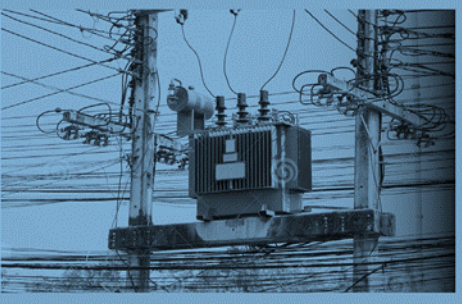












eesalamanca
Ingeniería & Construcción

ACEPTACIÓN DE OFERTA No. 4182.010.26.1.519-2023

REALIZAR UN ESTUDIO CON ALCANCE DE DISEÑO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ALCANTARILLADO EN EL SECTOR LOS TOSE, VEREDA ALTO LOS MANGOS - CORREGIMIENTO LA BUITRERA

PRODUCTO MT 6
DISEÑO HIDROSANITARIO
V01

SERVICIOS / SERVICES
INGENIERÍA Y DISEÑO ENGINEERING & DESIGN
CONSTRUCCIÓN CONSTRUCTION
SUPERVISIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN
CONSTRUCTION MANAGEMENT
MERCADOS / MARKETS
AGUA Y AGUA RESIDUAL WATER & WASTEWATER
EDIFICACIONES Y DESARROLLO URBANO
BUILDINGS AND URBAN DEVELOPMENT
TRANSPORTE TRANSPORTATION
ENERGÍA Y ELECTRICIDAD ENERGY & POWER

CLIENTE: ALCALDIA DE SANTIAGO DE CALI- UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS

ACEPTACIÓN DE OFERTA No. 4182.010.26.1.519-2023

PROYECTO: REALIZAR UN ESTUDIO CON ALCANCE DE DISEÑO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ALCANTARILLADO EN EL SECTOR LOS TOSE, VEREDA ALTO LOS MANGOS - CORREGIMIENTO LA BUITRERA

TITULO DEL DOCUMENTO: PRODUCTO MT 6- DISEÑO HIDROSANITARIO

PREPARADO POR: Ing. EDWARD ENRIQUE SALAMANCA ALVAREZ
Matricula Profesional No. 76237201294VLL

Rev.	Fecha	Preparación	Aprobaciones		Observaciones
			EESA	Cliente	
00	2024-03-04	EESA	EESA	UAESPM	Emitido para revisión de Interventoría
01	2024-03-25	EESA	EESA	UAESPM	Emitido para revisión de Interventoría

DISEÑO E INTERVENTORIA

ELABORADO POR:	INTERVENTORIA:
EESALAMANCA S.A.S.	AGUDELO & GUTIERREZ INGENIERÍA S.A.S
Ing. EDWARD ENRIQUE SALAMANCA ALVAREZ MP# 76237-201294 VLL	Ing. JUAN FELIPE AGUDELO MP# MP# 76236-317603 VLL

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 1

2 INFORMACION BASICA DEL PROYECTO 2

2.1 LOCALIZACIÓN DE LAS OBRAS 2
2.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 2
2.3 ESTUDIOS DE SUELOS Y GEOTECNIA. 3
2.4 AMPLIACIÓN DEL ÁREA DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO SANITARIO 3
2.5 NÚMERO DE USUARIOS 3
2.6 POBLACIÓN 5
2.6.1 ACTUAL 5
2.6.2 PROYECTADA 5
2.6.2.1 Período de diseño 5
2.6.2.2 Tasa de crecimiento 5
2.6.2.3 Población proyectada 6
2.6.2.3.1 Método aritmético 6
2.6.2.3.2 método geométrico 6
2.6.2.3.3 método exponencial 7
2.7 NORMAS DE DISEÑO 10

3 BASES Y CRITERIOS DE DISEÑO 11

3.1 TIPO DE ALCANTARILLADO 11
3.2 CAUDALES DE DISEÑO DE LOS TRAMOS DE ALCANTARILLADO PROYECTADOS 11
3.3 CAUDAL DE DISEÑO POR TRAMO DE ALCANTARILLADO SANITARIO 17
3.4 CRITERIO DE AUTOLIMPIEZA 17
3.5 VELOCIDAD MÁXIMA 17
3.6 RELACIÓN MÁXIMA ENTRE LA PROFUNDIDAD DE FLUJO Y EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA 18
3.7 PENDIENTE MÍNIMA Y PENDIENTE MÁXIMA 18
3.8 PROFUNDIDAD DE INSTALACIÓN 18
3.9 ESTRUCTURAS DE CONEXIÓN 18
3.10 CLASE DE TUBERÍA Y CIMENTACIÓN 19

4 CÁLCULO DE LOS TRAMOS DE ALCANTARILLADO PROYECTADO 20

5 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION 21

6 CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO 22

7 PLANOS DE DETALLE DE CONSTRUCCION 23

1 INTRODUCCIÓN

Para contribuir al cumplimiento de las obligaciones que tiene la ALCALDIA DE CALI y la entidad prestadora del servicio de acueducto y alcantarillado del sector rural (UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP), la ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI por medio de la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP contrató los servicios de EESALAMANCA, con el propósito de REALIZAR UN ESTUDIO CON ALCANCE DE DISEÑO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ALCANTARILLADO EN EL SECTOR LOS TOSE, VEREDA ALTO LOS MANGOS - CORREGIMIENTO LA BUITRERA, en el cual se propone diseñar tramos de alcantarillado faltantes en el sector.

Los productos de la ACEPTACIÓN DE OFERTA No. 4182.010.26.1.519-2023, se indican a continuación:

- PRODUCTO 1- Levantamiento topográfico (ubicación, altimetría, planimetría) con estación de topografía convencional, con información georreferenciada cumpliendo IDESC.
- PRODUCTO 2- Construcción de mojones.
- PRODUCTO 3- Ortofomosaico de área de influencia del proyecto.
- PRODUCTO 4- Levantamiento censo poblacional a beneficiar.
- PRODUCTO 5- Estudio de suelos y geotecnia.
- PRODUCTO 6- Diseño hidrosanitario.
- PRODUCTO 7- Diseño estructural.
- PRODUCTO 8- Plan de Manejo Ambiental.

El presente documento corresponde al Producto 6 o Informe de diseños hidrosanitario de los tramos de alcantarillado sanitario proyectados, que EESALAMANCA pone a consideración de la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP en desarrollo de la ACEPTACIÓN DE OFERTA No. 4182.010.26.1.519-2023, mencionado anteriormente.

