



**ALCALDIA MAYOR
BOGOTA D.C.**

**Instituto
DESARROLLO URBANO**

**“ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y
LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL,
EN BOGOTÁ D.C.”**

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1630 DE 2020

**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD**

Instituto de Desarrollo Urbano

INF-RHS--CASC-017-21

**METODOLOGÍA DETALLADA PARA EJECUCIÓN DEL PROYECTO
COMPONENTE REDES HIDROSANITARIAS**

CONSORCIO CS



BOGOTÁ, 2021 – Mayo -28

 <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Supering Colombia S.A.S.</p>
---	--	--

PRODUCTO DOCUMENTAL

INF-RHS--CASC-017-21

METODOLOGÍA DETALLADA PARA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

COMPONENTE REDES HIDROSANITARIAS

CONTROL DE VERSIONES

Versión	Fecha	Descripción de la Modificación	Folios
Versión 00	11/02/2021	-	
Versión 01	05/03/2021	Observaciones Interventoría	
Version 02	10/03/2021	Observaciones Interventoría	25
Version 03	23/04/2021	Observaciones IDU	27
Version 04	31/05/2021	Observaciones IDU	27
Version 05	17/08/2021	Observaciones IDU	37

EMPRESA CONTRATISTA

VALIDADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Ing. Abelino Garcia Guacaneme Especialista Hidráulico	Ing. Abelino Garcia Guacaneme Especialista Hidráulico	Ing. Mario Ernesto Vacca G. Director de Consultoría

EMPRESA INTERVENTORA

REVISADO POR:	AVALADO POR:	APROBADO POR:
Ing. Camilo Alberto Rojas Hoyos Especialista en Redes Hidrosanitarias	Ing. Wilmer Alexander Roza Coordinador de Interventoría	Ing. Oscar Andrés Rico Gómez Director de Interventoría

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	JUSTIFICACIÓN	5
3.	OBJETIVO	5
4.	ALCANCE	5
5.	MARCO NORMATIVO	5
5.1	<i>Terminología</i>	6
5.2	<i>Diseño redes internas de estaciones</i>	6
5.3	<i>Diseño general acueducto y alcantarillado</i>	7
5.4	<i>Diseño de redes menores de acueducto</i>	8
5.5	<i>Diseño de redes matrices de acueducto</i>	9
5.6	<i>Diseño de redes de alcantarillado sanitario y pluvial</i>	10
6.	METODOLOGÍA DISEÑO REDES HIDROSANITARIAS Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO DE ESTACIONES	11
6.1	<i>Etapas de recolección de información</i>	11
6.2	<i>Diseño de redes internas de suministro de agua</i>	11
6.3	<i>Diseño de redes internas de aguas residuales</i>	12
6.4	<i>Diseño de redes internas de aguas lluvias</i>	13
6.5	<i>Diseño de redes de extinción de incendio</i>	14
6.6	<i>Productos para entregar</i>	14
7.	METODOLOGÍA DISEÑO REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	15
7.1	<i>Recopilación de información</i>	15
7.2	<i>Trabajos de campo</i>	16
	➤ <i>Redes de Acueducto</i>	16
	➤ <i>Redes de Alcantarillado</i>	16
7.3	<i>Elaboración de planos de catastro</i>	16
7.4	<i>Diseño de detalle</i>	17
7.4.1	<i>Diseño de redes</i>	17
7.4.2	<i>Criterios de diseño Alcantarillado</i>	18
7.4.3	<i>Diseño de acueducto</i>	20
7.4.4	<i>Productos para entregar</i>	20
8.	METODOLOGÍA DISEÑO SUDS	21

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

8.1 *Tipología SUDS*..... 21

8.2 *Metodología de diseño* 21

8.3 *Restricciones y limitaciones SUDS*..... 30

8.4 *Criterios de selección SUDS* 33

8.5 *Recomendaciones etapa diseño* 34

9. COMPONENTE DE HIDRÁULICA, HIDROLOGÍA Y SOCAVACIÓN. 35

10. GESTIÓN ANTE LA DITG PARA LA OBTENCIÓN DEL NÚMERO DE PROYECTO 36

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Normas Terminología EAAB..... 6

Tabla 2. Normas Diseño General de Acueducto y Alcantarillado – EAAB. 7

Tabla 3. Normas Diseño de Redes Menores de Acueducto – EAAB. 9

Tabla 4. Normas Diseño de Redes Matrices de Acueducto – EAAB..... 9

Tabla 5. Normas Diseño de Redes de alcantarillado sanitario y pluvial – EAAB.10

Tabla 6. Curvas Intensidad – Duración - frecuencia.....19

Tabla 7. Valores de profundidad de lluvia (hp) Estaciones pluviométricas23

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe describe la metodología de diseño de las redes hidrosanitarias y red contraincendios de las estaciones del cable, así como de la infraestructura de acueducto (red menor, red secundaria y red matriz) alcantarillado (pluvial y sanitario), que tendrá lugar a lo largo del proyecto: **“ACTUALIZACION, AJUSTES Y COMPLEMENTACION DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AEREO EN SAN CRISTOBAL EN BOGOTA D.C”**, teniendo en cuenta los parámetros fundamentales de la hidráulica, los cuales se deberán diseñar teniendo en cuenta la normatividad técnica vigente de la EAAB ESP.

La metodología propuesta tiene estricta relación con el anexo técnico separable, datos técnicos y requerimientos definidos por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB.

2. JUSTIFICACIÓN

La presente metodología se enfoca en describir el proceso para la elaboración de la factibilidad, estudios y diseños de las redes hidrosanitarias, las cuales contemplan la infraestructura de acueducto (red menor, red secundaria y red matriz) alcantarillado (pluvial y sanitario), redes internas (abastos y desagüe) y red contraincendios del proyecto, ya que, esto nos permite tener un conocimiento general de los pasos a seguir en cada etapa, fase y producto a entregar.

3. OBJETIVO

Determinar la metodología aplicada para el proyecto **“ACTUALIZACION, AJUSTES Y COMPLEMENTACION DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AEREO EN SAN CRISTOBAL EN BOGOTA D.C”**, con relación al componente de redes hidrosanitarias (acueducto, alcantarillado, redes internas y red contraincendios).

4. ALCANCE

Presentar la metodología para las etapas consideradas en el capítulo 6 Redes hidrosanitarias, con el fin de garantizar la generación apropiada de los productos contemplados en el estudio del Cable.

5. MARCO NORMATIVO

Para el adecuado desarrollo del diseño se requiere tener en cuenta la normatividad técnica aplicable vigente, entre las cuales se encuentran las siguientes:

- RAS 2000, Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (para los parámetros de diseño, no contemplados por la normatividad técnica de la EAAB ESP).

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

- Ley de Infraestructura N° 1682 de 2013, por la cual se adoptan las medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias.
- Normas Técnicas Colombianas NTC.
- Manual de Interventoría y/o Supervisión de Contratos, MG-GC-01.
- Guía “Coordinación IDU, ESP y TIC en Proyectos de Infraestructura de Transporte”, GU-IN-02.
- Convenio Interadministrativo de Cooperación suscrito entre el IDU y la EAAB ESP vigente.
- Reglamento (UE - 2016/424) del Parlamento Europeo y del Consejo de marzo 9 de 2016.
- Normas Técnicas de Diseño Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB-ESP. La EAAB-ESP cuenta con un amplio número de normas y especificaciones técnicas en las cuales se definen los parámetros, criterios y estándares que se deben tener en cuenta para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de acueducto y alcantarillado; estas normas y especificaciones se denomina SISTEC.

5.1 Terminología

En todos los documentos del proyecto se utilizará la terminología establecida en las normas relacionadas a continuación:

Tabla 1. Normas Terminología EAAB.

CODIGO	TITULO
NT-002	TERMINOLOGÍA DE ACUEDUCTO
NT-003	TERMINOLOGÍA DE ALCANTARILLADO

Fuente: SISTEC EAAB

5.2 Diseño redes internas de estaciones

Las normas relacionadas a continuación, entre otras, establecen parámetros y criterios generales para el diseño de las redes hidrosanitarias:

CÓDIGO	TITULO
NTC -1500	NORMA TÉCNICA COLOMBIANA – CÓDIGO DE FONTANERÍA (Última Actualización: 2017-08-16)
RAS	REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. (Resolución No. 0330 de junio 8 de 2017)

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Las normas relacionadas a continuación, entre otras, establecen parámetros y criterios generales para el diseño del Sistema de protección contra incendio.

