



ACEPTACIÓN DE OFERTA No. 4182.010.26.1.521-2023

**REALIZAR UN ESTUDIO CON ALCANCE DE DISEÑO
PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ALCANTARILLADO
EN EL SECTOR GUAYABALES- LA SIRENA-
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

ELABORADO POR: EESALAMANCA S.A.S.  Ing. EDWARD ENRIQUE SALAMANCA ALVAREZ MP# 76237-201294 VLL	INTERVENTORIA: AGUDELO & GUTIERREZ INGENIERÍA S.A.S  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	3
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	4
2.6	POBLACIÓN	7
2.6.1	ACTUAL	7
2.6.2	PROYECTADA	7
2.6.2.1	Período de diseño	7
2.6.2.2	Tasa de crecimiento	8
2.6.2.3	Población proyectada	8
2.6.2.3.1	Método aritmético	8
2.6.2.3.2	método geométrico	8
2.6.2.3.3	método exponencial	9
2.7	NORMAS DE DISEÑO	11
3	BASES Y CRITERIOS DE DISEÑO	12
3.1	TIPO DE ALCANTARILLADO	12
3.2	CAUDALES DE DISEÑO DE LOS TRAMOS DE ALCANTARILLADO PROYECTADOS	12
3.3	CAUDAL DE DISEÑO POR TRAMO DE ALCANTARILLADO SANITARIO	18
3.4	CRITERIO DE AUTOLIMPIEZA	18
3.5	VELOCIDAD MÁXIMA	18
3.6	RELACIÓN MÁXIMA ENTRE LA PROFUNDIDAD DE FLUJO Y EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA	19
3.7	PENDIENTE MÍNIMA Y PENDIENTE MÁXIMA	19
3.8	PROFUNDIDAD DE INSTALACIÓN	19
3.9	ESTRUCTURAS DE CONEXIÓN	19
3.10	CLASE DE TUBERÍA Y CIMENTACIÓN	20
4	CÁLCULO DE LOS TRAMOS DE ALCANTARILLADO PROYECTADO	21
5	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION	22
6	CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO	23
7	PLANOS DE DETALLE DE CONSTRUCCION	24

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 GUAYABALES- LA SIRENA- CORREGIMIENTO LA BUITRERA, en el cual se propone diseñar tramos de alcantarillado faltantes en el sector.

Los productos de la ACEPTACIÓN DE OFERTA No. 4182.010.26.1.521-2023, 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. 4182.010.26.1.521-2023, mencionado anteriormente.

2 INFORMACION BASICA DEL PROYECTO

2.1 LOCALIZACIÓN DE LAS OBRAS

Las obras proyectadas están ubicadas en el sector Guayabales- La Sirena 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 cuatro tramos de alcantarillado que se conectan al sistema de alcantarillado existente del sector Guayabales- La Sirena del corregimiento La Buitrera. Ver Figura No. 1.



Figura No. 1-Tramos a proyectar en sector Guayabales- La Sirena del corregimiento La Buitrera

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 Guayabales- La Sirena del corregimiento La Buitrera, el área de ampliación de prestación del servicio de alcantarillado es de 0,77 has, mediante una longitud de colector de 529,11 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 Guayabales- La Sirena del corregimiento La Buitrera, es de 114 usuarios. Ver Tabla No. 1.

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

Usuario	Predial	COORDENADAS		Numero de personas
		Norte	Este	
1	U018600050001	868509,1353	1055936,548	5
2	U018600270000	868511,0449	1055929,034	3
3	U018300170000	868703,7867	1055931,695	3
4	U018300160001	868701,097	1055925,856	4
5	U018300150000	868693,2516	1055921,473	1
6	U018300160001	868698,6529	1055923,694	4
7	U018300140001	868687,282	1055918,455	2
8	U018300130001	868677,2486	1055917,582	7
9	U018300120000	868669,9646	1055913,402	6
10	U018300110001	868663,037	1055907,711	3
11	U018300110001	868650,1189	1055902,792	3
12	U018300110001	868650,1189	1055902,792	2
13	U018300110001	868650,1189	1055902,792	0
14	U018300090001	868639,3066	1055916,583	0
15	U018300100000	868642,7765	1055909,032	6
16	U018300080001	868635,5676	1055928,576	8
17	U018300070000	868643,7729	1055936,459	4
18	U018300060000	868648,2467	1055939,485	5
19	U018300050000	868652,8906	1055942,327	1
20	U018300040000	868659,7553	1055946,277	1
21	U018300030001	868665,0844	1055950,517	4
22	U018300030001	868665,0844	1055950,517	0
23	U018300020001	868670,3708	1055954,671	4
24	U018300020001	868670,3708	1055954,671	2
25	U018300020001	868670,3708	1055954,671	3
26	U018300020001	868670,3708	1055954,671	0
27	U018300010001	868675,2607	1055956,266	9
28	U018400540001	868681,6729	1055980,496	2
29	U018400010001	868670,7331	1055986,605	2
30	U018400010001	868670,7331	1055986,605	0
31	U018400540001	868677,8815	1055975,568	2
32	U018400020001	868658,8809	1055987,903	1
33	U018400030001	868656,828	1055977,902	5
34	U018400040000	868653,1426	1055970,955	4
35	U018400050000	868648,8976	1055964,905	5

Cont. Tabla No. 1.