2 INFORMACION BASICA DEL PROYECTO

2.1 LOCALIZACIÓN DE LAS OBRAS

Las obras proyectadas están ubicadas en el sector Los Tose, vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera (El Corregimiento de La Buitrera se encuentra ubicado al sur del Municipio de Santiago de Cali en el flanco oriental de la cordillera occidental, en el área de las cuencas de los ríos Lili y Meléndez, tributarios del Río Cauca) del municipio de Santiago de Cali y consisten en la construcción de tres tramos de alcantarillado que se conectan al sistema de alcantarillado existente del sector Los Tose que va hacia PTAR de la vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera. Ver Figura No. 1.

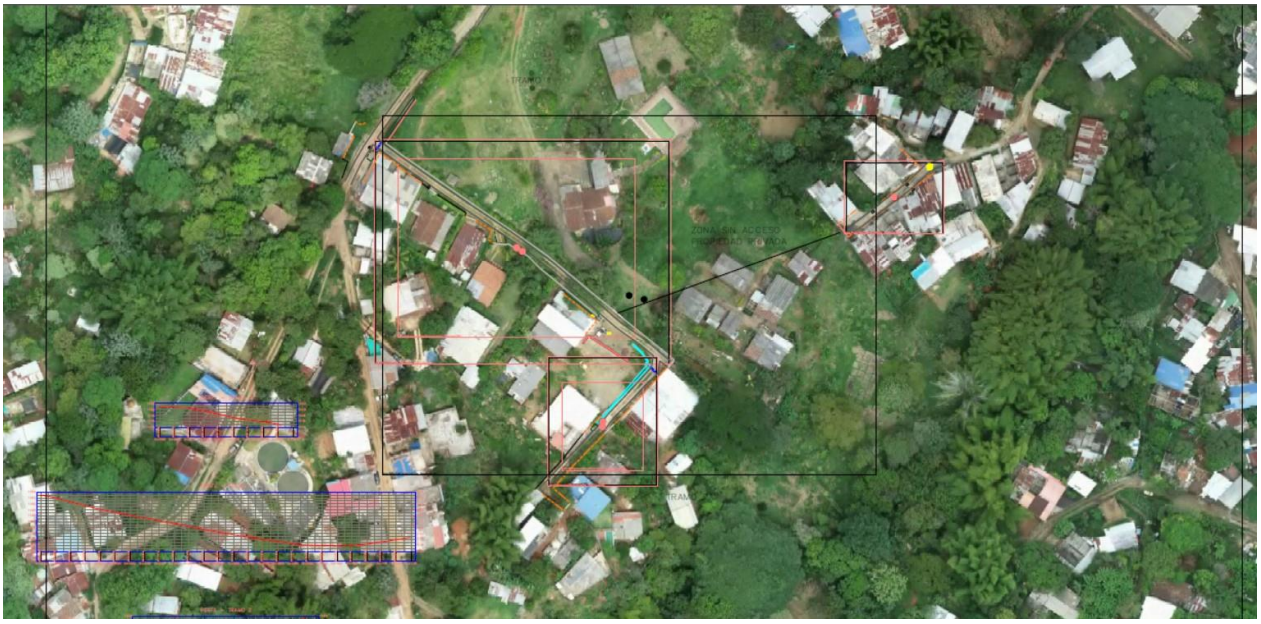


Figura No. 1- Tramos a proyectar en la vereda Los Tose

2.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

En el MT 1- LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO (UBICACIÓN, ALTIMETRÍA, PLANIMETRÍA) CON ESTACIÓN DE TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL, CON INFORMACIÓN GEORREFERENCIADA CUMPLIENDO IDESC, MT 2- INSTALACIÓN DE MOJONES y MT 3- ORTOFOMOSAICO adelantado por el ingeniero topográfico FHRANDOM A. DIAZ M con matrícula profesional No. 76335-431140VLL, durante la elaboración del presente contrato, según el Artículo 3 numeral 4 de la Resolución 0799 del 09 de diciembre de 2021, que modifica el artículo 10 de la Resolución 0330 de 2017, el cual quedo así: "*numeral 4. Estudios fotogramétricos, topográficos y trabajos de campo. Para la formulación de los proyectos deben realizarse estudios topográficos con un nivel de detalle y precisión de acuerdo con el tipo de obra que se proyecte.*

2.3 ESTUDIOS DE SUELOS Y GEOTECNIA.

En el MT 5- ESTUDIO DE SUELOS Y GEOTECNIA adelantado por el ingeniero civil, especialista LUIS FERNANDO MONTOYA GUZMAN con matrícula profesional No. 76202-76700 VLL, durante la elaboración del presente contrato, según el Artículo 3 numeral 4 de la Resolución 0799 del 09 de diciembre de 2021, que modifica el artículo 10 de la Resolución 0330 de 2017, el cual quedo así: "*numeral 3. Geología, geomorfología, suelos y geotecnia. Para la formulación de proyectos en agua y saneamiento básico, es necesario establecer de manera general las características de las principales formaciones geológicas, geomorfológicas y fisiográficas de la región, del paisaje y topografía asociada con la localidad, con el fin de identificar las fallas geológicas activas, zonas de desgarre o de movimientos en masa, que se localicen en al área circundante del proyecto y el grado de sismicidad a que puede estar sometido. Dependiendo del tipo de obra de ingeniería, los estudios de suelos deben contemplar el reconocimiento general del terreno afectado por el proyecto, así como el programa de investigaciones de campo y muestreos del subsuelo necesario para evaluar sus características partiendo de un estudio que incluya como mínimo: clasificación de los suelos, permeabilidad, nivel freático, características físico–mecánicas y características químicas que identifiquen la posible acción corrosiva del subsuelo para elementos metálicos y no metálicos que van a quedar localizados en el subsuelo; estudio geotécnico que determine: capacidad portante, condiciones de amenaza y vulnerabilidad y la estabilidad geotécnica del suelo y de las obras que lo requieran. Las recomendaciones de diseño y construcción de elementos de cimentación, estructuras de contención, protección y drenaje; la geometría y factor de seguridad de taludes. Se debe establecer la necesidad de llevar a cabo estudios más detallados de geología, hidrogeología, y/o suelos, justificando las razones por las cuales se formula dicha recomendación, así como el plan de investigaciones de campo adicionales a desarrollar en la etapa de diseño.*

2.4 AMPLIACIÓN DEL ÁREA DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO SANITARIO

De acuerdo con el levantamiento topográfico realizado en el sector Los Tose, vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera, el área de ampliación de prestación del servicio de alcantarillado es de 0,44 has, mediante una longitud de colector de 306,65 m.