CÓDIGO	TÍTULO
NSR-10	REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESITENTE. TÍTULOS J Y K.
NFPA 13.	Norma para la instalación de sistemas de rociadores. Esta norma provee los parámetros mínimos requeridos para el diseño e instalación de sistemas contra incendios con rociadores automáticos
NFPA 14.	Norma para la instalación de sistemas de tubería vertical y de mangueras. En esta norma se establecen los requisitos mínimos para la instalación de sistemas contra incendios de tuberías verticales y mangueras
NFPA 20.	Norma para la instalación de bombas estacionarias contra incendios. En esta norma se establecen los parámetros mínimos para la selección en instalación de las bombas a utilizar en el sistema contra incendios proyectado
NTC 1669.	Norma para la instalación de conexiones de manguera contra incendio. Esta norma es la adopción idéntica de la norma NFPA 14
NTC 2301.	Norma para la instalación de sistemas de rociadores. Esta norma es la adopción idéntica de la norma NFPA 13

5.3 *Diseño general acueducto y alcantarillado*

Las normas relacionadas a continuación, entre otras, establecen parámetros y criterios generales para el diseño tanto de redes de acueducto como de alcantarillado.

Tabla 2. Normas Diseño General de Acueducto y Alcantarillado – EAAB.

CÓDIGO	TÍTULO
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 ESPECÍFICOS DE LA CIUDAD
NS-033	CRITERIOS PARA DISEÑO DE RED MATRIZ
NS-054	PRESENTACIÓN DE DISEÑOS DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

NS-057	CUNETAS Y CANALETAS DE DRENAJE SUPERFICIAL
NS-060	CRITERIOS DE DISEÑO DE ANCLAJES EN REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO
NS-066	CRITERIOS DE DISEÑO DE POZO SÉPTICO
NS-078	REQUISITOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE TÚNEL LINER
NS-078	REQUISITOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE TÚNEL LINER
NS-085	CRITERIOS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO
NS-090	PROTECCIÓN DE TUBERÍAS EN REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO
NS-097	CRITERIOS DE DISEÑO DE ESTACIONES DE BOMBEO DE ALCANTARILLADO
NS-122	ASPECTOS TÉCNICOS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SUBDRENAJES
NS-123	CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS PARA REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO
NS-135	REQUISITOS MÍNIMOS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO PARA LABORES RELACIONADAS CON IZAJE
NS-139	REQUISITOS PARA LA DETERMINACION DEL ANCHO MINIMO DEL DERECHO DE VIA EN REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO
NS-163	REQUISITOS PARA EL DESARROLLO Y CALIBRACIÓN DE MODELOS HIDRÁULICOS DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO
NS-166	CRITERIOS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLES (SUDS)
NS-189	CRITERIOS DE SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA PARA ALCANTARILLADO
NS-174	CRITERIOS DE DISEÑO PARA LA MICROTUNELACIÓN E HINCADO DE TUBERÍA EN REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO (MICROTUNNELING AND PIPE JACKING)

Fuente: SISTEC EAAB

5.4 Diseño de redes menores de acueducto

Los diseños de las redes menores de acueducto, se desarrollarán y presentarán aplicando las siguientes normas:

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Tabla 3. Normas Diseño de Redes Menores de Acueducto – EAAB.

CODIGO	TITULO
NS-009	INSTALACION DE ACOMETIDAS DE ACUEDUCTO, DIÁMETROS ENTRE DN 25 (1") Y DN 150 (6")
NS-023	EMPATES DE TUBERÍAS EN REDES DE ACUEDUCTO
NS-024	INSTALACIÓN DE ACOMETIDAS DOMICILIARIAS DE ACUEDUCTO DIÁMETROS 1/2" Y 3/4"
NS-036	CRITERIOS PARA DISEÑO DE RED DE ACUEDUCTO SECUNDARIA Y MENOR DE DISTRIBUCIÓN
NS-052	DISEÑO DE ESTACIONES REDUCTORAS DE PRESIÓN PARA LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ACUEDUCTO
NS-077	CAJAS PARA ACCESORIOS DE ACUEDUCTO
NS-084	CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE VÁLVULAS

Fuente: SISTEC EAAB

5.5 **Diseño de redes matrices de acueducto**

El caso que el Proyecto afecte y/o interfiera con las aplique Con el fin de desarrollar los diseños de redes matrices de acueducto, se seguirán las indicaciones y requerimientos de las siguientes normas.

Tabla 4. Normas Diseño de Redes Matrices de Acueducto – EAAB.

CODIGO	TITULO
NS-011	EJECUCIÓN DE LAS LABORES DE SUSPENSIÓN DEL SERVICIO Y RESTABLECIDA EN REDES MATRICES
NS-021	CONDICIONES TÉCNICAS PARA INTERVENCIONES SOBRE LA RED MATRIZ
NS-028	PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE SISTEMAS DE ACUEDUCTO
NS-033	CRITERIOS PARA DISEÑO DE RED MATRIZ
NS-034	CRITERIOS PARA DISEÑOS DE CONDUCCIONES Y LÍNEAS EXPRESAS
NS-077	CAJAS PARA ACCESORIOS DE ACUEDUCTO
NS-084	CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE VÁLVULAS

Fuente: SISTEC EAAB

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

5.6 *Diseño de redes de alcantarillado sanitario y pluvial*

Las normas que apliquen, para la elaboración y presentación de los diseños de las redes de alcantarillado sanitario y pluvial se listan a continuación:

Tabla 5. Normas Diseño de Redes de alcantarillado sanitario y pluvial – EAAB.

CODIGO	TITULO
NS-029	POZOS DE INSPECCIÓN
NS-047	SUMIDEROS
NS-054	PRESENTACIÓN DE DISEÑOS DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO
NS-057	CUNETAS Y CANALETAS DE DRENAJE SUPERFICIAL
NS-061	ASPECTOS TÉCNICOS PARA LA REHABILITACIÓN DE REDES Y ESTRUCTURAS DE ALCANTARILLADO
NS-068	CONEXIONES DOMICILIARIAS DOMÉSTICAS Y NO DOMÉSTICAS
NS-074	REQUISITOS MÍNIMOS PARA CAJAS DE INSPECCIÓN EXTERNA PARA AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS
NS-085	CRITERIOS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO
NS-142	ESQUEMAS TÍPICOS DE CABEZALES ENTREGA A CANALES EN REDES DE ALCANTARILLADO

Fuente: SISTEC EAAB

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

6. METODOLOGÍA DISEÑO REDES HIDROSANITARIAS Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO DE ESTACIONES

La metodología que se propone para la elaboración de los diseños de las redes hidrosanitarias de las estaciones se presenta a continuación:

6.1 *Etapa de recolección de información*

En la FASE 1 de los estudios, se adelantó la recopilación y análisis de la información secundaria de los proyectos e información disponible de la zona de estudio. En esencia, la información recopilada de las estaciones corresponde a:

- Estudios y documentos previos mediante el contrato interadministrativo de Consultoría No. 2012-1531, (CN2012-0186 para el Metro) de noviembre de 2012, suscrito entre la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá y la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Ltda.

6.2 *Diseño de redes internas de suministro de agua*

En el desarrollo de los diseños de redes internas de suministro de agua potable se contemplarán y seguirán las indicaciones y recomendaciones dadas en la Norma Técnica Colombiana NTC 1500 Código Colombiano de Fontanería y atendiendo las consideraciones del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2017, así mismo, se evaluarán las alternativas para cumplir con los requerimientos del acuerdo distrital 418 de 2019 con la intención de disminuir el consumo de agua potable mediante utilización de aparatos sanitarios y griferías de bajo consumo de acuerdo con la NTC 920-1 adicionalmente se evaluarán las alternativas propuestas en los diseños de factibilidad para la reutilización de aguas sin generar costos adicionales generados por obras que no tengan el suficiente aporte a la reducción de consumo de agua potable.

El diseño de redes y volúmenes de almacenamiento y equipos de presión tendrán la capacidad de suministrar a todos los equipos con las presiones y caudales requeridos por las griferías seleccionadas y con una capacidad de reserva de dos días de almacenamiento, los equipos serán con variador de velocidad para generar una reducción del consumo energético en la operación de las bombas.

El tanque de almacenamiento de agua potable se dimensionará teniendo en cuenta la ocupación de cada área y la dotación indicada en el RAS 2017, todo se calculará para una reserva de dos días; el equipo de presión se calculará para abastecer la demanda en horas pico del sistema teniendo en cuenta las unidades, los consumos y la simultaneidad indicados en la NTC 1500; el dimensionamiento de las redes se basará en los criterios de caudal anteriormente explicados y no sobrepasará la velocidad de 2.0 m/s en cada uno de

los tramos, se instalarán válvulas de corte para sectorizar por zonas y permitir cierres parciales en caso de reparaciones o modificaciones.

En caso de reutilizar las aguas lluvias se instalarán tanques de reserva y equipos de presión completamente independientes y se llevarán mediante redes también independientes hasta los aparatos sanitarios que utilicen aguas lluvias; en épocas de baja intensidad de lluvia el tanque contará con un llenado desde la tubería de agua potable para su llenado y suministro a todos los aparatos sanitarios del proyecto.

