S6-2	0.012	0.020	0.016	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	1.000	2
2.928	S7	0.003	0.020	0.022	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	1.000	2
9.163	S8	0.005	0.020	0.031	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	1.000	2
9.163	S9	0.005	0.020	0.031	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	1.000	2
20.525	S10	0.002	0.020	0.050	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	0.935	3
20.525	S11	0.002	0.020	0.050	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	0.935	3
21.765	S12	0.008	0.020	0.039	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	0.743	3
21.765	S13	0.008	0.020	0.039	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	0.743	3
7.575	S14	0.007	0.020	0.026	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	1.000	2
7.575	S15	0.007	0.020	0.026	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	1.000	2

Caudal Q [l/s]	Sumidero No	Longitudinal [m/m]	Transversal [m/m]	Profundidad de flujo y [m]	Ubicación	Tipo de sumidero	Factor de obstrucción rejilla	Tipo de rejilla	Eficiencia Rejilla	Número de rejillas
7.575	S16	0.010	0.020	0.025	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	1.000	2
7.575	S17	0.010	0.020	0.025	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	1.000	2
11.102	S18	0.010	0.020	0.029	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	0.984	3
11.102	S19	0.010	0.020	0.029	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	0.984	3
6.127	S20	0.013	0.020	0.022	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	1.000	2
6.127	S21	0.013	0.020	0.022	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	1.000	2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14. Número de rejillas sumideros Providencia

Caudal Q [l/s]	Sumidero No	Longitudinal [m/m]	Transversal [m/m]	Profundidad de flujo y [m]	Ubicación	Tipo de sumidero	Factor de obstrucción rejilla	Tipo de rejilla	Eficiencia Rejilla	Número de rejillas
6.479	S1	0.004	0.020	0.028	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	1.000	2
6.479	S2	0.004	0.020	0.028	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	1.000	2
6.604	S3	0.007	0.020	0.025	Punto bajo	Rejilla	0.7	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - TRANSVERSAL	1.000	2
6.604	S4	0.007	0.020	0.025	Punto bajo	Rejilla	0.7	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - TRANSVERSAL	1.000	2
2.718	S5	0.003	0.020	0.021	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	1.000	2
2.718	S6	0.003	0.020	0.021	Pendiente	Rejilla	0.5	REJILLA DE FIBROCEMENTO DE 0.45 x 0.835 m - NORMAL	1.000	2

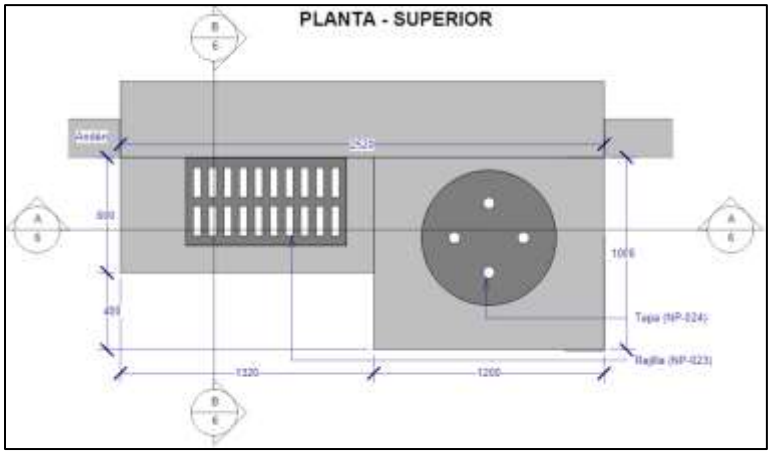
Fuente: Elaboración Propia

11.2.5 Cajas de Sedimentación

La caja de inspección tiene como objetivo recibir el caudal proveniente de las estructuras de captación, y precipitar sedimentos y material que son arrastrados, evitando así que lleguen a la red de alcantarillado.

