OCTUBRE DE 2025

ALCALDÍA DE SANTA MARTA
Distrito Turístico, Cultural e Histórico

MEJORAMIENTO MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA MALLA VIAL A TRAVÉS DEL PROGRAMA TRANSFORMANDO MI BARRIO EN EL DISTRITO DE SANTA MARTA

MEMORIAS DE CÁLCULO REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO SANITARIO

Contenido

FUNDAMENTOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO 3

1. ÁREA DE ESTUDIO 3

2. ASPECTOS GENERALES 5

2.1. Periodo de diseño 5

2.2. Dotación neta máxima 5

2.3. Dotación bruta 5

3. SISTEMA DE LAS REDES DE ACUEDUCTO 6

3.1. Estimación de la población 6

3.1.1. Tasa de crecimiento 6

3.1.2. Proyección poblacional 7

3.2. Cálculo de la demanda de agua 9

3.2.1. Caudal de diseño 9

3.2.2. Curva de consumo 11

3.3. Modelación hidráulica 12

4. SISTEMA DE REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO 20

4.1. Consideraciones técnicas generales de las redes de alcantarillado 20

4.1.1. Densidad poblacional 20

4.1.2. Coeficiente de retorno 22

4.1.3. Caudales medio de aguas servidas 23

4.1.4. Caudal medio diario 23

4.1.5. Caudal máximo horario 23

4.1.6. Caudal de conexiones erradas 24

4.1.7. Caudal de infiltración 24

4.1.8. Caudal de diseño 24

4.2. Criterios para el diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario 25

4.2.1. Diámetro interno real mínimo en los alcantarillados sanitarios. 25

4.2.2. Criterio de autolimpieza en los alcantarillados sanitarios. 25

4.2.3. Velocidad máxima en los alcantarillados sanitarios 25

4.2.4. Relación máxima entre profundidad de flujo y diámetro de la tubería en los alcantarillados sanitarios. 25

4.3. Resultados diseño hidráulicos redes de alcantarillado sanitario..... 26

FUNDAMENTOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO

El diseño se realizó de acuerdo a la normativa vigente Resolución 0330 del 08 de junio de 2017, su modificatoria la Resolución 0799 del 09 de diciembre de 2021 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

1. ÁREA DE ESTUDIO

Las áreas de intervención se distribuyen en diferentes barrios del Distrito de Santa Marta, en los cuales se ejecutará un proyecto de pavimentación de la malla vial. En este contexto, se plantea la rehabilitación y construcción de redes de acueducto y alcantarillado sanitario con el fin de prevenir intervenciones posteriores sobre la vía terminada, garantizando así la funcionalidad y durabilidad de las obras.

Los tramos a intervenir presentan condiciones urbanas consolidadas, algunos tramos cuentan con presencia de redes en estado de obsolescencia y, en algunos casos, ausencia de infraestructura de acueducto y alcantarillado. Así mismo existen tramos que no requieren intervención de acueducto y alcantarillado teniendo en cuenta que se encuentran en buen estado y funcional.

Las intervenciones se localizan en los siguientes tramos:



Ilustración 1 Tramo Altos de Bahía Concha

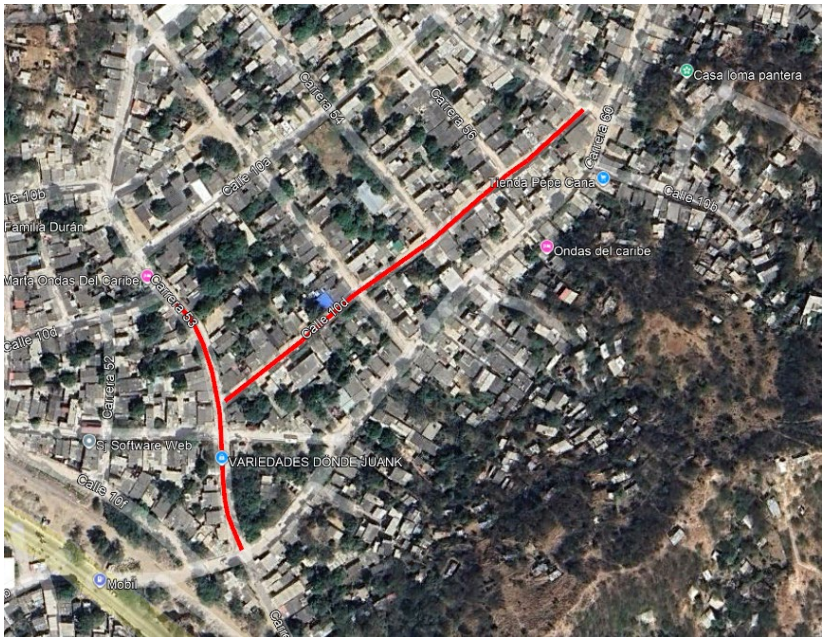


Ilustración 2 Tramo Ondas del Caribe Calle 10d entre Cra. 53 y 57 ; Carrera 53 entre Cll. 10d y 10f



Ilustración 3 Tramo Líbano 2000 Calle 46

2. ASPECTOS GENERALES

2.1. Periodo de diseño

El periodo de diseño para todos los componentes de acueducto, alcantarillado y aseo, se adopta como periodo de diseño de 25 años (Capítulo 1 Artículo 40. Periodo de diseño. Resolución número 0330 de junio 8 de 2017).

2.2. Dotación neta máxima

Se estable como valor máximo de acuerdo a lo establecido en la tabla 1 del artículo 43 de la resolución 330 de 2017.

Tabla 2.1 Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida

Altura Promedio Sobre el Nivel del Mar	Dotación Neta (l/hab.dia)
> 2000 m s. n. m.	120
1000 – 2000 m s. n. m.	130
< 1000 m s. n. m.	140

La ciudad de Santa Marta se encuentra por debajo de los 1000 m.s.n.m, por lo cual se establece una dotación máxima de 140 l/hab.dia.

2.3. Dotación bruta

La dotación bruta para el diseño de cada uno de los componentes que conforman un sistema de acueducto se calcula conforme a la siguiente ecuación:

$$d_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \%p}$$

Donde:
d_{bruta}: Dotación bruta.
d_{neta}: Dotación neta.
$\%p$: Pérdidas técnicas máximas admisibles para diseño.

El porcentaje de pérdidas técnicas máximas en la ecuación anterior engloba el total de pérdidas esperadas en todos los componentes del sistema (como conducciones, aducciones y redes), así como las necesidades de la planta de tratamiento de agua potable, y no deberá superar el 25%.

3. SISTEMA DE LAS REDES DE ACUEDUCTO

3.1. Estimación de la población

El estudio de población que se especifica, tiene como propósito presentar la evolución de la población con base en la información existente, con el fin de proporcionar elementos de entrada válidos para el desarrollo de los diseños.

3.1.1. Tasa de crecimiento

Con base a la información disponible de los censos realizados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE en los años 2005 y 2018 para la ciudad de Santa Marta, se calculan las tasas intercensales para determinar la población futura mediante los métodos Aritmético, Geométrico y Exponencial.

En las tasas de crecimiento, se realiza una verificación del comportamiento demográfico de la ciudad de Santa Marta a nivel de la cabecera, tomando como base la información de las proyecciones de población a nivel municipal periodo 2005 – 2019 realizada por el DANE, de tal manera que permita establecer el comportamiento de la región y la realidad de la zona del proyecto.