2.5 NÚMERO DE USUARIOS

De acuerdo con el MT 5- CENSO DE POBLACION adelantado por el ingeniero topográfico FHRANDOM A. DIAZ M con matrícula profesional No. 76335-431140VLL, durante la elaboración del presente contrato, el número de usuarios actuales a beneficiar con la ampliación del área de prestación del servicio de alcantarillado en el sector Los Tose, vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera, es de 38 usuarios. Ver Tabla No. 1.

Tabla No. 1- Población actual a intervenir en el sector Los Tose

		COORDENADAS		
Usuario	**Predial**	**Norte**	**Este**	**Numero de personas**
1	Y000206620000	868013,1175	1055480,948	3
2	Y001805560001	868019,5293	1055422,64	2
3	Y001805560001	868016,0511	1055421,246	2
4	Y001805560001	868010,2477	1055430,057	3
5	Y001805560001	868002,5861	1055443,504	5
6	Y001805560001	867990,6384	1055449,006	3
7	Y001805560001	868003,9022	1055406,956	2
8	Y001805560001	867981,5782	1055416,606	3
9	Y001805580001	867974,0223	1055472,804	5
10	Y001805580001	867968,4233	1055469,773	0
11	Y001805580001	867958,7423	1055457,809	2
12	Y001805580001	867943,0875	1055480,405	3
13	Y002002400000	867941,0719	1055497,559	5
14	Y001805580001	867949,1274	1055506,419	3
15	Y001805580001	867945,2699	1055501,989	5
16	Y001805580001	867953,3257	1055510,282	4
17	Y002002400000	867924,3503	1055488,77	4
18	Y002002400000	867912,6802	1055513,74	4
19	Y002002420000	867917,6951	1055479,835	2
20	Y002007500000	867906,0302	1055495,874	2
21	Y001805560001	867890,447	1055481,636	4
22	Y002005650000	867902,8685	1055466,203	4
23	U014000250001	868045,0368	1055587,734	3
24	U014000250001	868040,9102	1055582,572	3
25	U014000250001	868031,2008	1055580,466	4
26	U014000250001	868023,3492	1055572,149	3
27	U014000250001	868026,8564	1055568,833	3
28	U014000250001	868041,046	1055591,172	4
29	U014000250001	868049,7144	1055576,148	3
30	U014000250001	868054,6871	1055569,382	1

Cont. Tabla No. 1.

		COORDENADAS		
Usuario	**Predial**	**Norte**	**Este**	**Numero de personas**
31	U014000250001	868032,7909	1055577,901	8
32	U014000250001	868021,551	1055563,923	4
33	U014000250001	868020,3278	1055559,787	3
34	U014000250001	868009,625	1055603,514	0
35	U014000250001	867996,1312	1055588,115	4
36	U014000250001	868012,8	1055600,022	2
37	U014000250001	868027,405	1055601,45	1
38	U014000250001	868025,9762	1055588,592	3
TOTAL				**119**

Fuente: Censo EESALAMANCA S.A., 2023.

2.6 POBLACIÓN

2.6.1 ACTUAL

De acuerdo con la Tabla No. 1, el número de personas actuales a beneficiar con la ampliación del área de prestación del servicio de alcantarillado en el sector Los Tose, vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera, es de 119 habitantes.

2.6.2 PROYECTADA

2.6.2.1 Período de diseño

El período de diseño es el tiempo para el cual se diseña un sistema o los componentes de éste, en el cual sus capacidades permiten atender la demanda proyectada para este tiempo. En el artículo 40 de la Resolución 0330 de 2017, por la cual se adopta el RAS 2017, el periodo de diseño para todos los componentes de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo y que no es modificado por la Resolución 0799 del 09 de diciembre de 2021 que modifica algunos artículos de la Resolución 0330 de junio de 2017 (RAS 2021), es de 25 años, lo cual significa que el año 2050 (del año 2025 al año 2050), es el límite del Proyecto.

2.6.2.2 Tasa de crecimiento

De acuerdo con el Articulo No.5 de la Resolución de 0844 de 2018 del RAS RURAL, la tasa de crecimiento para comunidades rurales debe ser del 0,50%, para un horizonte de 25 años.

2.6.2.3 Población proyectada

El cálculo o estimación de la población futura a beneficiar con la ampliación del área de prestación del servicio de alcantarillado, en el sector Los Tose, vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera, se efectuó utilizando los modelos geométrico, aritmético y exponencial recomendado en el RAS para el calculo de las proyecciones de poblaciones.

2.6.2.3.1 Método aritmético

Este método supone un crecimiento vegetativo balanceado por la mortalidad y la emigración. Se caracteriza porque la población aumenta a una tasa constante de crecimiento aritmético, es decir que a la población del último censo se le adiciona un número fijo de habitantes para cada periodo en el futuro, es recomendado para poblaciones pequeñas de poco desarrollo o con áreas de crecimiento casi nulas.

La ecuación usada para calcular la población proyectada, es:

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

En donde:

- P_f: Población (habitantes)correspondientes al año para el que se requiera proyectar la población.
- P_{uc}: Población (habitantes) correspondiente al último año censado con información.
- P_{ci}: Población (habitantes) correspondiente al censo inicial con información.
- T_{ci}: Año correspondiente al censo inicial con información.
- T_f: Año al cual se quiere proyectar la información.

2.6.2.3.2 método geométrico

Este método es útil en poblaciones que muestren una importante actividad económica, que genere un apreciable desarrollo y que posean áreas de expansión que puedan ser dotadas con servicios públicos sin mayor inconveniente. El crecimiento es geométrico si el aumento de la población es proporcional al tamaño de la misma. Para la aplicación del método se aplica la siguiente ecuación:

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

En donde,

r: Tasa de crecimiento anual en forma decimal, calculada de la siguiente manera:

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

2.6.2.3.3 método exponencial

La utilización de este método requiere conocer, por lo menos, tres censos para poder determinar el promedio de la tasa de crecimiento de población. Se recomienda su aplicación a poblaciones que muestren un desarrollo apreciable y posean abundantes áreas de expansión. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$P_f = P_{ci} * e^{k*(T_f - T_{ci})}$$

En donde:

k: Tasa de crecimiento de la población la cual se calcula como el promedio de las tasas para cada par de censos, así:

$$k = \frac{LnP_{cp} - LnP_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}}$$

En donde,

- Pcp: población del censo posterior.
- Pca: población del censo anterior.
- Tcp: año correspondiente al censo posterior.
- Tca: año correspondiente al censo anterior.