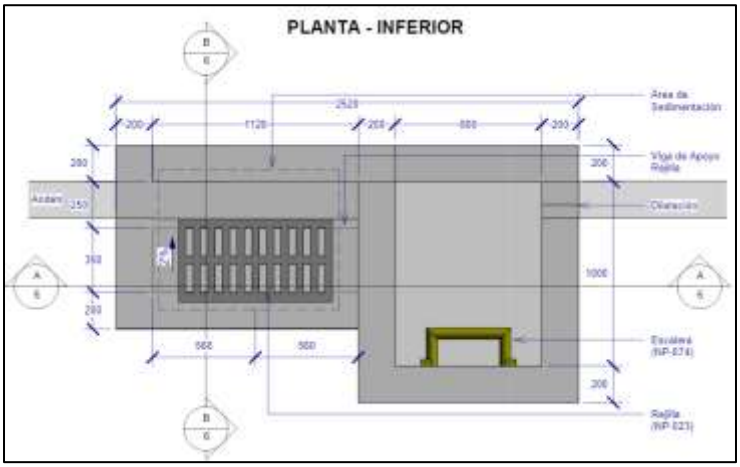
Para este caso se propone la implementación de una caja de sedimentación con cámara doble debido al diseño de la misma. A continuación, se muestran las dimensiones de la caja de sedimentación doble establecida por el acueducto:

Ilustración 26 - Planta superior de sumidero de rejilla caja doble en vía



Fuente: EAAB

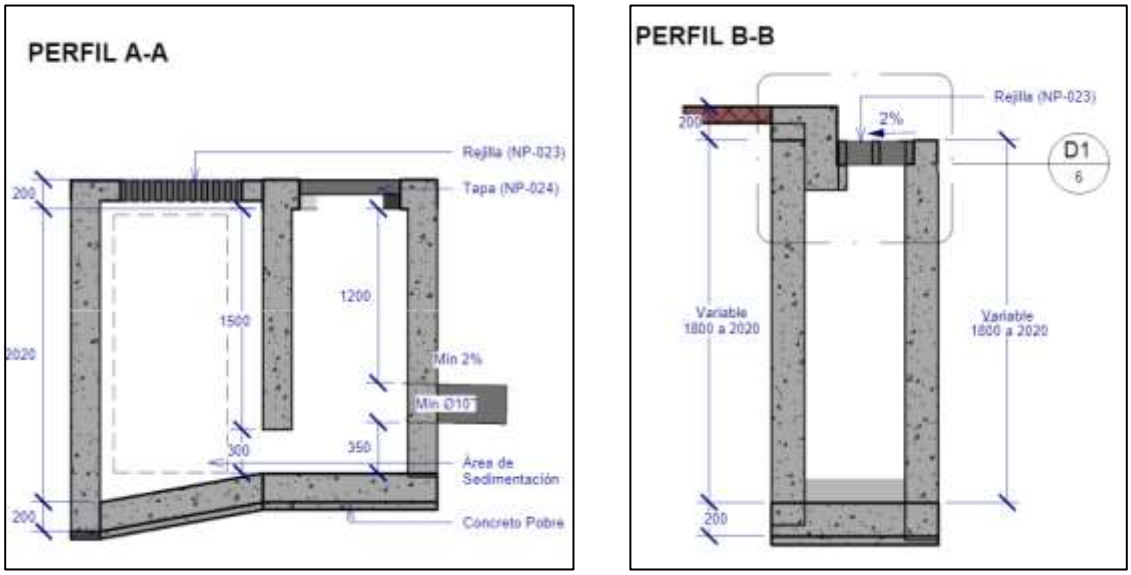
Ilustración 27 - Planta inferior de sumidero de rejilla caja doble en vía



Fuente: EAAB.

Así mismo, se presenta la sección en perfil de la estructura propuesta:

Ilustración 28 - Perfiles del diseño de la caja de sedimentación



Fuente: EAAB.