Tabla 3.1 Tasas intercensales cabecera municipal Santa Marta

PROYECCIONES DE POBLACIÓN SEGÚN DANE		TASA PROYECCIÓN			
AÑO	CABECERA MUNICIPAL ESTIMADA (hab)	AÑO	TASA CABECERA MUNICPAL		
2005	358.578		GEOM	EXP	ARIT
2006	366.037	2006	2,08%	2,06%	7459
2007	373.420	2007	2,02%	2,00%	7383
2008	380.715	2008	1,95%	1,93%	7295
2009	387.911	2009	1,89%	1,87%	7196
2010	394.981	2010	1,82%	1,81%	7070
2011	401.820	2011	1,73%	1,72%	6839
2012	408.446	2012	1,65%	1,64%	6626
2013	415.001	2013	1,60%	1,59%	6555
2014	421.364	2014	1,53%	1,52%	6363
2015	427.734	2015	1,51%	1,50%	6370
2016	435.062	2016	1,71%	1,70%	7328
2017	443.395	2017	1,92%	1,90%	8333
2018	455.299	2018	2,68%	2,65%	11904
2019	471.475	2019	3,55%	3,49%	16176
		Tasa Promedio	1,98%	1,96%	8064,07

Con base en lo anterior, para estimar la proyección de población del Proyecto, aplicará el método de proyección geométrico, al determinar que éste se ajusta a las condiciones actuales y futuras de la ciudad de Santa Marta, así mismo con base en lo anterior adoptará como tasa de crecimiento el valor promedio de la tasa geométrica según los resultados obtenidos con el censo y proyecciones del DANE, la cual corresponde a una tasa de 1,98% anual.

3.1.2. Proyección poblacional

Para el cálculo de la población de diseño de la red de acueducto se consideran las áreas aferentes y el número máximo de unidades de vivienda por hectárea definido en el POT, junto con el promedio de habitantes por vivienda (DANE 2018). Con estos criterios se proyecta la población futura a 25 años y, mediante regresión geométrica con la tasa de crecimiento anual del 1,98% adoptada para Santa Marta, se estima la población actual. De esta forma, el diseño se válida para condiciones presentes y futuras.

Tramo Altos de Bahía Concha



Ilustración 4 Área aferente acueducto Tramo Altos de Bahía Concha

	Actual	Futura	
Viviendas	163	266	Viviendas Maximas POT
Area	1,66	1,66	ha
POT	98	160	Umax_vv_ha
Densidad	4,00	4,00	hab/viv (CNPV2018)
Poblacion	653	1064	habitantes

Tramo Ondas del Caribe Calle 10d entre Cra. 53 y 57; Carrera 53 entre Cll. 10d y 10f



Ilustración 5 Área aferente acueducto Tramo Ondas del Caribe

	Actual	Futura	
Viviendas	196	319	Viviendas Maximas POT
Area	1,99	1,99	ha
POT	98	160	Umax_vv_ha
Densidad	4,00	4,00	hab/viv (CNPV2018)
Poblacion	783	1276	habitantes

Tramo Líbano 2000 Calle 46



Ilustración 6 Área aferente acueducto Tramo Líbano 2000

	Actual	Futura	
Viviendas	387	630	Viviendas Maximas POT
Area	2,52	2,52	ha
POT	154	250	Umax_vv_ha
Densidad	4,00	4,00	hab/viv (CNPV2018)
Poblacion	1546	2520	habitantes

3.2. Cálculo de la demanda de agua

3.2.1. Caudal de diseño

Con base en las proyecciones de población, la dotación bruta adoptada y según las variaciones diarias y horarias que pueden presentar se calcula el caudal de diseño para el sistema de acueducto según lo establecido en la tabla 2 del artículo 47 de la resolución 330 de 2017.

Tabla 3.2 Caudales de diseño

COMPONENTE	CAUDAL DE DISEÑO
Captación fuente superficial	Hasta 2 veces QMD
Captación fuente subterránea	QMD
Desarenador	QMD
Aducción	QMD
Conducción	QMD
Tanque	QMD
Red de Distribución	QMH

A continuación, se presentan las expresiones utilizadas para realizar el cálculo del caudal de diseño a 25 años

- *Caudal medio diario (Qmd)*

$$Qmd = \frac{p * d\ bruta}{86.400}$$

Donde:
P = población
d_{bruta}: Dotación bruta.

- *Caudal Máximo Diario (QMD)*

$$QMD = Qmd \times K_1$$

Donde:
Qmd = Caudal medio diario
K_1 = factores de mayoración

- *Caudal Máximo Horario (QMH)*

$$QMH = QMD \times K_2$$

Donde:
QMD= Caudal máximo horario
K_2 = factores de mayoración

Para los factores de mayoración K1 y K2, se establecerá de acuerdo a lo estipulado en el artículo 47 parágrafo 2 de la resolución 330 de 2017:

"ARTÍCULO 47. CAUDALES DE DISEÑO"

PARÁGRAFO 2. Los factores de mayoración K1 y K2 deben calcularse para cada caso con base en los registros históricos de macromedición. En condiciones excepcionales en las que dicha información no esté disponible, debe justificarse la selección de los valores empleados.

Para poblaciones menores o iguales de 12.500 habitantes, al periodo de diseño, en ningún caso el factor K1 será superior a 1.3 ni el factor K2 superior a 1.6. Para poblaciones mayores de 12.500 habitantes, al periodo de diseño, en ningún caso el factor K1 será superior a 1.2 ni el factor K2 superior a 1.5."

ESTIMACIÓN DE CAUDALES REQUERIDOS

* Periodo de diseño	25	años	*Res. 330/17-Art. 40*
* Dotación Máxima	140	L/hab.dia	*Res. 330/17-Art. 43*
* % Perdidas	25%		*Res. 330/17-Art. 44-Paragrafo 2*
* Factor k1	1,2		*Res. 330/17-Art. 47-Paragrafo 2*
* Factor K2	1,5		*Res. 330/17-Art. 47-Paragrafo 2*

1. Altos de Bahia Concha

	POBLACIÓN TOTAL (hab)	COBERTURA ACUEDUCTO (%)	POBLACIÓN ATENDIDA (hab)	DOTACIÓN NETA (l/hab-d)	PÉRDIDAS (%)	DOTACIÓN BRUTA (L/hab-d)	CAUDAL MEDIO DIARIO Qmd = (l/s)	CAUDAL MÁXIMO DIARIO	CAUDAL MÁXIMO HORARIO
Actual	620	100	620	140	25,00	186,7	1,34	1,61	2,41
Futura	1.011	100	1.011	140	25,00	186,7	2,18	2,62	3,92

2. Sector Ondas del Caribe

	POBLACIÓN TOTAL (hab)	COBERTURA ACUEDUCTO (%)	POBLACIÓN ATENDIDA (hab)	DOTACIÓN NETA (l/hab-d)	PÉRDIDAS (%)	DOTACIÓN BRUTA (L/hab-d)	CAUDAL MEDIO DIARIO Qmd = (l/s)	CAUDAL MÁXIMO DIARIO	CAUDAL MÁXIMO HORARIO
Actual	783	100	783	140	25,00	186,7	1,69	2,03	3,04
Futura	1.276	100	1.276	140	25,00	186,7	2,76	3,31	4,97

3 Tramo Líbano 2000 Calle 46

	POBLACIÓN TOTAL (hab)	COBERTURA ACUEDUCTO (%)	POBLACIÓN ATENDIDA (hab)	DOTACIÓN NETA (l/hab-d)	PÉRDIDAS (%)	DOTACIÓN BRUTA (L/hab-d)	CAUDAL MEDIO DIARIO Qmd = (l/s)	CAUDAL MÁXIMO DIARIO	CAUDAL MÁXIMO HORARIO
Actual	1.546	100	1.546	140	25,00	186,7	3,34	4,01	6,01
Futura	2.520	100	2.520	140	25,00	186,7	5,45	6,54	9,81