Resultados de la estimación de población futura

En la Tabla No. 2 y Figura No. 2 se presentan las proyecciones de población, para el horizonte de 25 años del diseño, para los diferentes métodos de proyección evaluados.

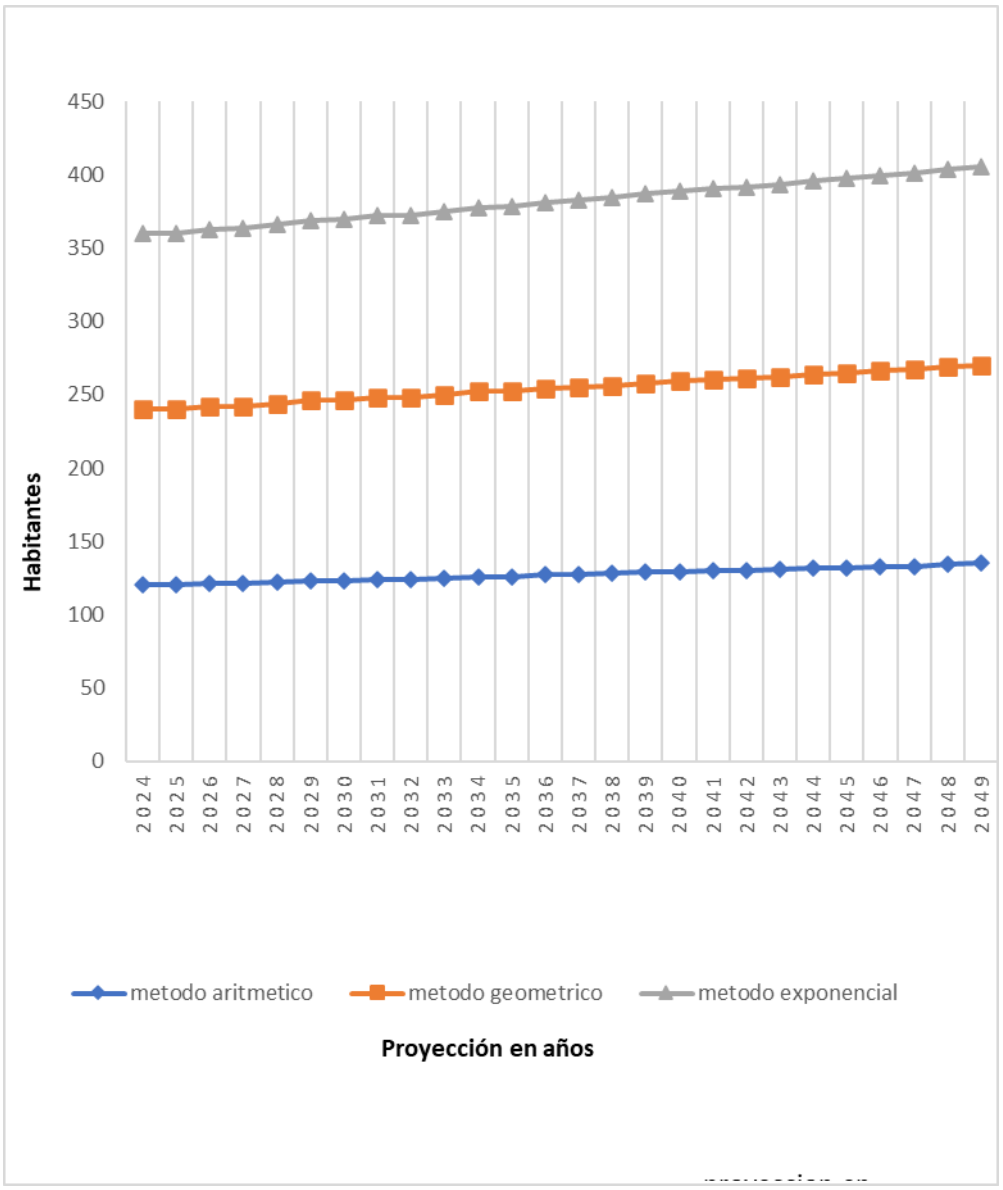
Tabla No. 2. Proyección de la población

	Poblacion proyectada			
Año	**metodo aritmetico**	**metodo geometrico**	**metodo exponencial**	**Poblacion de Diseño**
2024	120	120	120	120
2025	120	120	120	120
2026	121	121	121	121
2027	121	121	121	121
2028	122	122	122	122

Cont. Tabla No.2.

	Poblacion proyectada			
Año	metodo aritmetico	metodo geometrico	metodo exponencial	Poblacion de Diseño
2029	123	123	123	123
2030	123	123	123	123
2031	124	124	124	124
2032	124	124	124	124
2033	125	125	125	125
2034	126	126	126	126
2035	126	126	126	126
2036	127	127	127	127
2037	127	128	128	128
2038	128	128	128	128
2039	129	129	129	129
2040	129	130	130	130
2041	130	130	130	130
2042	130	131	131	131
2043	131	131	132	131
2044	132	132	132	132
2045	132	133	133	133
2046	133	133	134	133
2047	133	134	134	134
2048	134	135	135	135
2049	135	135	136	135
2050	135	136	136	136

Fuente: Valores calculados por EESALAMANCA.



Fuente: Valores calculados por EESALAMANCA.

Figura No. 2. Proyección de la población por métodos aritmético, geométrico y exponencial

Teniendo en cuenta que los resultados de las proyecciones de población futura a beneficiar (conectar a los tramos de alcantarillado proyectados), en el sector Los Tose, vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera, por los diferentes métodos evaluados son similares, seleccionamos el método que arrojo el mayor valor de población: 136 habitantes para el final del período de diseño (año 2050).