El diseño estructural tanto de la obra de captación, como de la de sedimentación, debe estar basado en la norma *NS-002.-Criterio de diseño estructural.*

11.2.6 Diseño de tuberías de Conexión

Con el fin de dimensionar las conexiones de los sumideros a los pozos, se modelo su comportamiento hidráulico bajo la hipótesis de flujo permanente uniforme, acogiendo la norma *NS-085*. El caudal de diseño para estas tuberías lo determina la capacidad máxima de captación, es decir, la capacidad del sumidero sin considerar el factor de obstrucción de la estructura de captación. Para este análisis se utilizó la ecuación de Manning, que relaciona el caudal con las características hidráulicas de la siguiente manera:

$$Q = \frac{A}{n}.R^{\frac{2}{3}}.S^{1/2}$$

El material seleccionado para usarse en las redes de alcantarillado pluvial es PVC. El diámetro mínimo aceptado por la EAAB-ESP es de 10” para tuberías de descarga a la red de alcantarillado pluvial como se especifica en la norma *NS-047*.

11.2.7 Pendiente mínima

La pendiente del colector debe ser mínimo del 2%, la cual se asume para todos los sumideros como se especifica en la norma *NS-047*.

11.2.8 Profundidad mínima

Para la profundidad de las tuberías se tuvo en cuenta lo estipulado en la norma *NS-085* la cual especifica que la profundidad de la cota clave del colector debe ser de 0.75m y 1.2m respectivamente.

11.2.9 Velocidad o fuerza tractiva mínima

Para determinar el esfuerzo cortante medio se utiliza:

$$\tau = \gamma . R . S$$

Donde:

τ : Esfuerzo cortante medio $(\mathrm{N/m2})$.

γ : Peso específico del agua $(\mathrm{N/m3})$.

R : Radio hidráulico a tubo lleno (m).

S : Pendiente del colector $(\mathrm{m/m})$.

De acuerdo con la norma *NS-085*, se establece que la velocidad mínima debe ser tal que la fuerza tractiva sea mayor o igual a 0.3 Kg/m2 para el caudal de diseño, y mayor o igual a 0.15 Kg/m2 para el 10% de la capacidad a tubo lleno.

11.2.10 Velocidad real máxima

De acuerdo con el numeral 4.3.1.5 Velocidad máxima del RAS, la norma NS 085 recomienda que la velocidad máxima no sobrepase los 6 m/s para Concreto, 9 m/s para PVC y 4 m/s para GRP

Tabla 15. Velocidades máximas según material de la tubería

Velocidades Máximas	
Material	**m/s**
PVC	9
PEAD	9
CS	6
CSIS	5
GRP	4

Fuente: EAAB.

11.2.11 Resultados

Tabla 16. Comprobación Capacidad de tuberías de conexión San José

TRAMO		QT	L (m)	D (nominal)	S (%)	D (interno)	Material	Rugosidad (n)	Q	V	Fuerza T	y	V	F	CHEQUEO
		L/s	m	mm	-	m	-	-	L/s	m/s	(kgf/m²)	m	m/s	-	
S1	PMP136293	26.40	1.15	25.4	2.00	0.227	PVC	0.015	56.35	1.39	1.1350	0.125	1.17	1.20	OK
S2	PMP136293	29.93	4.75	25.4	2.00	0.227	PVC	0.015	56.35	1.39	1.1350	0.134	1.22	1.18	OK
S3	PMCI136188	36.30	5.86	25.4	2.00	0.227	PVC	0.015	56.35	1.39	1.1350	0.150	1.29	1.15	OK
S4	PMCI136188	31.30	6.67	25.4	2.00	0.227	PVC	0.015	56.35	1.39	1.1350	0.138	1.23	1.18	OK
S5-1	PMP136294	3.68	1.61	25.4	2.00	0.227	PVC	0.015	56.35	1.39	1.1350	0.039	0.66	1.23	OK
S5-2	PLT842044	3.68	11.36	25.4	2.00	0.227	PVC	0.015	56.35	1.39	1.1350	0.039	0.66	1.23	OK
S6-1	CMP144928	2.45	3.22	25.4	2.00	0.227	PVC	0.015	56.35	1.39	1.1350	0.030	0.58	1.22	OK
S6-2	PLT842044	2.45	3.86	25.4	2.00	0.227	PVC	0.015	56.35	1.39	1.1350	0.030	0.58	1.22	OK
S7	PMP136294	2.93	2.00	25.4	2.00	0.227	PVC	0.015	56.35	1.39	1.1350	0.034	0.61	1.21	OK
S8	PMCI136186	9.16	3.08	25.4	2.00	0.227	PVC	0.015	56.35	1.39	1.1350	0.067	0.86	1.23	OK
S9	PMCI136186	9.16	4.63	25.4	2.00	0.227	PVC	0.015	56.35	1.39	1.1350	0.067	0.86	1.23	OK
S10	PMP136290	20.53	5.47	25.4	2.00	0.227	PVC	0.015	56.35	1.39	1.1350	0.107	1.09	1.22	OK
S11	PMP136290	20.53	2.10	25.4	2.00	0.227	PVC	0.015	56.35	1.39	1.1350	0.107	1.09	1.22	OK