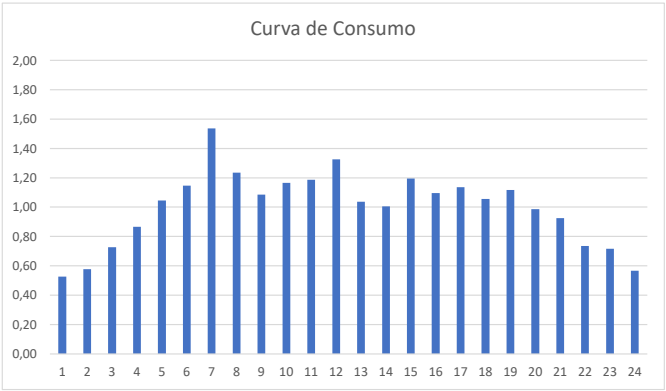
3.2.2. Curva de consumo

Se adoptará la curva de demanda de consumo adoptada por la empresa de servicios públicos ESSMAR SA ESP. Esta curva de consumo es empleada en la modelación hidráulica, con la que se pretende estimar de manera más

acertada el comportamiento hidráulico de la red de distribución en los escenarios evaluados.

Ilustración 7 Curva de consumo adoptada

Hora	Factor demanda
1	0,53
2	0,58
3	0,73
4	0,87
5	1,05
6	1,15
7	1,54
8	1,24
9	1,09
10	1,17
11	1,19
12	1,33
13	1,04
14	1,01
15	1,20
16	1,10
17	1,14
18	1,06
19	1,12
20	0,99
21	0,93
22	0,74
23	0,72
24	0,57



3.3. Modelación hidráulica

Para determinar el comportamiento hidráulico del tramo utiliza el software EPANET 2.2, que dispone de un módulo de análisis hidráulico. Para lo cual se debe tener en cuenta el trazado proyectado, la topografía realizada para tal fin, el caudal a transportar, las cotas de llegada, las características físicas de la tubería y los coeficientes de pérdidas menores.

El modelo hidráulico desarrollado en el software libre EPANET se presenta como anexo.

Es importante señalar que la modelación hidráulica de la red de distribución propuesta se desarrolló considerando las condiciones reales de operación del sistema de acueducto en la ciudad de Santa Marta, en las cuales el operador actualmente mantiene presiones inferiores a los valores mínimos exigidos por la Resolución 0330 de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, específicamente en lo establecido en su artículo 61.

En ausencia de registros recientes de presión en los sectores analizados y teniendo en cuenta el comportamiento operativo actual del sistema, para efectos de modelación se asumió una presión de servicio promedio de 10 m.c.a.

durante la hora de mayor consumo (7:00 a.m.), valor representativo de las condiciones de operatividad del sistema de acueducto en la ciudad. Este valor se adopta únicamente como referencia hidráulica para el análisis del comportamiento del sistema y no implica cumplimiento de los valores normativos mínimos exigidos.

El modelo desarrollado corresponde a una simulación aislada que representa únicamente un segmento reducido de la red. Su comportamiento hidráulico está condicionado al análisis integral del sistema completo de acueducto operado por la Empresa prestadora, por lo que resulta necesario incorporar y ajustar esta modelación dentro de un modelo global que contemple todos sus componentes

- ***Tramo Altos de Bahía Concha***

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la modelación hidráulica con EPANET 2.2 para la hora de máximo consumo (7:00 a.m.), considerando las condiciones de operatividad asumidas en el modelo.

La red está conformada por tuberías de material de PEAD PE100/PN10 en diferentes diámetros, según las necesidades hidráulicas de cada tramo. Para la estimación de pérdidas de energía se empleó el método de Darcy–Weisbach, considerando un coeficiente de pérdidas menores de 1,5 y un coeficiente de rugosidad de 0,005 mm.

En las tablas siguientes se presentan los valores de caudales, pérdidas de carga, presiones y alturas piezométricas obtenidos en los diferentes nodos y tramos analizados.

Tabla 3.3 Resultados Modelación Hidráulica Actual (hora máximo consumo 7:00 am)

Network Table - Nodes at 7:00 Hrs

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc N1	53.13	0.223	0.34	64.98	11.85
Junc N2	54.69	0.223	0.34	64.96	10.27
Junc N3	54.88	0.223	0.34	64.96	10.08
Junc N4	57.155	0.223	0.34	64.95	7.79
Junc N5	57.34	0.223	0.34	64.94	7.60
Junc N6	57.98	0.223	0.34	64.94	6.96

Network Table - Links at 7:00 Hrs

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe p1	27.25	97.2	0.005	1.72	0.23	0.86	0.031
Pipe p2	7.22	79.5	0.005	0.34	0.07	0.16	0.054
Pipe p3	44.17	97.2	0.005	1.03	0.14	0.32	0.032
Pipe p4	14.00	79.5	0.005	0.34	0.07	0.14	0.046
Pipe p5	19.06	97.2	0.005	0.34	0.05	0.05	0.047
Pipe 1	10.58	97.2	0.005	2.06	0.28	1.54	0.038

Tabla 3.4 Resultados Modelación Hidráulica Futura (hora máximo consumo 7:00 am)

Network Table - Nodes at 7:00 Hrs

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc N1	53.13	0.363	0.56	64.96	11.83
Junc N2	54.69	0.363	0.56	64.90	10.21
Junc N3	54.88	0.363	0.56	64.90	10.02
Junc N4	57.155	0.363	0.56	64.87	7.71
Junc N5	57.34	0.363	0.56	64.86	7.52
Junc N6	57.98	0.363	0.56	64.87	6.89

Network Table - Links at 7:00 Hrs

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe p1	27.25	97.2	0.005	2.80	0.38	2.08	0.028
Pipe p2	7.22	79.5	0.005	0.56	0.11	0.40	0.049
Pipe p3	44.17	97.2	0.005	1.68	0.23	0.77	0.029
Pipe p4	14.00	79.5	0.005	0.56	0.11	0.33	0.041
Pipe p5	19.06	97.2	0.005	0.56	0.08	0.12	0.042
Pipe 1	10.58	97.2	0.005	3.35	0.45	3.80	0.035

De acuerdo con los resultados obtenidos, para la hora de máximo consumo (7:00 a.m.), el sistema presenta presiones de servicio en el rango de 7 a 11 m.c.a. para las condiciones actuales y futura, en los nodos analizados. Los diámetros y materiales seleccionados permiten mantener condiciones hidráulicas adecuadas y presiones dentro del rango operativo esperado.

En este sentido, aunque el diseño garantiza la funcionalidad hidráulica de la red propuesta, no corresponde al diseñador asegurar el cumplimiento de los rangos normativos de presión, ya que esta responsabilidad recae en el operador del sistema de acueducto, quien debe implementar las medidas e inversiones necesarias para alcanzar los niveles de servicio exigidos por la normativa vigente.

- ***Tramo Ondas del Caribe Calle 10d entre Cra. 53 y 57; Carrera 53 entre Cll. 10d y 10f***

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la modelación hidráulica con EPANET 2.2 para la hora de máximo consumo (7:00 a.m.), considerando las condiciones de operatividad asumidas en el modelo.

La red está conformada por tuberías de material de PEAD PE100/PN10 en diferentes diámetros, según las necesidades hidráulicas de cada tramo. Para la estimación de pérdidas de energía se empleó el método de Darcy–Weisbach, considerando un coeficiente de pérdidas menores de 1,5 y un coeficiente de rugosidad de 0,005 mm.

En las tablas siguientes se presentan los valores de caudales, pérdidas de carga, presiones y alturas piezométricas obtenidos en los diferentes nodos y tramos analizados.