El cálculo hidráulico del sistema de suministro se efectuará con la ecuación de HAZEN WILLIAMS, dada por la expresión:

$$h = \frac{V^{1,852}}{(0,3547 * C)^{1,852} * D^{1,167}}$$

- h: Perdidas por fricción (m/m)
V: Velocidad (m/s)
D: Diámetro nominal (m)
C: Coeficiente de rugosidad (C=145 para tubería de PVC)

Para el cálculo de presión en los extremos se utiliza la ecuación de "BERNOULLI"

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + h_{1-2}$$

$$h_f = h * L_{1-2}$$

L 1-2 = Longitud tubería + Longitud equivalente accesorios.

6.3 *Diseño de redes internas de aguas residuales*

En el desarrollo de los diseños de redes internas de aguas residuales se contemplarán y seguirán las indicaciones y recomendaciones dadas en la Norma Técnica Colombiana NTC 1500 Código Colombiano de Fontanería y atendiendo las consideraciones del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2017.

Las descargas se realizarán directamente hacia las cajas exteriores y empates a las conexiones domiciliarias y redes públicas de alcantarillado sanitario de la ciudad, en caso de tener aportes de aguas residuales no domésticas se realizará el respectivo tratamiento primario para cumplir con los requisitos de la resolución 631 de 2015.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Las redes de desagües sanitarios contarán con ventilaciones mediante tubería hacia el exterior y mediante válvulas de admisión de aire, en el diseño final se indicará el sistema en cada una de las zonas atendidas.

6.4 *Diseño de redes internas de aguas lluvias*

En el desarrollo de los diseños de redes internas de aguas lluvias se contemplarán y seguirán las indicaciones y recomendaciones dadas en la Norma Técnica Colombiana NTC 1500 Código Colombiano de Fontanería y atendiendo las consideraciones del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2017, así mismo, se evaluarán las alternativas para cumplir con los requerimientos del acuerdo distrital 418 de 2019, con el fin de disminuir el volumen de aporte de aguas lluvias al sistema de alcantarillado pluvial público de la ciudad, se evaluarán las alternativas para reducir estos volúmenes de aporte mediante tanques de amortiguación o tanques para reutilización de aguas lluvias en caso de tener consumos importantes en aparatos sanitarios.

La finalidad de estas alternativas será adoptar la que reduzca en mayor porcentaje el volumen de aguas lluvias, como mínimo se espera en lo posible no aumentar el aporte generado en la condición actual de cada una de las áreas en donde se implantaran las estaciones.

El cálculo de las tuberías de alcantarillado se efectuará para flujo es uniforme con la fórmula de Manning.

$$v = \left(\frac{1}{n}\right)R^{\frac{2}{3}}S^{\frac{1}{2}}$$

En donde:

- V: Velocidad media en m/s.
- n: Coeficiente de rugosidad de Manning.
- R: Radio Hidráulico en metros.
- S: Pendiente del conducto en m/m.

El flujo libre y uniforme en los colectores deberá ser estable, para lo cual el número de Froude es menor de 0,90 ó mayor de 1,10.

$$F = \frac{V}{\sqrt{g \times D}}$$

Donde:

- F: Número de Froude, adimensional.
- V: velocidad media del flujo en m/s.
- g: Aceleración de la gravedad = 9,81 m /s².

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

- D: Profundidad hidráulica, igual al área del agua, medida normalmente a la dirección del flujo, dividida por el ancho de la superficie libre tomada en metros.

De acuerdo con las características genéricas de forma y material de los conductos, se utilizará un coeficiente de rugosidad de 0.010 para los colectores en PVC.

6.5 Diseño de redes de extinción de incendio

Para el diseño de los sistemas de extinción de incendio se tomara como base principal las indicaciones dadas en el Título J Requisitos de Protección Contra Incendio en Edificaciones del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, en donde se indicaran los sistemas que se deben utilizar en cada una de las estaciones, por sus condiciones de área, salidas de evacuación y materialidad entre otras, con estas condiciones se determinara la utilización de sistemas manuales o automáticos, conexiones para bomberos, rociadores automáticos, u otro tipo de sistema aprobado.

Seleccionado el tipo de sistema a implementar el diseño se basará en las indicaciones de las Normas Técnicas Colombianas NTC 2301 Norma para la instalación de sistemas de rociadores y NTC 1669 Norma para la instalación de conexiones de mangueras contra incendio.

En caso que sean requeridos sistemas automáticos se diseñarán tanques de reserva con la capacidad de almacenamiento y tiempo según las recomendaciones de cada uno de los sistemas, así mismo, se diseñarán equipos de bombeo para garantizar las presiones y caudales requeridos en los sistemas automáticos.

6.6 Productos para entregar

Los diseños de las redes hidrosanitarias de las estaciones y protección contra incendios se entregarán en un informe el cual tendrá como mínimo la siguiente información:

- Informe con memorias de cálculo tramo a tramo de la ruta crítica, cálculo del equipo de presión, acometida, medidores.
- Planos de diseño detallados de redes hidráulicas internas (suministro, desagüe) y red de protección contra incendio de cada una de las estaciones, con el diseño de la acometida y domiciliaria.
- Los planos de las redes internas se presentarán para cada tipo de red, en planos de planta, perfil, isométrico, detalles de equipos de bombeo, conexiones de aparatos, detalles de tanques, cuarto de bombeo y demás detalles y presentaciones necesarias de acuerdo al tipo de red.
- Detalles de instalación de válvulas, arranque de verticales, medidores, tanques, bombas.
- Especificaciones generales por ítems.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

- Especificaciones de materiales.
- Especificaciones de equipos.
- Cantidades de obra.

7. METODOLOGÍA DISEÑO REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

7.1 *Recopilación de información*

En la FASE 1 de los estudios, se adelantó la recopilación y análisis de la información secundaria de los proyectos e información disponible de la zona de estudio. En esencia, la información recopilada de las estaciones corresponde a:

- Estudios y documentos previos mediante el contrato interadministrativo de Consultoría No. 2012-1531, (CN2012-0186 para el Metro) de noviembre de 2012, suscrito entre la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá y la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Ltda.
- Información de los datos técnicos del proyecto suministrados por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.

La investigación de las redes de acueducto y alcantarillado existentes son un insumo fundamental, esta investigación debe contener toda la información necesaria para la caracterización de la infraestructura de servicios públicos dentro de la totalidad del área de influencia del proyecto tanto en zona de calzada como de espacio público concerniente al corredor del Sistema de Cable, la ubicación de sus pilonas y estaciones para lo cual se deberá tener en cuenta todas las actividades y trabajos que se requieran para el desarrollo integral del proyecto, con el fin de evitar daños en las redes existentes.

La recolección de información se refiere a la consecución de la información requerida para contextualizar los estudios y establecer parámetros de diseños y/o requerimientos específicos de las demás áreas del estudio, para ello se realizarán actividades de consulta de información en las siguientes entidades:

- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. EAAB
- IDU
- Alcaldía Local
- Secretaria Distrital de Planeación.

Toda la información referente a proyectos, obras ejecutadas, planos de diseño, planos récord, esquinas, o cualquier otro tipo de información que facilite la localización en terreno de los diferentes elementos que conforman las redes de acueducto y alcantarillado, será solicitada a la EAAB-ESP.

Luego de la recopilación de la información se debe establecer unos mecanismos de control para su organización dentro de una base de datos organizada por Entidades y tipo de

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Supering Colombia S.A.S.</p>
---	--	---

información recopilada.

7.2 *Trabajos de campo*

Con base en la información cartográfica recopilada en la EAAB-ESP, los planos preliminares de las redes de alcantarillado, se procederá a programar las actividades de inspección de pozos de alcantarillado. La información de la inspección de los pozos de alcantarillado se consignará en el formato del Anexo 1 y posteriormente, estos datos se confrontarán con la información disponible en la EAAB-ESP para producir los planos de catastro de redes.

La investigación de las redes de acueducto y alcantarillado se llevará a cabo de la siguiente forma:

- Redes de Acueducto.
 - Consulta en la página WEB de la EAAB de los planos de redes existentes de acueducto y en el sistema de información geográfica de la EAAB (SIGUE).
 - Elaboración de planos preliminares de las redes de acueducto para verificación en campo.
 - Recorrido de la zona de estudio identificando la infraestructura existente de acueducto como; válvulas, medidores, hidrantes, cajas. Etc.
- Redes de Alcantarillado.
 - Recorrido del sitio de estudio identificando la infraestructura existente de alcantarillado y tipología de las estructuras de drenaje como sumideros, cajas y pozos de inspección, etc.
 - Elaboración de planos preliminares de las redes de alcantarillado con ayuda de la información secundaria.
 - Levantamiento e investigación de los pozos de inspección y llenado del formato propuesto.
 - Investigación de redes de alcantarillado mediante CCTV. Se presentará para aprobación de la Interventoría, los tramos de alcantarillado que por necesidades del proyecto requieran ser investigados mediante CCTV.