TRAMO		QT	L (m)	D (nominal)	S (%)	D (interno)	Material	Rugosidad (n)	Q	V	Fuerza T	y	V	F	CHEQUEO
		L/s	m	mm	-	m	-	-	L/s	m/s	(kgf/m²)	m	m/s	-	
S12	PMCI136189	21.76	6.13	25.4	2.00	0.227	PVC	0.015	56.35	1.39	1.1350	0.111	1.11	1.21	OK
S13	PMCI136189	21.76	3.40	25.4	2.00	0.227	PVC	0.015	56.35	1.39	1.1350	0.111	1.11	1.21	OK
S16	PMCI136188	15.15	6.70	25.4	2.00	0.227	PVC	0.015	56.35	1.39	1.1350	0.090	1.00	1.23	OK
S14	PMP118748	7.58	5.44	25.4	2.00	0.227	PVC	0.015	56.35	1.39	1.1350	0.060	0.81	1.23	OK
S15	PMP118748	7.58	5.79	25.4	2.00	0.227	PVC	0.015	56.35	1.39	1.1350	0.060	0.81	1.23	OK
S18	P1	11.10	10.49	25.4	2.00	0.227	PVC	0.015	56.35	1.39	1.1350	0.075	0.91	1.23	OK
S19	P1	11.10	10.16	25.4	2.00	0.227	PVC	0.015	56.35	1.39	1.1350	0.075	0.91	1.23	OK
S20	PMCI136187	6.13	2.88	25.4	2.00	0.227	PVC	0.015	56.35	1.39	1.1350	0.053	0.76	1.24	OK
S21	PMCI136187	6.13	3.68	25.4	2.00	0.227	PVC	0.015	56.35	1.39	1.1350	0.053	0.76	1.24	OK

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17. Comprobación de capacidad de tuberías de conexión Providencia

TRAMO		QT	L (m)	D (nominal)	S (%)	D (interno)	Material	Rugosidad (n)	Q	V	Fuerza T	y	V	F	CHEQUEO
		L/s	m	mm	-	m	-	-	L/s	m/s	(kgf/m²)	m	m/s	-	
S1	P2	6.48	5.43	25.40	2	0.23	PVC	0.02	56.35	1.39	1.13	0.05	0.78	1.23	OK

TRAMO		QT	L (m)	D (nominal)	S (%)	D (interno)	Material	Rugosidad (n)	Q	V	Fuerza T	y	V	F	CHEQUEO
		L/s	m	mm	-	m	-	-	L/s	m/s	(kgf/m²)	m	m/s	-	
S2	P2	6.48	6.62	25.40	2	0.23	PVC	0.02	56.35	1.39	1.13	0.05	0.78	1.23	OK
S3	P1	6.60	4.18	25.40	2	0.23	PVC	0.02	56.35	1.39	1.13	0.05	0.78	1.23	OK
S4	P1	6.60	3.77	25.40	2	0.23	PVC	0.02	56.35	1.39	1.13	0.05	0.78	1.23	OK
S5	P4	2.72	2.13	25.40	2	0.23	PVC	0.02	56.35	1.39	1.13	0.03	0.60	1.26	OK
S6	P4	2.72	2.02	25.40	2	0.23	PVC	0.02	56.35	1.39	1.13	0.03	0.60	1.26	OK

Fuente: Elaboración Propia

En el anexo de Memorias de cálculo se encuentran todos los cálculos realizados, desde la capacidad de los sumideros y la capacidad de las tuberías de conexión.