Tabla 3.5 Resultados Modelación Hidráulica Actual (hora máximo consumo 7:00 am)

Network Table - Nodes at 7:00 Hrs

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc n1	21.87	0.130	0.20	29.86	7.99
Junc n2	21.17	0.130	0.20	29.86	8.69
Junc n3	21.17	0.130	0.20	29.86	8.69
Junc n4	20.97	0.130	0.20	29.87	8.90
Junc n5	20.97	0.130	0.20	29.87	8.90
Junc n6	20.91	0	0.00	29.89	8.98
Junc n7	20.91	0.130	0.20	29.89	8.98
Junc n8	20.91	0.130	0.20	29.89	8.98
Junc n9	20.91	0.130	0.20	29.89	8.98
Junc n10	20.85	0.130	0.20	29.93	9.08
Junc n11	20.87	0.130	0.20	29.98	9.11
Junc n12	21.32	0.130	0.20	29.97	8.65
Junc n13	20.94	0.130	0.20	29.97	9.03
Junc n14	20.5	0.130	0.20	29.99	9.49

Network Table - Links at 7:00 Hrs

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe p1	58.61	97.2	0.005	0.20	0.03	0.01	0.032
Pipe p2	11.42	79.5	0.005	0.20	0.04	0.05	0.045
Pipe p3	55.14	97.2	0.005	0.60	0.08	0.12	0.036
Pipe p4	11.42	79.5	0.005	0.20	0.04	0.05	0.045
Pipe p5	56.04	97.2	0.005	1.00	0.13	0.30	0.032
Pipe p6	11.42	79.5	0.005	0.20	0.04	0.05	0.045
Pipe p7	13.08	79.5	0.005	-0.20	0.04	0.05	0.044
Pipe p8	0.65	97.2	0.005	1.20	0.16	3.46	0.252
Pipe p9	51.74	97.2	0.005	1.60	0.22	0.70	0.029
Pipe p10	58.67	97.2	0.005	1.80	0.24	0.85	0.028
Pipe p11	76.68	141.5	0.005	0.20	0.01	0.00	0.039
Pipe p12	16.16	141.5	0.005	0.40	0.03	0.01	0.052
Pipe p13	74	141.5	0.005	2.40	0.15	0.24	0.028
Pipe 1	21.07	141.5	0.005	2.60	0.17	0.35	0.035

Tabla 3.6 Resultados Modelación Hidráulica Futura (hora máximo consumo 7:00 am)

Network Table - Nodes at 7:00 Hrs

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc n1	21.87	0.212	0.33	29.67	7.80
Junc n2	21.17	0.212	0.33	29.67	8.50
Junc n3	21.17	0.212	0.33	29.67	8.50
Junc n4	20.97	0.212	0.33	29.69	8.72
Junc n5	20.97	0.212	0.33	29.69	8.72
Junc n6	20.91	0	0.00	29.73	8.82
Junc n7	20.91	0.212	0.33	29.73	8.82
Junc n8	20.91	0.212	0.33	29.73	8.82
Junc n9	20.91	0.212	0.33	29.73	8.82
Junc n10	20.85	0.212	0.33	29.82	8.97
Junc n11	20.87	0.212	0.33	29.94	9.07
Junc n12	21.32	0.212	0.33	29.94	8.62
Junc n13	20.94	0.212	0.33	29.94	9.00
Junc n14	20.5	0.212	0.33	29.98	9.48

Network Table - Links at 7:00 Hrs

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe p1	58.61	97.2	0.005	0.33	0.04	0.04	0.043
Pipe p2	11.42	79.5	0.005	0.33	0.07	0.13	0.048
Pipe p3	55.14	97.2	0.005	0.98	0.13	0.29	0.032
Pipe p4	11.42	79.5	0.005	0.33	0.07	0.13	0.048
Pipe p5	56.04	97.2	0.005	1.63	0.22	0.72	0.028
Pipe p6	11.42	79.5	0.005	0.33	0.07	0.13	0.048
Pipe p7	13.08	79.5	0.005	-0.33	0.07	0.13	0.047
Pipe p8	0.65	97.2	0.005	1.96	0.26	9.09	0.249
Pipe p9	51.74	97.2	0.005	2.61	0.35	1.67	0.026
Pipe p10	58.67	97.2	0.005	2.94	0.40	2.04	0.025
Pipe p11	76.68	141.5	0.005	0.33	0.02	0.01	0.035
Pipe p12	16.16	141.5	0.005	0.65	0.04	0.03	0.049
Pipe p13	74	141.5	0.005	3.92	0.25	0.57	0.026
Pipe 1	21.07	141.5	0.005	4.24	0.27	0.85	0.032

De acuerdo con los resultados obtenidos, para la hora de máximo consumo (7:00 a.m.), el sistema presenta presiones de servicio en el rango de 7 a 10 m.c.a. para las condiciones actuales y futura, en los nodos analizados. Los diámetros y materiales seleccionados permiten mantener condiciones hidráulicas adecuadas y presiones dentro del rango operativo esperado.

En este sentido, aunque el diseño garantiza la funcionalidad hidráulica de la red propuesta, no corresponde al diseñador asegurar el cumplimiento de los rangos normativos de presión, ya que esta responsabilidad recae en el operador del sistema de acueducto, quien debe implementar las medidas e inversiones necesarias para alcanzar los niveles de servicio exigidos por la normativa vigente.

- ***Tramo Líbano 2000 Calle 46***

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la modelación hidráulica con EPANET 2.2 para la hora de máximo consumo (7:00 a.m.), considerando las condiciones de operatividad asumidas en el modelo.

La red está conformada por tuberías de material de PEAD PE100/PN10 en diferentes diámetros, según las necesidades hidráulicas de cada tramo. Para la estimación de pérdidas de energía se empleó el método de Darcy–Weisbach, considerando un coeficiente de pérdidas menores de 1,5 y un coeficiente de rugosidad de 0,005 mm.

En las tablas siguientes se presentan los valores de caudales, pérdidas de carga, presiones y alturas piezométricas obtenidos en los diferentes nodos y tramos analizados.

Tabla 3.7 Resultados Modelación Hidráulica Actual (hora máximo consumo 7:00 am)

Network Table - Nodes at 7:00 Hrs

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc n1	28.26	0.304	0.47	47.14	18.88
Junc n2	28.85	0.304	0.47	46.52	17.67
Junc n3	28.91	0.304	0.47	46.02	17.11
Junc n4	28.91	10	15.40	45.64	16.73
Junc n5	28.74	0.304	0.47	47.01	18.27
Junc n6	28.72	0.304	0.47	46.95	18.23
Junc n7	28.63	0.304	0.47	46.93	18.30
Junc n8	28.30	0.304	0.47	46.90	18.60
Junc n9	28.31	0.304	0.47	46.90	18.59
Junc n10	28.88	0.304	0.47	46.20	17.32
Junc n11	28.6	0.304	0.47	46.90	18.30
Junc n12	28.30	0.304	0.47	46.90	18.60
Resvr R-1	60	#N/A	-20.55	60.00	0.00