7.3 *Elaboración de planos de catastro*

La elaboración de los planos de redes existentes de acueducto se efectuará a partir de la información recolectada de campo, la información tomada en el levantamiento topográfico y las verificaciones que resulten de las visitas a campo. Los planos deben contener toda

 <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Supering Colombia S.A.S.</p>
---	--	---

la información correspondiente a longitud, diámetro y material de todas las tuberías construidas, y accesorios visibles, aplicando las respectivas convenciones de la EAAB-ESP para la presentación de dichos planos.

En redes de alcantarillado se debe tener toda la información correspondiente a longitud, diámetro, pendiente, cotas rasantes y cotas claves de todas las tuberías, así como el trazado y el sentido de flujo de las tuberías.

Adicionalmente, se deben indicar todas las notas aclaratorias que sean necesarias para destacar alguna situación particular encontrada en terreno durante la investigación de campo o para referenciar alguna información utilizada como base de la investigación. Se utilizarán las convenciones de la EAAB-ESP para la presentación de dichos planos; logrando así, la presentación de las redes, tal y como aparecen construidas en terreno.

Como resultado deben prepararse los planos de redes existentes de alcantarillado, utilizando dicha información obtenida. Estos documentos deben contener toda la información correspondiente a longitud, diámetro y pendiente de todas las tuberías construidas, cotas rasantes y claves de todas las tuberías, así como el trazado y ubicación de estas, con su sentido de flujo completamente definido. Complementados con todas las notas aclaratorias que sean necesarias para destacar alguna situación particular encontrada en terreno durante la investigación de campo o para referenciar alguna información utilizada como base de la investigación. Se utilizarán las convenciones de la EAAB para la presentación de dichos planos.

Finalmente, y como resultado de las dos etapas anteriores, toda la información recolectada debe ser plasmada en unos planos de redes existentes, que garanticen tener las redes como aparecen en terreno.

7.4 Diseño de detalle

7.4.1 Diseño de redes

Para el diseño de las redes de alcantarillado y acueducto es indispensable contar con el catastro de redes, levantamiento topográfico, diseño geométrico y diseño urbanístico del perímetro de intervención del proyecto, también es importante contar con la información básica de redes secas para evitar interferencias con las redes de acueducto y alcantarillado.

Por lo tanto, también es de suma importancia:

- Tener contacto con todos los especialistas del proyecto.
- Tener actualizada la información de todas las especialidades para evitar reprocesos.
- Realizar mesas de trabajo periódicas para socializar el estado del proyecto y los aspectos más relevantes del mismo.
- Recibir de forma oportuna los avances de las otras especialidades.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Las labores anteriormente nombradas estarán en cabeza de la dirección del proyecto, de ser necesaria alguna mesa de trabajo imprevista se deberá informar a la dirección del proyecto quienes realizan las acciones pertinentes para esta.

Para la evaluación y análisis de las redes existentes, inicialmente se basa en el estado y material, estos deben ser consecuentes con la normatividad vigente de la EAAB y los parámetros de diseño de los nuevos colectores sanitarios y pluviales que se propongan; por tanto, con los caudales de diseño y la geometría de los colectores obtenidos del catastro, se realizará la modelación de las redes mediante hoja de cálculo o programas especializado, los cuales permitirán evaluar el funcionamiento hidráulico de las redes.

7.4.2 Criterios de diseño Alcantarillado

Los criterios de diseño a cumplir son los especificados en las normas de diseño del Acueducto de Bogotá.

7.4.2.1 Diseño de alcantarillado sanitario

- *Cálculo de caudales*

La estimación de caudales de diseño sanitario para colectores se tomará de acuerdo con el estrato socioeconómico, la densidad poblacional y el número de usuarios de acuerdo a las normas del Acueducto de Bogotá.

Se aclara que para determinar el caudal con el cual se debe evaluar o dimensionar un conducto, debe considerar el área de drenaje tributaria acumulada incluyendo el área propia del tramo. En el dimensionamiento se debe tener en cuenta que la relación entre el caudal de diseño y el caudal a tubo lleno debe ser igual o menor a uno.

- *Coefficiente de rugosidad*

Según lo establecido por las Normas de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) se tomarán los coeficientes de acuerdo con el tipo de material y tipo de colector a utilizar de la siguiente manera:

- n = 0.010 Para colectores proyectados en PVC o GRP
- n = 0.013 Para colectores de concreto o de gres existentes o proyectados.
- n = 0.015 Para colectores tipo Box Culvert en concreto existentes o proyectados

7.4.2.2 Diseño de alcantarillado pluvial

El diseño de alcantarillado pluvial se realizará de acuerdo con la Normatividad vigente de la EAAB.

- *Cálculo de caudales*

Para el cálculo de los caudales de aguas lluvias se empleará la fórmula racional, cuya expresión es:

$$Q = C * I * A$$

Donde:

- Q = Caudal (lps).
- C = Coeficiente de escorrentía.
- I = Intensidad de la lluvia(lps/ha).
- A = Área tributaria (ha).

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá con el oficio 3050001-S-2021-107678 de abril 16 de 2021, suministró los coeficientes de las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia de los sectores referidos en la tabla 6:

Tabla 6. Curvas Intensidad – Duración - frecuencia

	1. Est. 20 de Julio	2. Est. La Victoria	3. Est. Altamira 1	4. Est. Altamira 2	5. Est. Juan Rey - 2
Coeficiente c:	2426.1202	2876.7048	3126.4441	3022.3104	4201.8378
Coeficiente e:	1.0215	1.0521	1.0673	1.0560	1.1490
Coeficiente f:	31.9001	41.8278	46.0629	43.8012	68.4975
Coeficiente m:	0.1885	0.1999	0.2042	0.2041	0.2220
	6. Pilas	7. Pilas	8. Pilas	9. Pilas	10. Pilas
Coeficiente c:	2550.1179	2699.7940	3142.3584	3126.4441	3642.8546
Coeficiente e:	1.0296	1.0397	1.0706	1.0673	1.1077
Coeficiente f:	34.7090	38.0146	46.7820	46.0629	57.1602
Coeficiente m:	0.1919	0.1958	0.2043	0.2042	0.2137

Fuente: Oficio 3050001-S-2021-107678 EAAB-ESP.

El cálculo de la intensidad del aguacero de diseño se efectúa con la expresión:

$$I = \frac{cT^m}{D^e + F}$$

Donde:

- I = Intensidad en milímetros por hora.
- d = Duración de la Lluvia en minutos.
- T= Período de retorno.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

c, m, e, F= Coeficientes de la curva IDF.

7.4.3 Diseño de acueducto

Una vez procesada la información de campo y definidas las redes de acueducto existentes, se adelantará en base a las alternativas de solución de interferencias seleccionadas y las condiciones geométricas y urbanísticas definidas para el proyecto y teniendo en cuenta lo especificado en los Datos Técnicos emitidos por la EAAB para los diseños de las redes menores.

Como parte de los diseños, se evaluará e incluirá en el proyecto la nivelación de todos los elementos de la infraestructura de acueducto al nivel final de acabado del espacio público; accesorios como tapas de válvulas, hidrantes, cajas de redes matrices, medidores y demás accesorios visibles.

7.4.4 Productos para entregar

Los diseños de las redes externas de acueducto y alcantarillado se presentarán en informe con la siguiente información como mínimo:

- Informe de inspección de redes con el resultado de la investigación de redes de acueducto y alcantarillado, los soportes de la inspección del alcantarillado (formatos de inspección de pozo, fotografía, videos, etc) y planos de catastro de las redes inspeccionadas.
- Informe de diseño definitivo de redes hidrosanitarias, el cual incluirá:
 - Memoria descriptiva del proyecto, criterios de diseño hidráulico, memorias de cálculo.
 - Informe de geotecnia para redes, con el cálculo de la cimentación de las tubería y estructuras que sean necesarias.
 - Planos de diseño detallados de las redes externas de acueducto y alcantarillado.
 - Los planos de las redes externas de alcantarillado se presentarán en planta, perfil, áreas de drenaje, planos de cotas de pavimento, diseño de cimentación de las tuberías, planos de diseño de SUDS (si aplica).
 - Los planos de las redes externas de acueducto se presentarán en planta, diseño de cimentación de las tuberías, detalles de interferencias y/o protecciones de redes.
 - Especificaciones generales por ítems.
 - Especificaciones de materiales.
 - Cantidades de obra.
- Informe y memorias de cálculo, incluyendo información secundaria recolectada.
- Planos de Planta general de tuberías de acueducto.
- Planos planta perfil de desvío de redes matrices (si aplica)
- Plano de detalles

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

8. METODOLOGÍA DISEÑO SUDS

A continuación, se presenta la metodología para desarrollar el diseño de los “Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible – SUDS”:

8.1 Tipología SUDS

La norma técnica de diseño NS-166 de la EAAB-ESP, acepta la implementación de las siguientes tipologías de sistemas urbanos de drenaje sostenible - SUDS:

- (1) cunetas verdes,
- (2) cuenca seca de drenaje extendido,
- (3) alcorques inundables,
- (4) zonas de bio-retención,
- (5) tanques de almacenamiento,
- (6) pavimentos permeables y
- (7) zanjas de infiltración.