2.7 NORMAS DE DISEÑO

Para el diseño del alcantarillado se adoptaron las siguientes normas:

- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2021 Resolución No.0330 del 08 de junio de 2017 y la Resolución 0799 del 09 de diciembre de 2021 que modifica algunos artículos de la Resolución 0330 de junio de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de la República de Colombia.
- Resolución 844 de 08 de noviembre de 2018 RAS RURAL por la cual se establecen los requisitos técnicos para los proyectos de agua y saneamiento básico de zonas rurales que se adelanten bajo los esquemas diferenciales definidos en el capitulo 1, del titulo 7, de la parte 3, del libro 2 del Decreto 1077 de 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de la República de Colombia.
- EMCALI - Norma técnica de recolección de aguas residuales y lluvias- NDI-SE-RA-007/V1.0- Criterios de diseño en sistemas de alcantarillado, 2017.

3 BASES Y CRITERIOS DE DISEÑO

Para el diseño de los tramos de alcantarillado proyectados, se tomaron como base los parámetros y criterios de diseño consignados en la Resolución No.0330 del 08 de junio de 2017 y la Resolución 0799 del 09 de diciembre de 2021 que modifica algunos artículos de la Resolución 0330 de junio de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de la República de Colombia y las Normas de Diseño de Alcantarillado de EMCALI EICE ESP.

3.1 TIPO DE ALCANTARILLADO

Los tramos a proyectar en el sector Los Tose, vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera del municipio de Santiago de Cali (Valle del Cauca), son del tipo alcantarillado sanitario.

3.2 CAUDALES DE DISEÑO DE LOS TRAMOS DE ALCANTARILLADO PROYECTADOS

El artículo 41 de la Resolución 0799 del 09 de diciembre de 2021, modificar el artículo 134 de la Resolución 0330 de 2017, el cual quedará así:

"Artículo 134. Caudal de aguas residuales. Los aportes de aguas residuales deben determinarse con base en información de consumos y/o mediciones recientes registrados en la localidad, y considerando las densidades previstas para el período de diseño con base en el Plan de Ordenamiento Territorial o Plan Básico de Ordenamiento Territorial o Esquema de Ordenamiento Territorial y Plan de Desarrollo del municipio a través de zonificación del uso de la tierra. Se justificarán los valores adoptados y deben ser aprobados por la persona prestadora del servicio. Se deben estimar los caudales para las condiciones iniciales y finales del período de diseño, en cada uno de los tramos de la red. Los caudales que se requiere calcular son los siguientes:

1. *Caudal de aguas residuales domésticas.*

   Cuando se cuente con proyección de demanda de agua potable, se debe calcular con la siguiente ecuación:

   $Q_D = C_R \times D_{NETAp} \times A$

   Donde:

   - *Coeficiente de retorno (C_R) debe estimarse a partir del análisis de información existente en la localidad y/o de mediciones de campo realizadas por la persona prestadora del servicio. De no contar con datos de campo, se debe tomar un valor de 0,85.*
   - *D_{NETAp}= es la demanda neta de agua potable por unidad de área tributaria (L/s.ha).*
   - *A= Área tributaria de drenaje (ha).*

   Cuando se cuente con proyección de demanda de agua potable por suscriptor, se debe calcular con la siguiente ecuación:

$Q_D = (C_R \times P_S \times D_{NETAs}) / 30$

Donde:

- *Coeficiente de retorno (C_R) debe estimarse a partir del análisis de información existente en la localidad y/o de mediciones de campo realizadas por la persona prestadora del servicio. De no contar con datos de campo, se debe tomar un valor de 0,85.*
- *PS= es el número de suscriptores proyectados al periodo de diseño*
- *D_{NETAs}= es el número de suscriptores proyectados al periodo de diseño y (D_{NETAs}) es la demanda neta de agua potable proyectada por suscriptor (m^3/suscriptor-mes).*

Cuando se utilice proyección de población, se debe calcular con la siguiente ecuación:

$Q_D = (C_R \times P \times D_{NETA}) / 86400$

Donde: (D_{NETA}) es la dotación neta de agua potable proyectada por habitante (L/hab.d) y (P) es el número de habitantes proyectados al período de diseño.

El coeficiente de retorno (C_R) debe estimarse a partir del análisis de información existente en la localidad y/o de mediciones de campo realizadas por la persona prestadora del servicio. De no contar con datos de campo, se debe tomar un valor de 0,85.

2. *Caudal de aguas residuales no domésticas. Para zonas netamente industriales, comerciales e institucionales se deben elaborar análisis específicos de aportes de aguas residuales.*

3. *Caudal medio diario. Se debe calcular el caudal medio diario de aguas residuales como la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales.*

4. *Caudal máximo horario. El factor de mayoración utilizado en la estimación del caudal máximo horario debe calcularse haciendo uso de mediciones de campo, en las cuales se tengan en cuenta los patrones de consumo de la población. En ausencia de datos de campo, se debe estimar con las ecuaciones aproximadas, teniendo en cuenta las limitaciones que puedan presentarse en su aplicabilidad. Este valor deberá estar entre 1,40 y 3,80.*

5. *Caudal de conexiones erradas. Los aportes por conexiones erradas deben estimarse a partir de la información existente en la localidad. En ausencia de esta información deberá utilizar un valor máximo de 0,20 L/s.ha.*

6. *Caudal de infiltración. El caudal de infiltración debe estimarse a partir de aforos en el sistema y de consideraciones sobre la naturaleza y permeabilidad del suelo, la topografía de la zona y su drenaje, la cantidad y distribución temporal de la precipitación, la variación del nivel freático con respecto a las cotas clave de las tuberías, las dimensiones, estado y tipo de tuberías, los tipos, número y calidad constructiva de uniones y juntas, el número de estructuras de conexión y demás estructuras, y su calidad constructiva. Ante la ausencia de información se acepta que la infiltración se calcule con base en un factor de 0,10 L/s ha, aplicado al área de aferencia de infiltración del alcantarillado, entendida esta como el área de las calles del sector beneficiado con el sistema.*

7. *Caudal de diseño. El caudal de diseño debe obtenerse sumando el caudal máximo horario, los aportes por infiltraciones y conexiones erradas. Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea menor que 1,50 L/s, debe adoptarse este último valor como caudal de diseño para el tramo."*

A continuación, presentamos los cálculos del caudal de diseño de los tramos de alcantarillado sanitario proyectados para el sector Los Tose, vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera del municipio de Santiago de Cali (Valle del Cauca).