Network Table - Links at 7:00 Hrs

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe p1	34.59	97.2	0.005	9.29	1.25	17.90	0.022
Pipe p2	29.56	97.2	0.005	8.82	1.19	16.81	0.023
Pipe p4	87.71	97.2	0.005	2.48	0.33	1.46	0.025
Pipe p5	61.76	97.2	0.005	2.01	0.27	1.03	0.027
Pipe p6	30.59	97.2	0.005	1.55	0.21	0.70	0.031
Pipe p7	74.24	97.2	0.005	1.08	0.15	0.34	0.030
Pipe p8	63.63	97.2	0.005	7.51	1.01	11.07	0.021
Pipe p9	54.65	97.2	0.005	0.33	0.04	0.04	0.043
Pipe p10	197.68	97.2	0.005	-0.14	0.02	0.01	0.036
Pipe 1	12.08	97.2	0.005	8.31	1.12	19.72	0.030
Pipe 2	200	97.2	0.005	20.55	2.77	64.30	0.016
Pipe 3	1.59	97.2	0.005	15.40	2.08	243.16	0.108
Pipe 4	5.73	97.2	0.005	-0.61	0.08	0.21	0.059
Pipe 5	11.98	97.2	0.005	-7.04	0.95	14.51	0.031

Tabla 3.8 Resultados Modelación Hidráulica Futura (hora máximo consumo 7:00 am)

Network Table - Nodes at 7:00 Hrs

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc n1	28.26	0.495	0.76	43.15	14.89
Junc n2	28.85	0.495	0.76	42.45	13.60
Junc n3	28.91	0.495	0.76	41.92	13.01
Junc n4	28.91	10	15.40	41.53	12.62
Junc n5	28.74	0.495	0.76	42.94	14.20
Junc n6	28.72	0.495	0.76	42.84	14.12
Junc n7	28.63	0.495	0.76	42.81	14.18
Junc n8	28.30	0.495	0.76	42.79	14.49
Junc n9	28.31	0.495	0.76	42.83	14.52
Junc n10	28.88	0.495	0.76	42.09	13.21
Junc n11	28.6	0.495	0.76	42.81	14.21
Junc n12	28.30	0.495	0.76	42.79	14.49
Resvr R-1	60	#N/A	-23.79	60.00	0.00

Network Table - Links at 7:00 Hrs

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe p1	34.59	97.2	0.005	9.95	1.34	20.30	0.022
Pipe p2	29.56	97.2	0.005	9.18	1.24	18.10	0.023
Pipe p4	87.71	97.2	0.005	3.32	0.45	2.45	0.023
Pipe p5	61.76	97.2	0.005	2.56	0.34	1.58	0.025
Pipe p6	30.59	97.2	0.005	1.79	0.24	0.91	0.030
Pipe p7	74.24	97.2	0.005	1.03	0.14	0.31	0.031
Pipe p8	63.63	97.2	0.005	7.74	1.04	11.69	0.020
Pipe p9	54.65	97.2	0.005	1.26	0.17	0.45	0.030
Pipe p10	197.68	97.2	0.005	0.49	0.07	0.08	0.036
Pipe 1	12.08	97.2	0.005	9.76	1.32	26.72	0.029
Pipe 2	200	97.2	0.005	23.79	3.21	84.23	0.016
Pipe 3	1.59	97.2	0.005	15.40	2.08	243.16	0.108
Pipe 4	5.73	97.2	0.005	-0.27	0.04	0.04	0.064
Pipe 5	11.98	97.2	0.005	-6.98	0.94	14.25	0.031

De acuerdo con los resultados obtenidos, para la hora de máximo consumo (7:00 a.m.), el sistema presenta presiones de servicio en el rango de 10 a 18 m.c.a. para las condiciones actuales y futura, en los nodos analizados. Los diámetros y materiales seleccionados permiten mantener condiciones hidráulicas adecuadas y presiones dentro del rango operativo esperado.

El tramo identificado como Pipe 3 corresponde a la derivación prevista para la instalación de un hidrante. En este caso, se observa una pérdida unitaria de notablemente superior al resto de los tramos.

Este valor se explica por la longitud reducida del tramo y el alto caudal puntual que representa la demanda de un hidrante operativo. Al tener un tramo corto, la pérdida total efectiva sigue siendo baja de 0,39 m.c.a, aunque la relación m/km resulte elevada. Por lo tanto, el resultado no implica un problema hidráulico ni un sobredimensionamiento, sino una característica local del cálculo debida a la combinación de caudal elevado y longitud mínima. El sistema, en conjunto, garantiza el suministro requerido para el hidrante con presiones residuales adecuadas.

En este sentido, aunque el diseño garantiza la funcionalidad hidráulica de la red propuesta, no corresponde al diseñador asegurar el cumplimiento de los rangos normativos de presión, ya que esta responsabilidad recae en el operador del sistema de acueducto, quien debe implementar las medidas e inversiones necesarias para alcanzar los niveles de servicio exigidos por la normativa vigente.

4. SISTEMA DE REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Los sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales deben diseñarse para la máxima densidad de la población futura o densidad de saturación, la cual depende de la estratificación socioeconómica, el uso de la tierra y el ordenamiento urbano. Para la etapa de diseño, se debe establecer el comportamiento hidráulico del sistema con base en la población actual o de arranque, de manera que se garantice su funcionamiento adecuado desde la puesta en operación, con capacidad de adaptación al crecimiento futuro previsto.

4.1. Consideraciones técnicas generales de las redes de alcantarillado

4.1.1. Densidad poblacional

Para el cálculo de la población de cada uno de los tramos que conformarán las redes de alcantarillado, se consideran las áreas aferentes correspondientes a cada tramo y el número máximo de unidades de vivienda por hectárea definido en el POT, de acuerdo con el uso de suelo. Con base en este criterio, y considerando el número promedio de habitantes por vivienda (DANE 2018), se proyecta la población futura al horizonte de diseño de 25 años. Adicionalmente, para estimar las condiciones actuales de diseño, se aplicó una regresión inversa

utilizando el método geométrico, a partir de la tasa de crecimiento poblacional anual del 1,98% establecida para Santa Marta, obteniéndose así la población base del periodo inicial. De esta manera, el diseño de las redes se valida tanto para el escenario actual como para el futuro, asegurando su funcionalidad hidráulica en ambos escenarios.

- **<u>Tramo Altos de Bahía Concha</u>**



Ilustración 8 Área Aferente Alcantarillado Altos de Bahía Concha

- ***<u>Tramo Ondas del Caribe Calle 10d entre Cra. 53 y 57; Carrera 53 entre Cll. 10d y 10f</u>***



Ilustración 9 Área Aferente Alcantarillado Ondas del Caribe

- ***<u>Tramo Líbano 2000 Calle 46</u>***



Ilustración 10 Área Aferente Alcantarillado Ondas del Caribe

4.1.2. Coeficiente de retorno

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

4.1.3. Caudales medio de aguas servidas

La determinación de los caudales medios horarios de evacuación de aguas servidas está dada por la siguiente expresión:

$$Qd = \frac{(C * P * R)}{86400}$$

Dónde:
Qd = caudal promedio doméstico (L/s)
P = Población de aporte (habitantes)
C = Dotación (L/hab/d)
R = Coeficiente de retorno.

4.1.4. Caudal medio diario

En caso de existir zonas industriales, comerciales o institucionales es necesario calcular cada uno de los caudales de acuerdo a lo contemplado en el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico.

$$QMD = QD + QI + QC + QIN$$

Dónde:
QMD = caudal medio diario de aguas residuales (l/s)
QD = caudal domestico de aguas residuales (l/s)
QI = caudal industrial de aguas residuales (l/s)
QC = caudal comercial de aguas residuales (l/s)
QIN = caudal institucional de aguas residuales (l/s)

4.1.5. 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 1,4 y 3,8. (artículo 41. Resolución 0799 de 2021, modificar el artículo 134 de la Resolución 0330 de 2017).