De las anteriores tipologías y con los diseños de urbanismo y paisajismo que se desarrollen para las estaciones en el presente contrato, se seleccionará la tipología de SUDS que por sus características sea la mejor opción para proponer en el proyecto.

8.2 Metodología de diseño

Para el cálculo se seguirá el método propuesto en la norma NS-166 de la EAAB-ESP para el diseño hidrológico y el dimensionamiento de SUDS.

- Diseño hidrológico: El diseño hidrológico de SUDS se puede desarrollar por las siguientes metodologías:
 - Calcular el caudal base para un período de retorno (Q_b). Con este método se busca reducir el caudal pico a través del almacenamiento temporal.
 - Determinar el volumen de tratamiento (V_c). Esta metodología busca reducir el volumen de escorrentía y cargas contaminantes, encausando el agua hacia estructuras hidráulicas que retardan la llegada del agua lluvia al sistema de alcantarillado y adicional eliminan material particulado.

El diseño de SUDS por el método de caudal base incluye la tipología de cunetas verdes y en el segundo método, se incluyen las tipologías de alcorques inundables, cuenca seca de drenaje extendido, pavimentos permeables, zanjas de infiltración y zonas de bio retención.

- Para el primer método, el cálculo del caudal (Q_b) se realiza con base en la norma EAAB-ESP NS-085. Criterios de Diseño de sistemas de alcantarillado. En esta norma, el cálculo del volumen de tratamiento se realiza con el método racional dado por la expresión:

$$Q_b = C * I_b * A$$

Donde:

Q_b = Caudal para un período de retorno b (lps).

C = Coeficiente de escorrentía. En el proyecto, se adoptarán los coeficientes de escorrentía referidos en la norma NS-085, Cuadro No.1. Coeficientes de escorrentía (C).

A = Area tributaria (ha). Sobre planos topográficos, se delimitará y medirá el área de drenaje que aporta escorrentía superficial a cada una de las estructuras tipo SUDS y/o sumideros.

I_b = Intensidad de la lluvia (lps/ha). La Empresa de Acueducto de Bogotá con el oficio 3050001-S-2021-107678 de abril 16 de 2021 suministró los coeficientes de las curvas I-D-F presentados en la tabla 6, numeral 7.4.2.2.

- En el método del volumen de tratamiento, es necesario establecer el volumen de calidad (V_c), el cual constituye el volumen óptimo de escorrentía a tratar en la tipología. El volumen de calidad (V_c) se calcula con la siguiente expresión:

$$V_c = 10 * \alpha * C * h_{wqcv} * A$$

En donde:

V_c : Volumen de tratamiento (m³).

A : Area de drenaje (Ha).

h_{wqcv} : Profundidad de lámina de agua para el volumen de tratamiento (mm).

α , C : Coeficientes dependientes del tiempo de drenaje y de la tipología particular.

- En sectores de Bogotá, en donde los estudios hidrológicos han determinado el valor de la profundidad de la lámina de lluvia (h_p), el volumen se estima a partir de las áreas tributarias (A_d), los coeficientes de escorrentía (C), y la profundidad de la lámina de lluvia (h_p) propia del sitio a intervenir, empleando la siguiente expresión:

$$V_c = \alpha * C * h_p * A$$

En donde:

V_c : Volumen de tratamiento (m³).

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

A: Área de drenaje (Ha). Sobre planos topográficos, se delimitará y medirá el área de drenaje que aporta escorrentía superficial a cada una de las estructuras tipo SUDS y/o sumideros.

C: Coeficiente de escorrentía, se adoptarán los coeficientes de escorrentía referidos en la norma NS-085, Cuadro No.1. Coeficientes de escorrentía (C).

A: Coeficiente dependiente del tiempo de drenaje y de la tipología particular.

hp: Profundidad de lluvia (m). Para el proyecto, se tienen

Profundidad de la lluvia (hp): En el estudio “*Investigación de las tipologías y/o tecnologías de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenibles (SUDS) que más se adapten a las condiciones de la ciudad de Bogotá D.C., Producto 3 – Guía técnica de diseño y Construcción de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenibles (SUDS)*” del Centro de Investigación en Ingeniería Ambiental CIIA, en el numeral 4.1.4 (Capítulo 4) se presentan los valores de la profundidad de lluvia (hp) estimados para las estaciones con registros de lluvia diaria para la ciudad de Bogotá. En la tabla 7 se presentan los valores estimados para las estaciones operadas por la EAAB-ESP: Juan Rey y el Delirio.

Tabla 7. Valores de profundidad de lluvia (hp) Estaciones pluviométricas operadas por la EAAB-ESP

ESTACIÓN	Tipo	Código	COORDENADAS			Hp (mm)
			Este	Norte	Elevación (msnm)	
Juan Rey	Pluviográfica	20204 - P081	991780	999260	2985	17.4
El Delirio	Pluviográfica	20013 - P035	994730	1002120	3000	22.3

Fuente: *Guía técnica de diseño y Construcción de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenibles -SUDS.*

El dimensionamiento de cada tipología de SUDS depende de parámetros propios de cada una de ellas. Por ejemplo:

- En los alcorques, el dimensionamiento de la estructura depende de la profundidad del sustrato (dm), tiempo de vaciado del filtro (Td), la permeabilidad (k) y la porosidad efectiva (nm) según el sustrato utilizado en la tipología. Con base en los parámetros de área superficial de la parte superior del sustrato (Asm), el área superficial de la parte más baja del área de encharcamiento (As) y el área superficial a la máxima profundidad de encharcamiento (Af), se calcula el volumen de encharcamiento (Ven) con la expresión:

$$Ven = \frac{Af+As}{2} * d + Vpt$$

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Donde V_{en} = Volumen de encharcamiento (m^3), A_f = Área superficial a la máxima profundidad de encharcamiento (m^2), A_s = Área superficial de la parte más baja del área de encharcamiento (m^2), d = Profundidad máxima de diseño (m) y V_{pt} = Volumen almacenado en prácticas de pretratamiento (m^3).

El volumen de encharcamiento se requiere en los casos donde la intensidad de los eventos de precipitación es alta y se calcula con el objetivo de garantizar suficiente volumen de almacenamiento. Este valor se calcula con la siguiente ecuación:

En la norma NS-166, se recomiendan los siguientes criterios de diseño para el predimensionamiento de esta tipología por el método de Delaware:

- Profundidad del sustrato (d_m): Mínimo $H=0.60$ m.
 - Tiempo de vaciado del filtro (T_d): Máximo 12 horas.
 - Permeabilidad del sustrato (k): Se recomienda 70 mm/h.
 - Porosidad efectiva (n_m): Se recomienda 40%.
 - Máxima profundidad de encharcamiento: Se recomienda una profundidad entre 0.15 y 0.30 m.
 - Porosidad efectiva de la capa de grava (n_g): Típicamente asumida como 40%.
 - Tasa de infiltración del suelo (f): Valor a tomar según ensayos de infiltración a ejecutar.
- Zonas de bio retención. El diseño de estas tipologías de SUDS se efectúa en tres fases:
 - Primero, el volumen de calidad (V_c) se determina en función del área tributaria, coeficientes de escorrentía y la profundidad de la lámina de lluvia (h_p).
 - Segundo, el dimensionamiento de la estructura se realiza calculando el área mínima de fondo de la estructura (A_{min}) y la profundidad de diseño de la estructura (d). El área mínima de fondo de la estructura se determina con la siguiente expresión:

$$A_{min}f = \frac{2 \cdot V_c}{3 \cdot d}$$

Donde:

A_{min} : Área mínima de fondo de la estructura (m^2).

V_c , volumen de calidad (m^3).

d : Profundidad de diseño (m).

- Tercero, cuando en los diseños se incluya zonas de bio retención con infiltración parcial o sin restricción, en el diseño se debe incluir el sistema de subdrenaje; tuberías perforadas y una estructura de salida.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

En la norma NS-166, se recomiendan los siguientes criterios de diseño del método de Denver para el predimensionamiento de esta tipología:

- ✓ Profundidad de diseño (d): Máxima H=0.30 m.
 - ✓ Pendiente lateral máxima Z:1 (Z): Pendiente lateral mínima 4H:1V.
 - ✓ Profundidad del sustrato (dm): Mínimo H=0.45 m.
 - ✓ Profundidad de la capa de drenaje (dc): Mínimo H=0.33 m.
 - ✓ Distancia de la superficie del estrato de filtración al centro de las tuberías (dct): 0.65 m.
- Cuenca seca de drenaje extendido. En esta tipología de SUDS, el volumen de calidad (Vc) se calcula en función de las áreas tributarias, coeficientes de escorrentía y la profundidad de la lámina de lluvia (hp) del sitio en estudio. Calculado este volumen, se estima el volumen de control de inundaciones (Vi), el cual depende del caudal de diseño estimado para un período de retorno y el nivel de protección que se defina para el proyecto específico. El volumen de calidad se calcula con la expresión:

$$V_c = h_p \sum A_d * C$$

Donde:

Vc: Volumen de diseño.