11.2.12 Implantación de pozos de Inspección

En el sector de Providencia, ninguno de los CIV´s cuenta con pozos y colectores de alcantarillado pluvial, por lo tanto, se propone la implementación de estos para conducir las aguas lluvias hacia el sistema existente. Para el caso de San José, el CIV 7004608 no cuenta con sumidero para conectar los sumideros S20 y S21, por lo tanto, se propone la implementación de un pozo nuevo que conecta con la red existente. A continuación, se muestran la ubicación de los pozos propuestos.

Ilustración 29 - Ubicación pozo P1 y conexión con PMCI136187 en San José



Fuente: Elaboración Propia

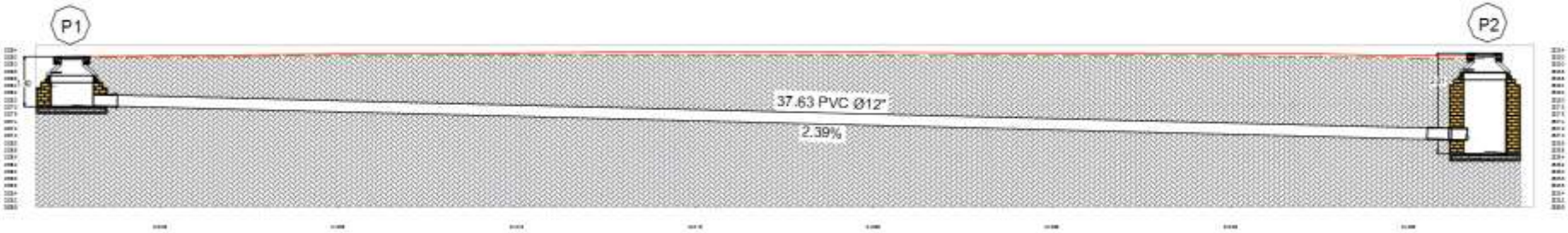
Ilustración 30 - Ubicación de pozos proyectados en Providencia



Fuente: Elaboración Propia

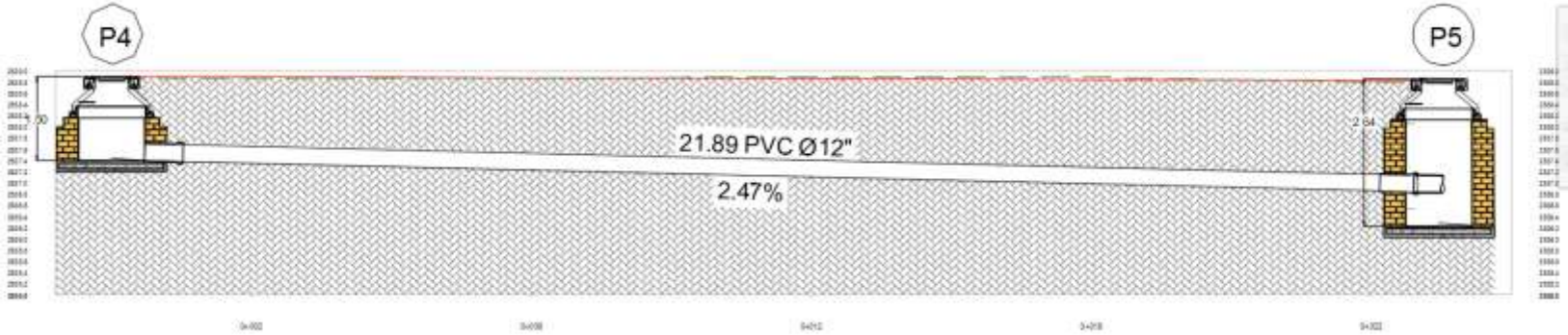
A continuación, se muestra de manera esquemática la conexión entre los pozos P1 – P2 y P3 – P4 en el sector de providencia, se muestra la longitud, pendiente y material de las tuberías. Hay que tener en cuenta que, como no se cuenta con la topografía hasta el sistema de alcantarillado pluvial existente, por lo tanto, el pozo P2 y P4 se consideran como colillas.