4.1.6. 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 0.2 l/s. ha (artículo 41. Resolución 0799 de 2021, modificar el artículo 134 de la Resolución 0330 de 2017).

$$\text{Qce} = 0.2 \left(\frac{lps}{ha}\right) * área\ (ha)$$

4.1.7. 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 0,1 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. (artículo 41. Resolución 0799 de 2021, modificar el artículo 134 de la Resolución 0330 de 2017).

$$\text{Qinf} = (0.1) \left(\frac{\frac{l}{s}}{Ha}\right) * área\ (ha)$$

4.1.8. Caudal de diseño

El caudal de diseño de cada tramo de la red de colectores se obtiene sumando al caudal máximo horario del día máximo, QMH, los aportes por infiltraciones y conexiones erradas. Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea menor que 1,5 l/s, de adoptarse este último valor como caudal de diseño para el tramo. ((artículo 41. Resolución 0799 de 2021, modificar el artículo 134 de la Resolución 0330 de 2017).

$$QDT = QMH + Qce + Qinf$$

Dónde:

QDT = Caudal de diseño tramo (l/s)
QMH = Caudal máximo horario (l/s)
Qce = Caudal de conexiones erradas (l/s)
$Qinf$ = Caudal de infiltración (l/s)

4.2. Criterios para el diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario

4.2.1. Diámetro interno real mínimo en los alcantarillados sanitarios.

El diámetro interno real mínimo permitido en redes de alcantarillado sanitario es 170 mm. Para poblaciones menores de 2500 habitantes el diámetro interno real permitido es 140 mm. (Capítulo 4, Artículo 140. Resolución número 0330 de junio 8 de 2017).

4.2.2. Criterio de autolimpieza en los alcantarillados sanitarios.

La velocidad mínima real permitida en el colector de alcantarillado sanitario es aquella que genere un esfuerzo cortante e la pared de la tubería de 1,0 Pa. Los criterios de velocidad y esfuerzo cortante se deben determinar para el caudal de diseño, en las condiciones iniciales y finales del periodo de diseño. (Capítulo 4, Artículo 141. Resolución número 0330 de junio 8 de 2017).

4.2.3. Velocidad máxima en los alcantarillados sanitarios

La velocidad máxima real en un colector por gravedad no debe sobrepasar 5,0 m/s, determinada para el caudal de diseño. (Capítulo 4, Artículo 142. Resolución número 0330 de junio 8 de 2017).

4.2.4. Relación máxima entre profundidad de flujo y diámetro de la tubería en los alcantarillados sanitarios.

Para permitir la aireación adecuada del flujo de aguas residuales, el valor máximo permisible de la profundidad del flujo para el caudal de diseño en un colector es de 85% del diámetro interno real de este. (Capítulo 4, Artículo 143. Resolución número 0330 de junio 8 de 2017).

A continuación, se presentan los parámetros básicos usados en el diseño de las redes de alcantarillado sanitario:

Parámetros de cálculo redes de alcantarillado sanitario		
Dotación Neta	140	L/hab*d
Coeficiente de retorno	0,85	%
Coeficiente de erradas	0,2	L/ha
Coeficiente de infiltración	0,10	L/ha

Tabla. Resumen datos para el cálculo del alcantarillado sanitario

4.3. Resultados diseño hidráulicos redes de alcantarillado sanitario

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del diseño hidráulico de las redes de alcantarillado sanitario, los cuales incluyen el caudal de diseño, diámetros adoptados, pendientes, velocidades de flujo propuesto para cada tramo. Estos resultados garantizan el adecuado funcionamiento del sistema, conforme a las condiciones hidráulicas requeridas y la normativa técnica vigente.

Los datos se detallan en las tablas de diseño y se encuentran representados en los planos respectivos del proyecto.

- ***Tramo Altos de Bahía Concha***

Tabla 4.1 Diseño Hidráulico Redes de Alcantarillado Sanitario Altos de Bahía Concha (Actual)

Contribución l/s/ha	
Comercial y/o Institucional	
Industrial	
Vivienda	0,54
Conexiones erradas	0,20
Infiltración	0,10

Datos de población	
# hab / viv	4,0 hab / viv
Dviv (viv/ha)	98 viv / Ha
Dpob (hab/ha)	392,00 hab / Ha
d percápita	140,00 (l/hab/día)

	Tramo		Area Tributaria					Diseño Hidráulico																			
			Ha					Caudal																			
Inicio	De	A	Vivienda			Area Acumul	Población	Q Medio Diario	F	Q_{MH}	Q_{CE}	Q_{INF}	q	Long	Pend	Diam Nom min 200mm	Diam. Interior	n	V	Q	q/Q	v	Y	Y / d	F	Fuerza Tractiva
1			Area Propia	Otras	Area Acum	Total	hab	l/s		l/s	l/s	l/s	l/s	m	%	mm, "	m		m/s	l/s	≤1.0	m/s	m	≤85%		$\tau \geq .10$ kg/m^2
1	1	2	0,080	1,51	1,59	1,59	623	0,86	1,84	1,58	0,32	0,16	2,05	15,59	5,35	200-S8	0,182	0,009	3,28	85,21	0,020	1,372	0,019	10,7%	3,80	0,66
	2	3	0,148	1,62	1,77	1,77	695	0,96	1,82	1,74	0,35	0,18	2,27	28,61	5,75	200-S8	0,182	0,009	3,40	88,34	0,030	1,451	0,020	11,0%	3,95	0,73
	3	4	0,037	1,77	1,81	1,81	710	0,98	1,82	1,77	0,36	0,18	2,32	14,91	5,65	200-S8	0,182	0,009	3,37	87,57	0,030	1,450	0,020	11,2%	3,92	0,73
	4	5	0,072	1,81	1,88	1,88	738	1,02	1,81	1,84	0,38	0,19	2,40	28,26	5,40	200-S8	0,182	0,009	3,29	85,61	0,030	1,443	0,021	11,5%	3,85	0,71
	5	6	0,010	1,90	1,91	1,91	747	1,03	1,81	1,86	0,38	0,19	2,43	7,89	8,00	200-S8	0,182	0,009	4,01	104,20	0,020	1,661	0,019	10,5%	4,63	0,97

	PERFIL HIDRÁULICO																										
Inicio	Tramo		Caída	Cota Clave		Cota rasante		Tipo de rasante	Recubrimiento ≥ 0.90 m		Pozo repetido	Cota batea		$\frac{V^2}{2g}$	Energía específica	Alineamiento	FLUJO SUBCRITICO					FLUJO SUPERCRITICO						Cota Clave sugerida
1	De	A	Tramo m	Super	Infer	Super	Infer	1, 2, 3, 4 ó 5	Super	Infer	1	Super	Infer	m	m	%	r c/ϕ	HC	0.2 D H_v	Hp	Yc	0.319Qd / $\phi^{2.5}$	Hc	He	K	Hw	Super
1	1	2	0,834	56,78	55,95	57,98	57,16	1	1,20	1,21	#N/D	56,589	55,755	0,10	0,12	5,29	3				0,04	0,046	0,05	0,00	1,2	0,06	
	2	3	1,645	55,93	54,29	57,16	55,50	1	1,22	1,21		55,743	54,098	0,11	0,13	5,78	3				0,04	0,051	0,05	0,00	1,2	0,07	55,90
	3	4	0,842	54,29	53,45	55,50	54,69	1	1,21	1,24		54,098	53,255	0,11	0,13	5,43	3				0,04	0,052	0,06	0,00	1,2	0,07	54,24
	4	5	1,526	53,45	51,92	54,69	53,13	1	1,24	1,21		53,255	51,729	0,11	0,13	5,51	3				0,04	0,054	0,06	0,00	1,2	0,07	53,40
	5	6	0,631	51,89	51,26	53,13	52,46	1	1,25	1,20		51,697	51,065	0,14	0,16	8,54					0,04	0,055	0,06	0,00			51,87