Hp: Profundidad de lluvia (mm).

Ad: Área tributaria (m²).

C : Coeficiente de escorrentía

En la norma NS-166, se recomiendan los siguientes criterios de diseño para el predimensionamiento de esta tipología por el método de Denver:

- Tiempo de drenaje (Td); Se recomienda 24 h para Vc y máximo 48h para Vi.
 - Relación Largo: ancho supricial (L/W): L/W= 2 para garantizar proceso de sedimentación.
 - Pendiente lateral Z:1 (Z): Z mayor o igual a 3.
 - Pendiente lateral de la berma Zbe:1 (Zbe): Zbe mayor o igual a 3.
 - Profundidad (dmp): Para el adecuado funcionamiento de la estructura se recomienda una profundidad mínima de 0.20 m, un área superficial mínima de 1 m².
 - Tasa de infiltración del suelo (f): Valor a tomar según ensayos de infiltración a ejecutar.
- Cunetas verdes. El caudal de diseño (Qd) se estima con base en la norma NS-085. Criterios de diseño de sistemas de alcantarillado; el caudal (Qd) se estima en función del área de drenaje, coeficiente de escorrentía y la intensidad de la lluvia para un

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

período de retorno. Y la capacidad de esta tipología de SUDS se calcula con la expresión:

$$Q_m = \frac{1}{n} * \frac{(d * Wf + Z * d^2)^{\frac{5}{3}}}{\left(Wf + 2 * d(1 + Z^2)^{\frac{1}{2}}\right)^{\frac{2}{3}}} S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

Qm: Caudal de la estructura (m³/s).

n: Coeficiente de Manning.

d: Profundidad de flujo para un período de retorno.

Wt: ancho de fondo de la cuneta.

Z: pendiente lateral del canal.

S: pendiente de diseño de la cuneta.

En todos los casos, se debe cumplir que el caudal (Qm) sea igual o superior al caudal de diseño (Qd).

En la norma NS-166, se recomiendan los siguientes criterios de diseño para el predimensionamiento de esta tipología por el método de Denver:

- Pendiente lateral del canal Z:1 (Z): No debe ser menor a una relación Horizontal/Vertical de 3:1
 - Velocidad de diseño (Vf) : No debe exceder 0.50 m/seg.
 - Profundidad de flujo (d): No debe ser mayor a 0.30 m.
- Tanques de almacenamiento. En esta tipología de SUDS, se busca almacenar la escorrentía superficial en un tanque, con el fin de conducirlos posteriormente hacia el sistema de alcantarillado y/o hacer uso de este almacenamiento para el riego de jardines, limpieza de parques, etc. El dimensionamiento del tanque está en función del área de drenaje, coeficiente de escorrentía y la intensidad de los aguaceros para un período de retorno. Estimado este volumen teórico, se debe estimar la demanda de agua no potable con el fin de calcular las dimensiones del tanque.

En la norma NS-166. Diseño SUDS, anexo AB, Producto 3 – Guía Técnica de diseño y construcción de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), en el numeral 5.5 Tanques de almacenamiento se describe la Metodología adaptada de “Stormwater Management Manual” para el diseño de tanques de almacenamiento: En la metodología referida se debe conocer la precipitación mensual y asumir que al inicio del período de análisis (el mes más lluvioso del año) el tanque se encuentra vacío. En primer término, se realiza un balance hidrológico con la siguiente expresión:

$$V_r = V_r - 1 + (Esc - Dem) - Q_{ex}$$

En donde:

V_r : Volumen de agua remanente al final del mes(m³).

V_{r-1} : Volumen de agua remanente al final del mes anterior (m³).

Esc: Escorrentía (m³)

Dem: Demanda (m³).

Q_{ex} : descarga de excesos (m³).

El caudal de excesos se determina con la expresión:

$$Q_{ex} = V(r - 1) + Esc - Dem - V$$

En donde:

Q_{ex} : descarga de excesos (m³).

V : Volumen del tanque.

Las expresiones anteriores permiten relacionar el volumen del tanque propuesto para el tanque con una demanda mensual que debe ser suplida. Es necesario llevar a cabo un procedimiento iterativo, donde se estime el volumen remanente al final de cada mes de acuerdo con el volumen del tanque y se verifique que el volumen remanente es siempre mayor a cero.

En los análisis se debe verificar que el volumen del tanque no sea superior al volumen máximo de agua que puede ser recolectada, el cual se determina con la expresión:

$$V_{rmax} = Ecol * (P - Pa) * Ad$$

En donde:

V_{Rmax} : Volumen de recolección máximo (m³).

$Ecol$: Eficiencia de recolección(%).

P : Precipitación (mm).

Pa : Pérdidas por absorción (%).

Ad : Área de drenaje (m²).

- Zanjas de infiltración. Las zanjas de infiltración consisten en una excavación lineal y cuadrangular, que es rellena con material granular y en casos particulares, acoplada con estructuras de drenaje complementarias. El agua es almacenada en los vacíos del material granular, para atenuar el caudal pico y luego infiltrar en el suelo circundante el volumen acumulado a través del fondo de la estructura.

El diseño de estas tipologías de SUDS se efectúa en fases:

- Primero, el volumen de calidad (V_c) se determina en función del área tributaria, coeficientes de escorrentía y la profundidad de la lámina de lluvia (h_p).
- Segundo, se determina el valor de la tasa de infiltración de diseño de la zanja (f_d), el cual es función de la tasa de infiltración del suelo (f) y un factor de seguridad (FS_b):

$$f_d = \frac{f}{FS_b}$$

- Tercero, estimar la profundidad máxima de almacenamiento (d_{\max}), la cual se determina a partir de la selección del valor mínimo entre las profundidades : (1) la profundidad de almacenamiento según condiciones del suelo (D_1), (2) la profundidad máxima requerida por restricciones de la zona (D_2). Estas profundidades se determinan con las siguientes ecuaciones:

$$D_1 = \frac{T_d * \frac{f}{1000}}{F_{bs} * \frac{n_g}{100}}$$

$$D_2: \text{Minino: } \begin{matrix} d_{inf} - (3+dL) \\ d_{ci} - (1.5*dL) \end{matrix}$$

$$d_{\max} = \text{Min} : \begin{matrix} D_1 \\ D_2 \end{matrix}$$

En donde:

D_1 : profundidad de almacenamiento según condiciones del suelo (m).

D_2 : profundidad máxima requerida por restricciones de la zona (m).

f : tasa de infiltración según ensayos de infiltración (mm/h).

n_g : Porosidad del reservorio (%).

T_d : Tiempo de drenaje (h).

(FS_b): Factor de seguridad

D_{inf} : Profundidad desde la base del reservorio hasta el máximo nivel freático histórico (m).

D_{ci} : Profundidad desde la base del reservorio hasta la capa permeable.

d_l . Profundidad de borde libre (m).

d_{\max} : Profundidad máxima de zanja (m).

En la norma NS-166, se recomiendan los siguientes criterios de diseño del método de Riverside para el predimensionamiento de esta tipología:

- Tasa de infiltración: según ensayos de infiltración (mm/h)..
- Factor de seguridad (FS_b): 3.0
- Tiempo de drenaje (T_d): Se recomienda un tiempo máximo de drenaje de 48 horas para el volumen de diseño.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

- Porosidad del reservorio o medio granular (ng): 40%.
- Profundidad máxima de la zanja (dmáx): Profundidad máxima según restricciones analizadas (dmáx = min (D1, D2)), no debe ser mayor a 2.40 m.
- Pavimentos permeables. Los pavimentos permeables consisten en un grupo de sistemas cuyo principal objetivo es reemplazar el pavimento convencional por un tipo de pavimento que permita drenar el agua hacia el subsuelo, de manera que la escorrentía no se acumule en la superficie. Los principales espacios de implementación de este tipo de estructuras son parqueaderos descubiertos, las bahías públicas de estacionamiento y en vías con baja carga peatonal o vehicular.

El volumen de calidad de esta tipología se calcula con la expresión:

$$Vc = hp * Ad * C$$

Donde:

Vc: Volumen de diseño (m3).

hp: Profundidad de lluvia (mm).

Ad: Área tributaria del pavimento (m2).

C : Coeficiente de escorrentía

En la norma NS-166. Diseño SUDS, anexo AB, Producto 3 – Guía Técnica de diseño y construcción de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), en el numeral 5.4 Pavimentos permeables se describe la Metodología adaptada de “Riverside County Flood Control and Water Conservation District” para el diseño de estos pavimentos. En la metodología referida el área superficial requerida se calcula la siguiente expresión:

$$Asm = \frac{Vc}{ncr * dcr}$$

En donde:

Asmin : área superficial mínima requerida (m2).