Para el caudal de agua residual doméstica, como tenemos la proyección de población, se debe calcular con la siguiente ecuación:

$Q_D = (C_R \times P \times D_{NETA}) / 86400$

Donde:

- Caudal de Agua Residual Doméstica (Q_D)
- C_R: El coeficiente de retorno (C_R) debe estimarse a partir del análisis de información existente en la localidad y/o de mediciones de campo realizadas por la persona prestadora del servicio. De no contar con datos de campo, se debe tomar un valor de 0,85.
- D_{NETA}: La D_{NETA} es la dotación neta de agua potable proyectada por habitante (L/hab.d). La dotación neta se define como la cantidad mínima de agua para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de conducciones, en el sistema de distribución de agua potable, en los bombeos y en los tanques de almacenamiento y/o compensación. La demanda de agua para el diseño de un proyecto específico, se debe calcular multiplicando el número de clientes proyectado por la dotación neta por cliente. En caso de que se tenga que hacer proyecciones de población, la demanda de agua se debe calcular multiplicando el número de habitantes proyectados por la dotación neta. La dotación neta debe determinarse haciendo uso de información histórica de los consumos de agua potable en los suscriptores, disponible por parte de la persona prestadora del servicio de acueducto. En caso de que no se cuente con datos históricos, como es el caso del sector Los Tose, vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera del municipio de Santiago de Cali (Valle del Cauca), se debe utilizar los valores de la tabla 1 del Artículo 43. Dotación neta máxima presentada en la Resolución No. 0330 de 2017, por la cual se adopta el RAS y que no es modificado por la Resolución 0799 del 09 de diciembre de 2021 que modifica algunos artículos de la Resolución 0330 de junio de 2017, en la cual se presenta dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida. Ver Tabla No. 3.

Tabla No. 3. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar

Altura promedio sobre el nivel del mar de la zona atendida	Dotación neta máxima (L/hab-d)
< 2000 m.s.n.m	120
1000 m.s.n.m – 2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m	140

Fuente: Ras 2017

Teniendo en cuenta que la altura promedio sobre el nivel del mar de los tramos a intervenir en el sector Los Tose, vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera del municipio de Santiago de Cali (Valle del Cauca), es 1.100 m.s.n.m, se propone utilizar una dotación neta de 130 L/hab-d.

- P: P es el número de habitantes proyectados al período de diseño.

Caudal de Agua Residual No Doméstica.

El caudal de agua residual no domesticas corresponde al caudal de aguas industriales (QI), caudal de aguas comerciales (Qc) y caudal de aguas institucionales (Qin).

Aporte de agua residual industrial QI (L/s)

Los tramos a intervenir en el sector Los Tose, vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera del municipio de Santiago de Cali (Valle del Cauca), no tiene contribución industrial.

Aporte de agua residual comercial QC (L/s)

Los tramos a intervenir en el sector Los Tose, vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera del municipio de Santiago de Cali (Valle del Cauca), no tiene contribución comercial.

Aporte de agua residual institucional QIN (L/s)

Los tramos a intervenir en el sector Los Tose, vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera del municipio de Santiago de Cali (Valle del Cauca), no tiene contribución institucional.

Caudal Medio Diario de Agua Residual (Q_{MD})

El caudal medio diario de agua residual (QMD) está dado por la suma de los aportes domésticos y los aportes no domésticos (industriales, comerciales e institucionales).

Q MD= Q D + Q I +Q C + Q IN

Donde:

- Q_{MD}= Caudal medio diario de agua residual, L/s
- Q_D= Caudal de agua residual doméstica, L/s
- Q_I= Caudal de agua residual industrial, L/s
- Q_C= Caudal de agua residual comercial, L/s
- Q_{IN}= Caudal de agua residual institucional, L/s

Caudal Máximo Horario (Q_{MH})

El caudal máximo horario (Q_{MH}) es la base para establecer el caudal de diseño de un sistema de alcantarillado.

El caudal máximo horario del día máximo se estima a partir del caudal final medio diario, mediante el uso del factor de mayoración, F.

De acuerdo con lo anterior, el caudal máximo horario, se calcula mediante la siguiente ecuación:

Q MH= Q MD X F

Donde:

- Q_{MH} = Caudal máximo horario de aguas residuales en L/s
- F = Factor de mayoración para caudal máximo horario
- Q_{MD} = Caudal medio de aguas residuales en L/s

El factor de mayoración utilizado en la estimación del caudal máximo horario debe calcularse haciendo uso de mediciones de campo, en las cuales se tengan en cuenta los patrones de consumo de la población. En ausencia de datos de campo, se debe estimar con las ecuaciones aproximadas, teniendo en cuenta las limitaciones que puedan presentarse en su aplicabilidad. Este valor deberá estar entre 1,40 y 3,80.

Para determinar el factor máximo horario para los tramos a intervenir en el sector Los Tose, vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera del municipio de Santiago de Cali (Valle del Cauca), se utiliza la ecuación de Flores, en la cual se puede calcular el factor de mayoración como función directa del número de habitantes, sin restricción.

$F = 3,5 / P^{0.1}$

Donde:

- F = Factor de mayoración para caudal máximo horario
- P= P es el número de habitantes proyectados al período de diseño

Caudales de conexiones Erradas (Q_{CE})

Los aportes por conexiones erradas deben estimarse a partir de la información existente en la localidad. En ausencia de esta información deberá utilizar un valor máximo de 0,20 L/s-ha.

Para determinar el caudal de conexiones erradas para los tramos a intervenir en el sector Los Tose, vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera del municipio de Santiago de Cali (Valle del Cauca), se utiliza *un valor máximo de 0,20 L/s.ha.*

Caudales por Infiltración (Q_{INF})

La infiltración de aguas superficiales a las redes de alcantarillado de aguas residuales es inevitable, debido a la existencia de fisuras en las tuberías, en juntas ejecutadas deficientemente, en la unión de las tuberías con las cámaras de inspección, de caída y demás estructuras y cuando el sistema no es completamente impermeable. El caudal de infiltración debe estimarse a partir de aforos en el sistema y de consideraciones sobre la naturaleza y permeabilidad del suelo, la topografía de la zona y su drenaje, la cantidad y distribución temporal de la precipitación, la variación del nivel freático con respecto a las cotas clave de las tuberías, las dimensiones, estado y tipo de tuberías, los tipos, número y calidad constructiva de uniones y juntas, el número de estructuras de conexión y demás estructuras, y su calidad constructiva.