Tabla 4.2 Diseño Hidráulico Redes de Alcantarillado Sanitario Altos de Bahía Concha (Futura)

Contribución l/s/ha	
Comercial y/o Institucional	
Industrial	
Vivienda	0,88
Conexiones erradas	0,20
Infiltración	0,10

Datos de población	
# hab / viv	4,0 hab / viv
Dviv (viv/ha)	160 viv / Ha
Dpob (hab/ha)	640,00 hab / Ha
d percápita	140,00 (l/hab/día)

	Tramo		Area Tributaria					Diseño Hidráulico																		
			Ha					Caudal																		
Inicio	De	A	Vivienda			Area Acumul	Población	Q Medio Diario	F	Q_{MH}	Q_{CE}	Q_{INF}	q	Long	Pend	Diam Nom min 200mm	Diam. Interior	n	V	Q	q/Q	v	Y	Y / d	F	Fuerza Tractiva
1			Area Propia	Otras	Area Acum	Total	hab	l/s		l/s	l/s	l/s	l/s	m	%	mm, "	m		m/s	l/s	≤1.0	m/s	m	≤85%		$\tau \geq .10$ kg/m^2
1	1	2	0,080	1,51	1,59	1,59	1017	1,40	1,75	2,45	0,32	0,16	2,93	15,59	5,35	200-S8	0,182	0,009	3,28	85,21	0,030	1,526	0,023	12,7%	3,87	0,77
	2	3	0,148	1,62	1,77	1,77	1135	1,56	1,73	2,71	0,35	0,18	3,24	28,61	5,75	200-S8	0,182	0,009	3,40	88,34	0,040	1,613	0,024	13,1%	4,02	0,86
	3	4	0,037	1,77	1,81	1,81	1158	1,60	1,73	2,76	0,36	0,18	3,30	14,91	5,65	200-S8	0,182	0,009	3,37	87,57	0,040	1,612	0,024	13,3%	3,99	0,85
	4	5	0,072	1,81	1,88	1,88	1204	1,66	1,72	2,86	0,38	0,19	3,42	28,26	5,40	200-S8	0,182	0,009	3,29	85,61	0,040	1,604	0,025	13,6%	3,92	0,84
	5	6	0,010	1,90	1,91	1,91	1220	1,68	1,72	2,89	0,38	0,19	3,46	7,89	8,00	200-S8	0,182	0,009	4,01	104,20	0,030	1,847	0,023	12,5%	4,72	1,14

	PERFIL HIDRÁULICO																											
Inicio	Tramo		Caída	Cota Clave		Cota rasante		Tipo de rasante	Recubrimiento ≥ 0.90 m		Pozo repetido	Cota batea		$\frac{V^2}{2g}$	Energía específica	Alineamiento	FLUJO SUBCRITICO					FLUJO SUPERCRITICO						Cota Clave sugerida
1	De	A	Tramo m	Super	Infer	Super	Infer	1, 2, 3, 4 ó 5	Super	Infer	1	Super	Infer	m	m	%	r c/ϕ	HC	0.2 D H_v	Hp	Yc	0.319Qd / $\phi^{2.5}$	Hc	He	K	Hw	Super
1	1	2	0,834	56,78	55,95	57,98	57,16	1	1,20	1,21	#N/D	56,589	55,755	0,12	0,14	5,29	3				0,05	0,066	0,06	0,00	1,2	0,07	
	2	3	1,645	55,93	54,29	57,16	55,50	1	1,22	1,21		55,740	54,095	0,13	0,16	5,78	3				0,05	0,073	0,07	0,00	1,2	0,08	55,89
	3	4	0,842	54,29	53,44	55,50	54,69	1	1,21	1,25		54,095	53,253	0,13	0,16	5,43	3				0,05	0,075	0,07	0,00	1,2	0,08	54,23
	4	5	1,526	53,44	51,92	54,69	53,13	1	1,25	1,22		53,253	51,727	0,13	0,16	5,51	3				0,05	0,077	0,07	0,00	1,2	0,08	53,39
	5	6	0,631	51,88	51,25	53,13	52,46	1	1,26	1,21		51,686	51,055	0,17	0,20	8,54					0,05	0,078	0,07	0,00			51,86
								1																			51,09

- ***Tramo ONDAS DEL CARIBE***

Tabla 4.3 Diseño Hidráulico Redes de Alcantarillado Sanitario Ondas del Caribe (Actual)

Contribución l/s/ha	
Comercial y/o Institucional	
Industrial	
Vivienda	0,54
Conexiones erradas	0,20
Infiltración	0,10

Datos de población	
# hab / viv	4,0 hab / viv
Dviv (viv/ha)	98 viv / Ha
Dpob (hab/ha)	392,00 hab / Ha
d percápita	140,00 (l/hab/día)

	Tramo		Area Tributaria					Diseño Hidráulico																			
			Ha					Caudal																			
Inicio	De	A	Vivienda			Area Acumul	Población	Q Medio Diario	F	Q_{MH}	Q_{CE}	Q_{INF}	q	Long	Pend	Diam Nom min 200mm	Diam. Interior	n	V	Q	q/Q	v	Y	Y / d	F	Fuerza Tractiva
1			Area Propia	Otras	Area Acum	Total	hab	l/s		l/s	l/s	l/s	l/s	m	%	mm, "	m		m/s	l/s	≤1.0	m/s	m	≤85%		$\tau \geq 10$ kg/m^2
1	1	2	0,158		0,16	0,16	62	0,09	2,32	0,20	0,03	0,02	1,50	60,42	1,16	200-S8	0,182	0,009	1,53	39,68	0,040	0,731	0,024	13,3%	1,81	0,18
	2	3	0,163	0,16	0,32	0,32	126	0,17	2,16	0,37	0,06	0,03	1,50	54,09	0,55	200-S8	0,182	0,009	1,05	27,32	0,050	0,563	0,029	15,9%	1,27	0,10
	3	4	0,180	0,32	0,50	0,50	196	0,27	2,06	0,56	0,10	0,05	1,50	57,08	0,55	200-S8	0,182	0,009	1,05	27,32	0,050	0,563	0,029	15,9%	1,27	0,10
	4	5	0,218	5,86	6,08	6,08	2383	3,28	1,61	5,28	1,22	0,61	7,10	55,29	0,40	250-S8	0,227	0,009	1,04	42,00	0,170	0,772	0,063	27,8%	1,16	0,15
	5	9	0,203	6,08	6,28	6,28	2463	3,39	1,60	5,44	1,26	0,63	7,32	52,47	0,40	250-S8	0,227	0,009	1,04	42,00	0,170	0,779	0,064	28,3%	1,16	0,15
1	6	7	0,10	9,76	9,86	9,86	3866	5,32	1,53	8,16	1,97	0,99	11,12	35,60	0,60	250-S8	0,227	0,009	1,27	51,44	0,220	1,014	0,072	31,6%	1,42	0,24
	7	8	0,18	9,86	10,04	10,04	3938	5,42	1,53	8,29	2,01	1,00	11,31	37,53	0,60	250-S8	0,227	0,009	1,27	51,44	0,220	1,019	0,072	31,9%	1,42	0,24
	8	9	0,06	10,04	10,10	10,10	3959	5,45	1,53	8,34	2,02	1,01	11,37	17,14	0,60	250-S8	0,227	0,009	1,27	51,44	0,220	1,021	0,073	31,9%	1,42	0,25
	9	10	0,17	16,38	16,55	16,55	6488	8,94	1,45	13,00	3,31	1,66	17,97	37,04	0,70	250-S8	0,227	0,009	1,37	55,56	0,320	1,225	0,089	39,1%	1,52	0,33
	10	11	0,23	16,55	16,78	16,78	6579	9,06	1,45	13,17	3,36	1,68	18,20	41,52	0,70	250-S8	0,227	0,009	1,37	55,56	0,330	1,229	0,089	39,4%	1,52	0,34