Vc : Volumen de calidad (m3).

Ncr: Porosidad del reservorio 0.40.

dcr: Profundidad de la capa de reserva (m).

En la norma NS-166, se recomiendan los siguientes criterios de diseño del método de Denver para el predimensionamiento de esta tipología:

- Área del pavimento permeable: Se recomienda mínimo el 5% del área total
- Profundidad del reservorio (dcr): Debe ser mínimo 0.015m.
- Porosidad del reservorio (ncr): Varía entre 0 y 1. Debe ser menor de 0.3 para grava porosa y 0.4 para los demás materiales de la capa de rodadura.

8.3 Restricciones y limitaciones SUDS

De las tipologías de SUDS recomendadas en la norma NS 166, a continuación, se describen el posible uso y las limitaciones para su implementación en el proyecto.

- Cunetas verdes.

“Las cunetas verdes son tipologías de SUDS que transportan la escorrentía local y la descargan al sistema de drenaje convencional o directamente a los cuerpos de agua receptores, así como a otras tipologías de SUDS que conforman un tren de tratamiento. Consisten en depresiones del suelo en forma triangular o trapezoidal que están cubiertas de césped, a través del cual se filtra la escorrentía. Las cunetas se diseñan para un evento con un período de retorno de 3 a 5 años y la longitud mínima recomendada es de 30 m”.
(1).

Los criterios de localización y restricciones de esta tipología se presentan en la siguiente tabla:

CRITERIOS DE LOCALIZACIÓN	Valor
Zona de espacio público (*): Separadores viales, parques lineales.	
Redes alcantarillado pluvial	
Cobertura Vegetal: pastos, Jardinería	
RESTRICCIÓN	
Pendiente longitudinal	>1%<10%
Distancia Nivel freático	> 1.5m
Tasa de infiltración	> 13 mm/h
Distancia a cimientos	> 4 m

(*) El proyecto de Urbanismo del Cable prevé en las zonas de espacio público de las estaciones Intermedia y Retorno, construir plazoletas en adoquín con algunas zonas verdes, por ende, la zona no tiene características topográficas para desarrollar esta tipología de SUDS, como son *“depresiones del suelo en forma triangular o trapezoidal que están cubiertas de césped, a través del cual se filtra la escorrentía”*.

Por otra parte, el proyecto no prevé intervenir separadores viales, ni desarrollar parques o franjas verdes lineales en donde se pueda implementar cunetas verdes con la longitud mínima recomendada 30.0 m. Adicionalmente, en la estación retorno no se cumple con el criterio de pendiente longitudinal máxima (Ver tabla 45, se tienen pendientes superiores al 10%).

- Cuenca seca de drenaje extendido.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

“La CSDE consiste en una superficie permeable que permite el almacenamiento temporal de escorrentía. Su principal objetivo es disminuir el caudal pico y el volumen de agua que entra al sistema de drenaje convencional o a los cuerpos receptores. La cuenca se encuentra limitada por taludes, y cuenta con una estructura de salida en la parte más baja conformada por una salida controlada y una salida para excesos de escorrentía”. (1).

Los criterios de localización y restricciones de esta tipología se presentan en la siguiente tabla:

CRITERIOS DE LOCALIZACIÓN	Valor
Requiere grandes áreas para su implementación (*).	
Redes alcantarillado pluvial	
Cobertura Vegetal: Pastos.	
RESTRICCIÓN	
Pendiente longitudinal	>1%<15%
Distancia Nivel freático	> 3.0m
Tasa de infiltración	> 7 mm/h
Distancia a cimientos	> 6 m

(*) El proyecto de Urbanismo del Cable prevé en las zonas de espacio público de las estaciones Intermedia y Retorno, construir plazoletas en adoquín con algunas zonas verdes, por ende, la zona no tiene características topográficas para desarrollar esta tipología de SUDS; *“La cuenca se encuentra limitada por taludes, y cuenta con una estructura de salida en la parte más baja conformada por una salida controlada y una salida para excesos de escorrentía”.*

- Alcorques inundables.

“Los alcorques inundables se instalan en las aceras y presentan un conjunto de modificaciones que permiten reducir los volúmenes de escorrentía. La implementación de los alcorques puede traer múltiples beneficios como la reducción del volumen de agua superficial, la disminución de nutrientes, el incremento de la amenidad de la zona, la reducción de la erosión del suelo y el control de la concentración de algunos contaminantes presentes en el agua. Los alcorques inundables se deben complementar con estructuras anexas de entrada y salida. Algunas de estas corresponden a: filtros en los sumideros, tubería perforada subterránea, pozo de inspección, entre otras”. (1).

Los criterios de localización y restricciones de esta tipología se presentan en la siguiente tabla:

CRITERIOS DE LOCALIZACIÓN	DE	Valor
Zonas urbanas densas con limitación de espacio (*)		
Redes alcantarillado pluvial		
Cobertura Vegetal: Arboles y Arbustos		
RESTRICCIÓN		
Pendiente longitudinal		< 10%
Distancia Nivel freático		> 1.0m
Tasa de infiltración		> 7 mm/h
Distancia a cimientos		> 2 m

(*) El proyecto de Urbanismo del Cable prevé en las zonas de espacio público de las estaciones Intermedia y Retorno, construir plazoletas en adoquín con algunas zonas verdes, por ende, esta tipología de SUDS es posible desarrollar en la estación Intermedia. En la estación Retorno, en donde la pendiente longitudinal es superior al 10%, no se cumple con este criterio (Ver tabla 45, se tienen pendientes superiores al 10%).

(5) Tanques de almacenamiento. Los tanques de almacenamiento permiten almacenar parte de la escorrentía superficial que se presenta en un evento de lluvia y entregarla en forma controlada al sistema de alcantarillado y/o usar este almacenamiento para regar jardines, plazoletas, etc. El tanque se puede ubicar en superficie o enterrados, dependiendo del uso. Es recomendable hacer uso de un sistema de pretratamiento o de un dispositivo para separar el agua de primer lavado, ya que esta fracción de la escorrentía tiene una mayor carga contaminantes.

Las limitaciones técnicas que presentan esta tipología son:

- ✓ La implementación requiere equipos de bombeo automatizados además de los trabajos técnicos relacionados con su operación y mantenimientos de equipos de automatización y control.
- ✓ Desarrollar sistemas adicionales de pretratamiento, lavado y drenaje de los sedimentos de fondo acumulados.
- ✓ Su eficiencia en cuanto a la remoción de contaminantes está limitada al pretratamiento que se le dé antes del ingreso al tanque.

En consideración, que esta tipología de SUDS requiere de una infraestructura adicional para su implementación y que en el diseño de las redes interiores de las estaciones se hará el rehuso de las aguas lluvias provenientes de las cubiertas de las estaciones (para uso de baños, riego de jardines, etc) esta tipología de SUDS no se desarrollará en la etapa de diseño.

(6) Pavimentos permeables. Esta tipología se recomienda para parqueaderos descubiertos, bahías públicas de estacionamiento y vías con restricción de carga peatonal o vehicular.

Las restricciones de esta tipología se presentan en la siguiente tabla:

RESTRICCIÓN	Valor
Pendiente longitudinal	>0.5%<5%
Distancia Nivel freático	> 3.0m
Tasa de infiltración	> 13 mm/h
Distancia a cimientos	> 6 m

(*) El proyecto de Urbanismo del Cable prevé en las zonas de espacio público de las estaciones Intermedia y Retorno, construir plazoletas en adoquín con algunas zonas verdes, con el proyecto no se intervendrán bahías y/o de parqueaderos. Por otra parte, en las estaciones Intermedia y Retorno se presentan pendientes longitudinales superior al valor máximo recomendado para desarrollar esta tipología.

(7) Zanjas de infiltración. Su uso se recomienda en áreas urbanas angostas, pero de extensión considerable como parques lineales, separadores viales y/o antejardines. Esta tipología no se recomienda para zonas que se encuentren cerca a sitios en construcción, porque puede ocurrir la colmatación temporada de la estructura.

Los criterios de localización y restricciones de esta tipología se presentan en la siguiente tabla:

CRITERIOS DE LOCALIZACIÓN	Valor
Zonas urbanas angostas, pero extensas (*)	
Redes alcantarillado pluvial	
Cobertura Vegetal: Árboles y Arbustos	
RESTRICCIÓN	
Pendiente longitudinal	>1% ; <5%
Distancia Nivel freático	> 3m
Tasa de infiltración	> 7 mm/h
Distancia a cimientos	> 6 m

Esta tipología de SUDS no cumple con varios criterios de restricción; Altura del nivel freático en la estación Retorno (Altura nivel freático 2.0 m), pendiente máxima (Se tienen pendientes medias entre el 9% y 10.40%) y por otra parte, en el proyecto no se tienen “Zonas urbanas angostas, pero extensas” para desarrollar esta tipología de SUDS.