Usuario	Predial	COORDENADAS		Numero de personas
		Norte	Este	
36	U018400060000	868643,3036	1055957,754	3
37	U018400070000	868638,3587	1055951,903	9
38	U018400080001	868633,2622	1055948,951	7
39	U018400500000	868626,0687	1055941,85	0
40	U018400090000	868617,1738	1055934,953	6
41	U018400530000	868532,9859	1055920,04	10
42	U018400250001	868527,1064	1055928,61	4
43	U018400250001	868539,3277	1055935,523	4
44	U018400250001	868534,4071	1055933,298	2
45	U018400250001	868545,9148	1055938,703	4
46	U018400260001	868552,9788	1055940,691	4
47	U018400270001	868561,2861	1055943,554	1
48	U018400280001	868567,8732	1055946,786	2
49	U018400290001	868575,2804	1055950,36	6
50	U018400300001	868581,2853	1055953,446	5
51	U018400310001	868587,2105	1055957,366	2
52	U018400320001	868593,6051	1055963,89	3
53	U018400330001	868598,8944	1055969,132	6
54	U018400340000	868603,3888	1055976,068	5
55	U018400360001	868604,4929	1055988,717	3
56	U018400350001	868602,9076	1055984,641	3
57	U018400560000	868622,6	1055975,92	5
58	U018400550000	868616,0586	1055985,231	0
59	U018400370001	868608,7515	1055993,239	5
60	U018400380001	868611,7902	1056000,716	8
61	U018400390001	868617,8086	1056003,564	4
62	U018400400001	868626,1421	1056006,811	4
63	U018400410001	868633,5499	1056009,263	6
64	U018400420001	868639,7002	1056012,772	8
65	U018400430000	868645,5868	1056014,628	4
66	U018400430000	868657,1022	1056006,696	6
67	U018400440001	868654,5823	1056017,213	5
68	U018400450001	868666,2909	1056018,212	6
69	U018400460001	868675,3925	1056020,321	3
70	U018600280000	868514,6469	1055923,426	4

Cont. Tabla No. 1.

Usuario	Predial	COORDENADAS		Numero de personas
		Norte	Este	
71		868691,8482	1056026,086	1
72		868689,3573	1056032,144	5
73		868683,6156	1056031,48	4
74	U018500010001	868669,698	1056029,302	1
75		868677,3715	1056030,021	10
76	U018500010001	868662,6866	1056027,816	8
77	U018500020001	868658,5919	1056027,406	1
78	U018500030001	868653,0885	1056026,344	4
79	U018500040001	868647,4795	1056024,965	4
80	U018500040001	868641,1786	1056022,571	2
81	U018500050001	868633,0301	1056019,761	6
82	U018500060001	868622,1895	1056016,136	5
83	U018500070001	868597,5067	1056006,199	1
84	U018500070001	868588,275	1056000,253	4
85	U018500170001	868582,9218	1055991,253	3
86	U018500070001	868590,2083	1055974,586	3
87	U018500070001	868587,565	1055969,623	3
88	U018500080001	868581,6126	1055967,106	6
89	U018500080001	868573,4765	1055965,712	1
90	U018500080001	868566,4	1055962,4	5
91	U018500080001	868558,377	1055971,282	3
92	U018500080001	868558,377	1055971,282	3
93	U018500080001	868559,2005	1055977,101	4
94	U018500160001	868561,1363	1055992,9	5
95	U018500210001	868562,0051	1056000,521	2
96	U018500200001	868564,6203	1056008,421	3
97	U018500190001	868567,4735	1056016,401	3
98	U018500220000	868560,5958	1056012,362	3
99	U018500090001	868547,6438	1055978,807	0
100	U018500090001	868549,9495	1055972,616	1
101	U018500090001	868555,5931	1055960,076	1
102	U018500090001	868555,5931	1055960,076	3
103	U018500100001	868547,737	1055954,833	4
104	U018500100001	868525,2769	1055944,897	3
105	U018500110001	868520,9063	1055952,674	3

Cont. Tabla No. 1.