Ilustración 31 - Perfil longitudinal pozo P1 a pozo P2 Providencia



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 32 - Perfil longitudinal pozo P3 a pozo P4



Fuente: Elaboración Propia

La propuesta de estos colectores, se realiza siguiendo los lineamientos de la Norma Técnica – NS-085, teniendo en cuenta principalmente:

- Se propone una profundidad mínima de 1.20m cumpliendo con los requerimientos normativos, puesto que se trata de una vía vehicular, y también se garantiza que los colectores estarán a una cota inferior que la red de acueducto.
- En donde hay cambio de dirección del alineamiento, o cambios bruscos de la pendiente de la vía, se propone un pozo de inspección.
- Se propone el trazado de los colectores sobre el eje vial.

Para saber si las tuberías propuestas, son óptimas para el funcionamiento del sistema, se debe determinar el caudal de lluvia que llega a los colectores del sistema para conocer si se presenta suficiencia hidráulica de los tubos proyectados.

11.2.12.1 Estimación de caudal

Este se obtuvo a partir del estudio hidrológico realizado en los CIV, es necesario aclarar que no todos los pozos tienen una estructura monolítica antecedente, por tanto, puede suceder que, en dos tramos consecutivos, se evalúe el mismo caudal

11.2.12.2 Evaluación hidráulica

Como primer paso, se evaluará la capacidad a tubo lleno de los colectores que se proponen, esta evaluación se hará por medio de la ecuación de Manning.

$$Q_o = \frac{1}{n}\left(31{,}68547 * \emptyset^{8/3} * S^{1/2}\right) = 253{,}46\ lt/seg$$

Donde:

Q_o: caudal a tubo lleno en L/s

Φ: diámetro del colector

n: coeficiente de Manning

s: pendiente del colector

A continuación, se muestra la evaluación hidráulica de las tuberías.

Tabla 18. Verificación tuberías de conexión pozos San José

TRAMO		QT	L (m)	D (nominal)	S (%)	D (interno)	Material	Rugosidad (n)	Q	V	Fuerza T	y	V	F	CHEQUEO
		L/s	m	mm	-	m	-	-	L/s	m/s	(kgf/m²)	m	m/s	-	
P1	PMCI136187	12.26	2.88	30.48	2	0.28	PVC	0.02	102.41	1.62	1.42	0.07	0.91	1.26	OK

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19. Verificación tuberías de conexión pozos Providencia

TRAMO		QT	L (m)	D (nominal)	S (%)	D (interno)	Material	Rugosidad (n)	Q	V	Fuerza T	y	V	F	CHEQUEO
		L/s	m	mm	-	m	-	-	L/s	m/s	(kgf/m²)	m	m/s	-	
P1	P2	13.21	37.63	30.48	2.39	0.28	PVC	0.02	111.99	1.77	1.70	0.07	0.99	1.41	OK
P3	P4	5.44	21.89	30.48	2.46	0.28	PVC	0.02	113.73	1.80	1.75	0.04	0.77	1.45	OK

Fuente: Elaboración Propia.

12. CONCLUSIONES

El sector de Bosa, se caracteriza como zona seca, debido a que los registros de precipitación anual en estas zonas corresponden a los más bajos de la ciudad de Bogotá, así mismo, el número de días de lluvia indica que las precipitaciones, aunque recurrentes son de baja intensidad.