8.4 Criterios de selección SUDS

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Los criterios de selección tipología de SUDS a considerar en la fase de diseño, entre otros se tienen:

- ✓ Topografía del área del proyecto; pendientes longitudinales del sitio.
- ✓ Diseño geométrico.
- ✓ Espacio disponible para su construcción, implementación, operación y mantenimiento.
- ✓ Especies arbóreas y jardinería propuestas en el diseño de paisajismo; las especies deben ser aptas para ser implantadas en los SUDS.
- ✓ Restricciones de cada tipología para su implantación; topografía, distancia al nivel freático, tasa de infiltración, distancia a otras estructuras.
- ✓ Factores hidrológicos, características de drenaje y geotécnicas del lugar (potencial de infiltración del suelo), etc.
- ✓ Distancia promedio a nivel freático, distancia a cimientos.
- ✓ Disponibilidad de redes de alcantarillado pluvial para efectuar el desagüe de las estructuras. Interferencias con redes de servicios públicos.

8.5 Recomendaciones etapa diseño

De acuerdo con el oficio IDU 20212251130191, en las siguientes fases del proyecto se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones y/o comentarios:

- *“El diseño de tipologías de SUDS debe considerar lo establecido en la Resolución conjunta 001 de 2019 de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) y Secretaría Distrital de Planeación (SDP), por medio de la cual se reglamentan los lineamientos y procedimientos para la compensación de zonas verdes. En este sentido, si el diseño incluye esta nueva infraestructura de drenaje, el área superficial construida de tipologías de SUDS puede generar una reducción al área total endurecida por el proyecto, conforme con la metodología de la precitada resolución. Bajo este contexto, el componente de SUDS deberá contar con la No Objeción (o el que haga sus veces) por parte de la EAAB-ESP antes de proceder con la mesa de revisión de diseño paisajístico con la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) y el Jardín Botánico de Bogotá (JBB), en donde se determina el valor final de áreas de compensación en el proyecto.*
- *El diseño de las tipologías de SUDS incluye la siembra de especies vegetales, éstas deben poseer la capacidad de resistir temporadas de saturación prolongada del suelo sin sufrir afectaciones mayores. Se sugiere emplear especies nativas, con el fin de garantizar su fácil adaptación a las condiciones climáticas del área de influencia del proyecto y a su vez conservar la biodiversidad de la zona. Las especies seleccionadas deberán contar con la aprobación de la entidad ambiental correspondiente, y su configuración debe estar sincronizada con el diseño paisajístico del proyecto.*
- *Al finalizar el diseño de las tipologías de SUDS que se propongan en el proyecto se deben generar coberturas georreferenciadas en formato .shape de acuerdo con la*

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Supering Colombia S.A.S.</p>
---	--	---

directriz de la SDA con los siguientes atributos: (a) coordenadas geográficas, (b) nombre de la tipología, (c) volumen de diseño (m³) y (d) área total superficial (m²) de cada una de las tipologías de SUDS diseñadas. Esta información deberá estar totalmente sincronizada con lo indicado en el informe técnico, memorias de cálculo, anexos y planos finales correspondientes.

9. COMPONENTE DE HIDRÁULICA, HIDROLOGÍA Y SOCAVACIÓN.

En el caso que existan cuerpos de agua u otras corrientes de agua, dentro del área de influencia del proyecto, se propone la siguiente metodología para desarrollar los estudios:

- Análisis hidrológico. Se desarrollará con las siguientes actividades:
 - ✓ Recopilación y análisis de información hidrológica que permita caracterizar el régimen de lluvias en la zona de estudio. Esta información se recopilará en entidades como la CAR, EAAB-ESP, IDEAM, IDIGER.
 - ✓ Solicitar a la EAAB-ESP y la SDA, la información relacionada con la ronda hidráulica y ZMPA del cauce en estudio.
 - ✓ Realizar en análisis de lluvias – escorrentía superficial del área aferente al cauce.
 - ✓ Sobre la cartografía disponible, calcular los parámetros morfométricos de la cuenca como; área de drenaje, pendiente media, longitud del cauce, etc.
 - ✓ Calcular los caudales de diseño; dependiendo del tamaño de la cuenca de drenaje, se usará el método racional o del hidrograma unitario para estimar los caudales de diseño para varios períodos de retorno.

- Modelación hidráulica.

Para la modelación hidráulica de las quebradas con posible afectación por el proyecto (Quebrada Colorado, Quebrada la Vidriera, Quebrada Seca, Quebrada Chorro Silverio, Quebrada Zuque, Quebrada Toches, Quebrada Chiguaza), se utilizarán las modelaciones encontradas en los estudios preliminares o en los datos Técnicos emitidos por parte del IDU, con el propósito de tomarlas como referencia y en caso de requerirse actualizarlas. La modelación del cauce se efectuará para caudales estimados para diferentes períodos de retorno.

- Estudio de Socavación.

En el caso que se proyecten estructuras cerca o próximas a cauces naturales, se calculará la socavación general del cauce por el método propuesto de Maza Álvarez, el cual se basa en determinar la condición de equilibrio entre la velocidad media del río y la velocidad media que éste necesita para erosionar un material de diámetro y densidad conocido. La composición de la granulometría del lecho, se realizará mediante tomas de muestras a las cuales se les realizará ensayos de gradación.

 <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Supering Colombia S.A.S.</p>
--	--	--

10. GESTIÓN ANTE LA DITG PARA LA OBTENCIÓN DEL NÚMERO DE PROYECTO

Dentro del proceso de aprobación de los estudios y diseños, se debe gestionar la aprobación de la presentación de los diseños elaborados, por medio de la supervisión de la EAAB-ESP, consolidando la siguiente información:

- 1) Aprobación y visto bueno de interventoría y supervisor de la EAAB-ESP de los diseños hidráulicos del proyecto
- 2) Contratos y pólizas
- 3) Archivos de topografía aprobados
- 4) Anexos de la norma NS-010
- 5) Elaboración de memorias de cálculo
- 6) Lista de planos
- 7) Formatos CAD y SIG
- 8) Metadatos
- 9) Archivo PDF unificado



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
MOVILIDAD
Instituto de Desarrollo Urbano

ANEXO 1. Formato de investigación de pozos de alcantarillado



Fecha: 10/06/2020 Concepto: PHP 69639
 Dirección: Calle BO # 96
 Lavante: Ingeniero Juan Camilo Herrera Galvis
 Pozo Numero: _____
 Cota Nivelante: 1380.61

Tipo Sistema: Aguas Lijas Aguas Residuales Combinado
 Tipo de Pozo: Pozo Cámara Abito

Tapa
 Existe? Si No
 Tipo de Tapa: Ferrocemento Concreto Hierro sin Biagra
 Hierro con biagra Tapa Seguridad Tapa en fibra
 Otro ¿Cuál? _____
 Estado? Bueno Regular Malo
 Diagnóstico: Cambiar Reparar No Requiere

Carga
 Existe? Si No
 Estado? Bueno Regular Malo
 Oritas Partido Hundido
 Diagnóstico: Cambiar Reparar No Requiere

Ceno
 Existe? Si No
 Estado? Bueno Regular Malo
 Oritas Partido Hundido
 Diagnóstico: Cambiar Reparar No Requiere

Cilindro
 Material: Manportela Concreto GRP
 Otro ¿Cuál? _____
 Estado? Bueno Regular Malo
 Oritas Partido Rotos
 Sin Pafeto Otro ¿Cuál? _____
 Diagnóstico: Cambiar Reparar No Requiere

Cámara
 Estado? Bueno Regular Malo
 Sedimentada Desgarada Socavacion
 Diagnóstico: Cambiar Reparar No Requiere

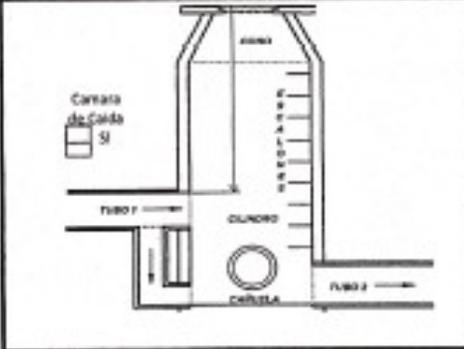
Pasos
 Existe? Si No
 Tipo Pasos: Metálicos Ladrillos Otros
 ¿Cuál? _____
 Estado? Bueno Regular Malo
 Dobtados Faltan Corrosión
 Diagnóstico: Cambiar Reparar No Requiere

Estado Pozo
 Estado? Infiltración Replegado Con basur
 Raíces Fuera de Servicio Llano de tierra

FORMATO DE INSPECCIÓN DE POZOS



Nota: Indique el norte y la dirección del flujo en las conexiones



No	Díámetro (m)	Profun. a clave (m)	Material
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Observaciones: Es necesario desalar la tapa para poder hacer la inspección interna del pozo