Ante la ausencia de información se acepta que la infiltración se calcule con base en un factor de 0,10 L/s ha, aplicado al área de aferencia de infiltración del alcantarillado, entendida esta como el área de las calles del sector beneficiado con el sistema.

Para determinar el caudal por infiltración para los tramos a intervenir en el sector Los Tose, vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera del municipio de Santiago de Cali (Valle del Cauca), se utiliza *un valor máximo de 0,10 L/s.ha.*

En la Tabla No. 4 se muestra para los tramos a intervenir en el sector Los Tose, vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera del municipio de Santiago de Cali (Valle del Cauca), el Caudal de diseño.

Tabla No. 4. Caudales tramos de alcantarillado a intervenir en el sector Los Tose

			CAUDAL SISTEMA DE ALCANTARILLADO							
Año	Poblacion de Diseño	Dotacion Neta Maxima (L/dia)	Q_{MD} (L/s)	F	QMH (L/s)	Area de drenaje (Ha)	Q_{CE} (L/s)	Q_{INF} (L/s)	Q_D calculado (L/s)	$Q_{D\ asumido}$ (L/s)
2024	120	130	0,15	2,17	0,33	0,44	0,09	0,04	0,46	1,50
2025	120	130	0,15	2,17	0,33	0,44	0,09	0,04	0,46	1,50
2026	121	130	0,15	2,17	0,34	0,44	0,09	0,04	0,47	1,50
2027	121	130	0,15	2,17	0,34	0,44	0,09	0,04	0,47	1,50
2028	122	130	0,16	2,16	0,34	0,44	0,09	0,04	0,47	1,50
2029	123	130	0,16	2,16	0,34	0,44	0,09	0,04	0,47	1,50
2030	123	130	0,16	2,16	0,34	0,44	0,09	0,04	0,47	1,50
2031	124	130	0,16	2,16	0,34	0,44	0,09	0,04	0,47	1,50
2032	124	130	0,16	2,16	0,34	0,44	0,09	0,04	0,47	1,50
2033	125	130	0,16	2,16	0,35	0,44	0,09	0,04	0,48	1,50
2034	126	130	0,16	2,16	0,35	0,44	0,09	0,04	0,48	1,50
2035	126	130	0,16	2,16	0,35	0,44	0,09	0,04	0,48	1,50
2036	127	130	0,16	2,16	0,35	0,44	0,09	0,04	0,48	1,50
2037	128	130	0,16	2,15	0,35	0,44	0,09	0,04	0,48	1,50
2038	128	130	0,16	2,15	0,35	0,44	0,09	0,04	0,48	1,50
2039	129	130	0,16	2,15	0,36	0,44	0,09	0,04	0,49	1,50
2040	130	130	0,17	2,15	0,36	0,44	0,09	0,04	0,49	1,50
2041	130	130	0,17	2,15	0,36	0,44	0,09	0,04	0,49	1,50
2042	131	130	0,17	2,15	0,36	0,44	0,09	0,04	0,49	1,50
2043	131	130	0,17	2,15	0,36	0,44	0,09	0,04	0,49	1,50
2044	132	130	0,17	2,15	0,36	0,44	0,09	0,04	0,49	1,50
2045	133	130	0,17	2,15	0,37	0,44	0,09	0,04	0,50	1,50
2046	133	130	0,17	2,15	0,37	0,44	0,09	0,04	0,50	1,50
2047	134	130	0,17	2,14	0,37	0,44	0,09	0,04	0,50	1,50
2048	135	130	0,17	2,14	0,37	0,44	0,09	0,04	0,50	1,50
2049	135	130	0,17	2,14	0,37	0,44	0,09	0,04	0,50	1,50
2050	**136**	**130**	**0,17**	**2,14**	**0,37**	**0,44**	**0,09**	**0,04**	**0,50**	**1,50**

Fuente: Valores sugeridos por EESALAMANCA.

El caudal de diseño debe obtenerse sumando el caudal máximo horario, los aportes por infiltraciones y conexiones erradas. Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea menor que 1,50 L/s, debe adoptarse este último valor como caudal de diseño para el tramo.

3.3 CAUDAL DE DISEÑO POR TRAMO DE ALCANTARILLADO SANITARIO

El artículo 41 de la Resolución 0799 del 09 de diciembre de 2021 que modifica el artículo 134 de la Resolución 0330 de 2017, el cual queda así: … *"Artículo 134. Caudal de aguas residuales…* 7. Caudal de diseño. El caudal de diseño debe obtenerse sumando el caudal máximo horario, los aportes por infiltraciones y conexiones erradas. Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea menor que 1,50 L/s, debe adoptarse este último valor como caudal de diseño para el tramo".

3.4 CRITERIO DE AUTOLIMPIEZA

Conforme a lo determinado en la Resolución 0330 de 2017 y que no es modificada por la Resolución 0799 del 09 de diciembre de 2021, la velocidad mínima real permitida será la que genere un esfuerzo cortante (τ) en la pared de la tubería mínimo de 1.0 Pa. El cual se podrá calcular mediante la expresión:

$$\tau = \gamma * Rh * S$$

Donde:

τ : es el esfuerzo cortante expresado en kg/m^2
γ : es la densidad del agua en kg/m^3
Rh : es el radio hidráulico en
S : es la pendiente del tramo de conducción en m/m

3.5 VELOCIDAD MÁXIMA

Los valores máximos permisibles para la velocidad media en los colectores por gravedad, dependen del material en función de su sensibilidad a la abrasión. Para colectores a gravedad, la Resolución 0330 de 2017 y que no es modificada por la Resolución 0799 del 09 de diciembre de 2021, indica que la velocidad máxima debe ser menor o igual a 5,00 m/s. Frente a pendientes mayores al 30%, Ø ≥ 600 mm o caudales > 500 L/s, se permiten velocidades mayores sin sobrepasar los límites de velocidad recomendados para el material del ducto y los accesorios, y siempre V < 10 m/s. Para esas velocidades el ducto debe tener revestimiento interno especial y plantear las soluciones de disipación de energía necesarias.

3.6 RELACIÓN MÁXIMA ENTRE LA PROFUNDIDAD DE FLUJO Y EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA

Con el fin de permitir una adecuada aireación de las aguas residuales y disminuir el riesgo de sobrecarga, el valor máximo permisible para la profundidad de flujo contemplada en el diseño debe ser del 85% del diámetro real interno de cada una de las tuberías. La relación máxima de profundidad versus diámetro, se debe calcular con el caudal máximo de diseño.