Si bien, para el análisis hidrológico se tienen en cuenta los CIV priorizados que no cuentan con presencia de alcantarillado pluvial, según información del SIGUE, y se ha rectificado con las visitas realizadas a campo, resolviendo las inconsistencias detectadas. Del análisis de la información secundaria, se concluye que en este sector se presenta una buena cobertura del sistema de acueducto, y de alcantarillado sanitario, sin embargo, respecto a las redes de alcantarillado pluvial se concluye que:

En las zonas de estudio, las coberturas predominantes corresponden a las denominadas como *construcciones o techos,* seguido de *asfaltos* que corresponde al material futuro de los CIV; en general los coeficientes de escorrentía son altos debido a las características superficiales de la zona.

De la actividad de inspección visual en campo, se ha determinado que algunos pozos están ocultos, esto basado en la ubicación proporcionada por la información secundaria, pero que en la actividad de campo no es hallado, para ello se realiza el respectivo análisis, procesamiento y ajuste de la información en oficina, a partir de los resultados obtenidos de esta actividad, se ha definido cuales tramos se deben inspeccionar con CCTV.

La actividad CCTV, se propone para aquellos tramos viales, en los que no se pudo ejecutar la inspección visual, ya sea por el estado de la tapa del pozo (sellado) o porque el mismo se encuentre cubierto de pavimento, escombros u otros materiales (oculto); no obstante también presenta dificultades en la obtención de la información.

- Según el diagnóstico realizado, los sectores presentan una buena cobertura del sistema de acueducto y alcantarillado sanitario, sin embargo, se debe proponer un diseño de drenaje de aguas lluvias óptimo para la zona para evitar problemas de encharcamiento.
- Para realizar el análisis hidrológico se tienen en cuenta los CIV’s priorizados que no cuentan con presencia de alcantarillado pluvial, con las inspecciones en campo se complementa esta información y se tienen en cuenta para los diseños.
- En las zonas, la cobertura predominante corresponde a la denominada como construcciones o techos, por lo tanto, el índice de escorrentía promedio es mayor. Sin embargo, los dos sectores tienen un porcentaje importante de lotes o parques.

- Las pendientes medias del sector son planas, esto puede desencadenar problema de encharcamiento; para ello se deben proponer estructuras de drenaje que solucionen este inconveniente.
- En la zona de San José y Providencia el CIV que tiene un aporte mayor de caudal es el 7008895 debido a que este es aledaño a un conjunto residencial por lo tanto su área de aporte es mayor que en otros CIV's.
- Como estructura de captación se propone la implementación de sumideros de rejilla debido a las bajas pendientes presentes en los sectores.
- Debido a la carencia de sistema de alcantarillado pluvial en la zona, se propone la implementación no solo de sumideros si no de pozos y colectores que descargarán el agua a la red existente.
- Para el caso de las denominadas colillas, se estableció el caudal de llegada a los pozos correspondientes, no obstante, no se cuenta con la información suficiente para establecer una conexión al sistema de redes pluviales más cercano, puesto que no se conoce con exactitud la topografía y su ubicación.
- Durante el desarrollo de las actividades de inspección, se encuentra que de manera general el sistema funciona bien, tanto de los resultados de inspección visual como de la inspección con CCTV, sin embargo, debido a las bajas pendientes y la ubicación del sistema, este tiende a colmatarse tanto en las tuberías como en los pozos, se recomienda realizar actividades periódicas de mantenimiento y limpieza

13. BIBLIOGRAFÍA

EAAB. (2020). *NS-085 Criterio de Diseño de Sistemas de Alcantarillado.* Bogotá.

IDEAM. (2014). Atlas Climatológico de Colombia.

IDECA. (2015). *Ortoimagen Bogotá D.C. 2015.* Obtenido de IDECA.

IDECA. (2022). *Catastro Bogotá.* Obtenido de IDECA.

IDIGER. (2019). *CARACTERIZACIÓN CLIMATOLÓGICA DE BOGOTÁ, COMO UN APORTE AL FORTALECIMIENTO DE LA RED HIDROMETEOROLÓGICA DE BOGOTÁ (RHB).* Bogotá.

Invias . (2011). *Manual de drenaje para carreteras.*