Usuario	Predial	COORDENADAS		Numero de personas
		Norte	Este	
106	U018500110001	868520,9063	1055952,674	4
107		868519,4257	1056000,748	2
108	U018500230001	868539,1843	1055995,156	1
109	U018500230001	868542,032	1056012,701	4
110	U018500230001	868534,3378	1056002,059	2
111	U018500230001	868529,8089	1056009,043	2
112	U018500230001	868525,2795	1056016,661	2
113	U018500230001	868520,9926	1056016,976	2
114	Y002005840000	868779,5535	1056196,827	4
TOTAL				409

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 Guayabales- La Sirena del corregimiento La Buitrera, es de 409 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 Artículo 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 Guayabales- La Sirena del corregimiento La Buitrera, se efectuó utilizando los modelos geométrico, aritmético y exponencial recomendado en el RAS para el cálculo 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:

$$k = \frac{\ln P_{cp} - \ln P_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}}$$

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.

Teniendo en cuenta que los resultados de las proyecciones de población futura a beneficiar (conectar a los tramos de alcantarillado proyectados), en el sector Guayabales- La Sirena del corregimiento La Buitrera, por los diferentes métodos evaluados son similares, seleccionamos el método que arrojo el mayor valor de población: 468 habitantes para el final del período de diseño (año 2050).

Tabla No. 2. Proyección de la población sector Guayabales

	Poblacion proyectada			
Año	metodo aritmetico	metodo geometrico	metodo exponencial	Poblacion de Diseño
2024	411	411	411	411
2025	413	413	413	413
2026	414	415	415	415
2027	416	417	417	417
2028	418	419	419	419
2029	420	421	421	421
2030	422	424	424	424
2031	423	426	426	426
2032	425	428	428	428
2033	427	430	430	430
2034	429	432	432	432
2035	431	434	434	434
2036	432	436	436	436
2037	434	439	439	439
2038	436	441	441	441
2039	438	443	443	443
2040	440	445	445	445
2041	441	447	448	447
2042	443	450	450	450
2043	445	452	452	452
2044	447	454	454	454
2045	449	456	457	456
2046	450	459	459	459
2047	452	461	461	461
2048	454	463	463	463
2049	456	466	466	466
2050	458	468	468	468

Fuente: Valores calculados por EESALAMANCA.

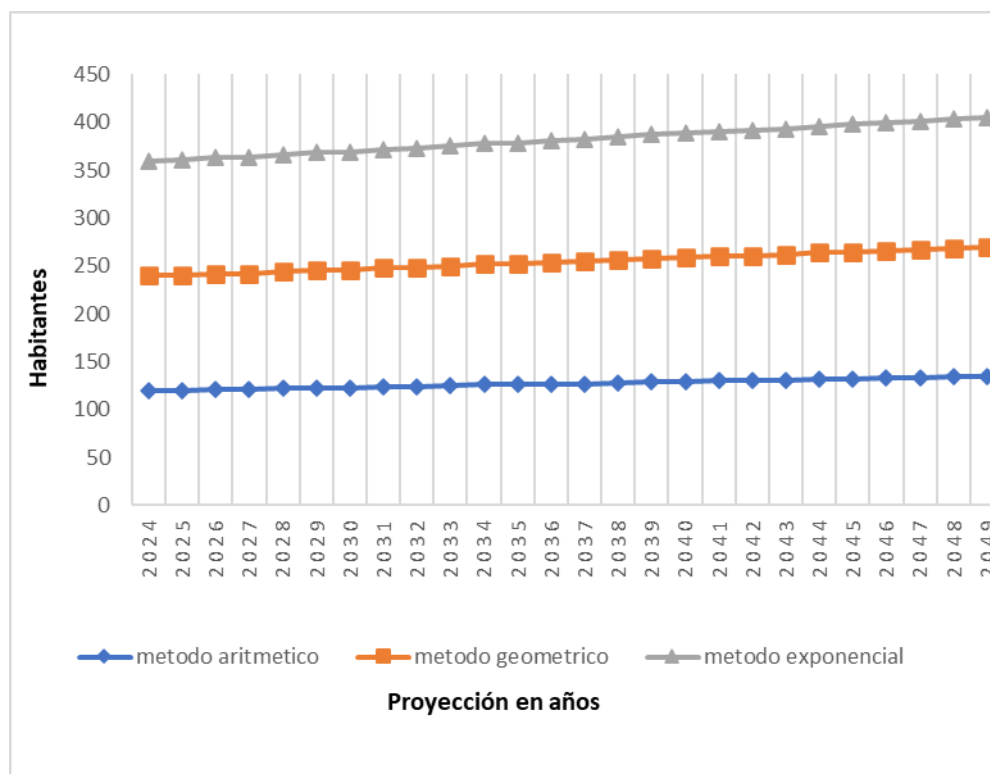


Figura No. 2. Proyección de la población por métodos aritmético, geométrico y exponencial

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 capítulo 1, del título 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 del sector Guayabales- La Sirena del corregimiento La Buitrera, 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 Guayabales- La Sirena 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:

- *Coficiente 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.
- P_S = 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 ($m^3/suscriptor\text{-mes}$).