3.7 PENDIENTE MÍNIMA Y PENDIENTE MÁXIMA

La pendiente mínima estará determinada por la velocidad mínima, con el fin de evitar la sedimentación en la tubería y el valor de la pendiente máxima admisible, es aquella para la cual se tenga una velocidad máxima real de 5,00 m/s.

3.8 PROFUNDIDAD DE INSTALACIÓN

Los valores de recubrimiento de los colectores se adoptan conforme a lo indicado en la Resolución 0330 de 2017 y que no es modificada por la Resolución 0799 del 09 de diciembre de 2021, según lo cual profundidad mínima a cota clave de los colectores con respecto a la cota de terreno será de 1.20 m para conductos proyectados bajo vías vehiculares y 0.75 m para tuberías proyectadas bajo zonas verdes.

3.9 ESTRUCTURAS DE CONEXIÓN

La sección 5 de la Resolución 0330 de 2017 y que no es modificada por la Resolución 0799 del 09 de diciembre de 2021, en el artículo 154 define al respecto, que los pozos o cámaras de inspección se instalarán a una distancia máxima de 120 m para tramos con aportes de caudal y 300 m en interceptores y emisarios finales sin aportes de caudal. En cuanto al diámetro interno mínimo de estas estructuras la resolución señala lo que se muestra en la Tabla No. 5.

Tabla No. 5. Diámetro interno mínimo de Estructuras de Conexión

Mayor diámetro de las tuberías conectadas (mm)	Diámetro interno de la estructura (m)
De 200 a 500	1.20
Mayor que 500 hasta 750	1.50
Mayor que 750 hasta 900	1.80
Diámetros > 900	Diseño particular

En este sentido se adoptan las cámaras tipo B de las normas de EMCALI para los diámetros hasta 500 mm, las cámaras tipo I para los diámetros mayores al anterior y hasta los 750 mm y el tipo III de EMCALI, para los diámetros mayores de 900 mm, las cuales se ajustan a lo determinado en la Resolución.

Respecto a las cámaras de caída el artículo 155 de la referida Resolución determina su uso cuando la diferencia de nivel entre las cotas bateas del colector que llega y el colector que sale sea superior a 0.75 m. En lo referente al diámetro interno real de la tubería de la cámara de caída, la Tabla No. 6 adjunta, indica estos valores.

Tabla No. 6. Diámetro de la cámara de caída en función del diámetro de la tubería de entrada

Diámetro interno real Tubería de entrada (D)	Diámetro interno real mínimo de la tubería de la cámara de caída
D ≤ 300 mm	170 mm
300 mm > D ≤ 450 mm	280 mm
450 mm > D ≤ 900 mm	360 mm

3.10 CLASE DE TUBERÍA Y CIMENTACIÓN

Se utilizará tubería de PVC (n=0.009 para diámetros ≤ 42" y n= 0.010 para diámetros > 42") la cual debe cumplir ciertas características inherentes al uso mismo, así como también una cimentación adecuada. La Resolución 0330 de 2017 y que no es modificada por la Resolución 0799 del 09 de diciembre de 2021 relaciona las especificaciones de la norma ICONTEC e internacionales que debe cumplir este tipo de tuberías, las cuales se consignan en la Tabla No. 7 y hacen referencia a los siguientes aspectos:

Tabla No. 7. Especificaciones técnicas que deben cumplir las tuberías de PVC para alcantarillado sanitario.

Normas técnicas ICONTEC	Normas técnicas internacionales
NTC 1087, NTC 1341, NTC 1748, NTC 2534, NTC 2697, NTC 3640, NTC 3721, NTC 3722, NTC 4764-1, NTC 4764-2, NTC 369, NTC 2795, NTC 3358, NTC 5055 Y NTC 5070	ANSI/ASTM D 2564, ANSI/ASTM D 2680, ANSI/ASTM D 3033, ANSI/ASTM D 3034, ANSI/ASTM D 3212, ANSI/ASTM F 477, ASTM F 545, ASTM F 679, ASTM F 949 Y ASTM F 794

Fuente: RAS 2000.

- Hermeticidad, para impedir la exfiltración del agua de los conductos e impedir la infiltración preservando la estabilidad del relleno de la zanja, así como de las estructuras en la superficie.
- Flexibilidad, asegurando un excelente comportamiento a los movimientos del suelo, sismos y asentamientos diferenciales, brindando estabilidad al sistema.
- Resistencia a la corrosión y abrasión tanto del suelo en que están instalados como de los materiales presentes en las aguas que transportan.
- Resistencia al impacto que permita su manipulación durante el transporte e instalación sin sufrir roturas ni daños.
- Facilidad de instalación y mantenimiento, que permite la reducción de costos en transporte y equipos, facilidad y rapidez de manipulación e instalación, altos rendimientos, reducción del personal necesario y de equipos pesados en obra, así como reducción del riesgo de accidentes de trabajo.

4 CÁLCULO DE LOS TRAMOS DE ALCANTARILLADO PROYECTADO

En el Anexo 1 se presenta el cálculo hidráulico de los tramos a intervenir en el sector Los Tose, vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera del municipio de Santiago de Cali (Valle del Cauca).

5 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION

En el Anexo 2 se presenta las especificaciones técnicas de construcción de los tramos a intervenir en el sector Los Tose, vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera del municipio de Santiago de Cali (Valle del Cauca).

6 CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

Como resultado de los diseños ejecutados, se procedió a estimar el presupuesto para la construcción de las obras que hacen parte del proyecto.

En el Anexo 3-1 se presenta las cantidades de obra y presupuesto de los tramos a intervenir en el sector Los Tose, vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera del municipio de Santiago de Cali (Valle del Cauca).

Los Precios unitarios utilizados corresponden a los PRECIOS UNITARIOS 2024 DE LA GERENCIA UNIDAD ESTRATEGICA DE NEGOCIOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE EMCALI.

En el Anexo 3-2 se presentan las memorias de cantidades de obra de los tramos a intervenir en el sector Los Tose, vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera del municipio de Santiago de Cali (Valle del Cauca).

7 PLANOS DE DETALLE DE CONSTRUCCION

En el Anexo 4 se incluyen los planos de detalle de construcción de los tramos a intervenir en el sector Los Tose, vereda Alto Los Mangos del corregimiento La Buitrera del municipio de Santiago de Cali (Valle del Cauca).