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 Guayabales- La Sirena 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 Guayabales- La Sirena 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 Guayabales- La Sirena 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 Guayabales- La Sirena 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 Guayabales- La Sirena 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 Guayabales- La Sirena 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:

$$Q_{MH} = Q_{MD} \times F$$

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 Guayabales-La Sirena 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 Guayabales- La Sirena 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 Guayabales-La Sirena 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 Guayabales- La Sirena 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 Guayabales

Año	Poblacion de Diseño	Dotacion Neta Maxima (L/dia)	CAUDAL SISTEMA DE ALCANTARILLADO							
			Q _{MD} (L/s)	F	Q _{MH} (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	411	130	0,53	1,92	1,01	0,77	0,15	0,08	1,24	1,50
2025	413	130	0,53	1,92	1,01	0,77	0,15	0,08	1,24	1,50
2026	415	130	0,53	1,92	1,02	0,77	0,15	0,08	1,25	1,50
2027	417	130	0,53	1,91	1,02	0,77	0,15	0,08	1,25	1,50
2028	419	130	0,54	1,91	1,03	0,77	0,15	0,08	1,26	1,50
2029	421	130	0,54	1,91	1,03	0,77	0,15	0,08	1,26	1,50
2030	424	130	0,54	1,91	1,04	0,77	0,15	0,08	1,27	1,50
2031	426	130	0,54	1,91	1,04	0,77	0,15	0,08	1,27	1,50
2032	428	130	0,55	1,91	1,05	0,77	0,15	0,08	1,28	1,50
2033	430	130	0,55	1,91	1,05	0,77	0,15	0,08	1,28	1,50
2034	432	130	0,55	1,91	1,05	0,77	0,15	0,08	1,29	1,50
2035	434	130	0,56	1,91	1,06	0,77	0,15	0,08	1,29	1,50
2036	436	130	0,56	1,91	1,06	0,77	0,15	0,08	1,29	1,50
2037	439	130	0,56	1,90	1,07	0,77	0,15	0,08	1,30	1,50
2038	441	130	0,56	1,90	1,07	0,77	0,15	0,08	1,30	1,50
2039	443	130	0,57	1,90	1,08	0,77	0,15	0,08	1,31	1,50
2040	445	130	0,57	1,90	1,08	0,77	0,15	0,08	1,31	1,50
2041	447	130	0,57	1,90	1,09	0,77	0,15	0,08	1,32	1,50
2042	450	130	0,58	1,90	1,09	0,77	0,15	0,08	1,32	1,50
2043	452	130	0,58	1,90	1,10	0,77	0,15	0,08	1,33	1,50
2044	454	130	0,58	1,90	1,10	0,77	0,15	0,08	1,33	1,50
2045	456	130	0,58	1,90	1,11	0,77	0,15	0,08	1,34	1,50
2046	459	130	0,59	1,90	1,11	0,77	0,15	0,08	1,34	1,50
2047	461	130	0,59	1,90	1,12	0,77	0,15	0,08	1,35	1,50
2048	463	130	0,59	1,89	1,12	0,77	0,15	0,08	1,35	1,50
2049	466	130	0,60	1,89	1,13	0,77	0,15	0,08	1,36	1,50
2050	468	130	0,60	1,89	1,13	0,77	0,15	0,08	1,36	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 1,00 Pa. El cual se podrá calcular mediante la expresión:

$$T = \gamma * Rh * S$$

Donde:

τ : es el esfuerzo cortante expresado en kg/m²

γ : es la densidad del agua en kg/m³

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%, $\varnothing \geq 600$ 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
$D \leq 300$ mm	170 mm
$300 \text{ mm} > D \leq 450$ mm	280 mm
$450 \text{ mm} > D \leq 900$ mm	360 mm

3.10 CLASE DE TUBERÍA Y CIMENTACIÓN

Se utilizará tubería de PVC ($n=0.009$ para diámetros $\leq 42"$ 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 Guayabales- La Sirena 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 Guayabales- La Sirena 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 Guayabales- La Sirena 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 Guayabales- La Sirena 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 Guayabales- La Sirena del corregimiento La Buitrera del municipio de Santiago de Cali (Valle del Cauca).