	PERFIL HIDRÁULICO																											
Inicio	Tramo		Caída	Cota Clave		Cota rasante		Tipo de rasante	Recubrimiento ≥ 0.90 m		Pozo repetido	Cota batea		$\frac{V^2}{2g}$	Energía especifica	Alineamiento	FLUJO SUBCRITICO					FLUJO SUPERCRITICO						Cota Clave sugerida
1	De	A	Tramo m	Super	Infer	Super	Infer	1, 2, 3, 4 ó 5	Super	Infer	1	Super	Infer	m	m	%	r c/ϕ	HC	0.2 D H_v	Hp	Yc	0.319Qd / $\phi^{2.5}$	Hc	He	K	Hw	Super
1	1	2	0,701	20,67	19,97	21,87	21,17	1	1,20	1,20	#N/D	20,479	19,778	0,03	0,05	1,16	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
	2	3	0,297	19,97	19,67	21,17	20,97	1	1,20	1,30		19,778	19,481	0,02	0,05	0,37	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	19,94
	3	4	0,314	19,67	19,36	20,97	20,91	1	1,30	1,55		19,481	19,167	0,02	0,05	0,11	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	19,65
	4	5	0,221	19,36	19,14	20,91	20,87	1	1,55	1,73		19,118	18,897	0,03	0,09	0,07	3				0,07	0,092	0,09	0,00	1,2	0,11	19,38
	5	9	0,210	19,13	18,92	20,87	20,80	1	1,74	1,88		18,896	18,686	0,03	0,10	0,13					0,07	0,095	0,09	0,00			19,09
																											18,76
1	6	7	0,21	19,37	19,16	21,32	21,14	1	1,95	1,98	#N/D	19,13	18,92	0,05	0,12	0,51	3				0,09	0,144	0,12	0,00	1,2	0,14	
	7	8	0,23	19,16	18,93	21,14	20,94	1	1,98	2,01		18,92	18,69	0,05	0,13	0,53	3				0,09	0,147	0,12	0,00	1,2	0,14	19,09
	8	9	0,10	18,93	18,83	20,94	20,87	1	2,01	2,04		18,69	18,59	0,05	0,13	0,41	3				0,09	0,148	0,12	0,00	1,2	0,14	18,86
	9	10	0,26	18,79	18,53	20,87	20,67	1	2,08	2,14	1	18,55	18,29	0,08	0,17	0,54	3				0,11	0,233	0,15	0,00	1,2	0,19	18,76
	10	11	0,29	18,53	18,24	20,67	20,53	1	2,14	2,29		18,29	18,00	0,08	0,17	0,34					0,11	0,236	0,15	0,00			18,43
																											18,10

Tabla 4.4 Diseño Hidráulico Redes de Alcantarillado Sanitario Ondas del Caribe (Fututa)

Contribución l/s/ha	
Comercial y/o Institucional	
Industrial	
Vivienda	0,88
Conexiones erradas	0,20
Infiltración	0,10

Datos de población	
# hab / viv	4,0 hab / viv
Dviv (viv/ha)	160 viv / Ha
Dpob (hab/ha)	640,00 hab / Ha
d percápita	140,00 (l/hab/día)

	Tramo		Area Tributaria					Diseño Hidráulico																	
			Ha					Caudal																	
Inicio	De	A	Vivienda			Area Acumul	Población	Q Medio Diario	F	Q_{MH}	Q_{CE}	Q_{INF}	q	Long	Pend	Diam Nom min 200mm	Diam. Interior	n	V	Q	q/Q	v	Y	Y / d	F	Fuerza Tractiva
1			Area Propia	Otras	Area Acum	Total	hab	l/s		l/s	l/s	l/s	l/s	m	%	mm, "	m		m/s	l/s	≤1.0	m/s	m	≤85%		$\tau \geq .10$ kg/m^2
1	1	2	0,158		0,16	0,16	101	0,14	2,21	0,31	0,03	0,02	1,50	60,42	1,16	200-S8	0,182	0,009	1,53	39,68	0,040	0,731	0,024	13,3%	1,81	0,18
	2	3	0,163	0,16	0,32	0,32	205	0,28	2,05	0,58	0,06	0,03	1,50	54,09	0,55	200-S8	0,182	0,009	1,05	27,32	0,050	0,563	0,029	15,9%	1,27	0,10
	3	4	0,180	0,32	0,50	0,50	321	0,44	1,97	0,87	0,10	0,05	1,50	57,08	0,55	200-S8	0,182	0,009	1,05	27,32	0,050	0,563	0,029	15,9%	1,27	0,10
	4	5	0,218	5,86	6,08	6,08	3891	5,36	1,53	8,21	1,22	0,61	10,03	55,29	0,40	250-S8	0,227	0,009	1,04	42,00	0,240	0,852	0,076	33,3%	1,16	0,17
	5	9	0,203	6,08	6,28	6,28	4020	5,54	1,53	8,45	1,26	0,63	10,34	52,47	0,40	250-S8	0,227	0,009	1,04	42,00	0,250	0,859	0,077	33,8%	1,16	0,17
1	6	7	0,10	9,76	9,86	9,86	6311	8,69	1,46	12,68	1,97	0,99	15,64	35,60	0,60	315-S8	0,284	0,009	1,48	93,48	0,170	1,095	0,079	27,7%	1,47	0,27
	7	8	0,18	9,86	10,04	10,04	6429	8,85	1,46	12,89	2,01	1,00	15,91	37,53	0,60	315-S8	0,284	0,009	1,48	93,48	0,170	1,100	0,079	27,9%	1,47	0,27
	8	9	0,06	10,04	10,10	10,10	6464	8,90	1,46	12,96	2,02	1,01	15,99	17,14	0,60	315-S8	0,284	0,009	1,48	93,48	0,170	1,102	0,079	28,0%	1,47	0,27
	9	10	0,17	16,38	16,55	16,55	10593	14,59	1,40	20,43	3,31	1,66	25,39	37,04	0,70	355-S8	0,327	0,009	1,75	147,06	0,170	1,311	0,092	28,1%	1,63	0,37
	10	11	0,23	16,55	16,78	16,78	10741	14,79	1,40	20,71	3,36	1,68	25,75	41,52	0,70	315-S8	0,284	0,009	1,59	100,97	0,250	1,332	0,098	34,4%	1,59	0,38

	PERFIL HIDRÁULICO																												
Inicio	Tramo		Caída	Cota Clave		Cota rasante		Tipo de rasante	Recubrimiento ≥ 0.90 m		Pozo repetido	Cota batea		$\frac{V^2}{2g}$	Energía específica	Alineamiento	FLUJO SUBCRITICO				FLUJO SUPERCRITICO							Cota Clave sugerida
1	De	A	Tramo m	Super	Infer	Super	Infer	1, 2, 3, 4 ó 5	Super	Infer	1	Super	Infer	m	m	%	r c/ϕ	HC	0.2 D H_v	Hp	Yc	0.319Qd / $\phi^{2.5}$	Hc	He	K	Hw	Super
1	1	2	0,701	20,67	19,97	21,87	21,17	1	1,20	1,20	#N/D	20,479	19,778	0,03	0,05	1,16	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
	2	3	0,297	19,97	19,67	21,17	20,97	1	1,20	1,30		19,778	19,481	0,02	0,05	0,37	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	19,94
	3	4	0,314	19,67	19,36	20,97	20,91	1	1,30	1,55		19,481	19,167	0,02	0,05	0,11	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	19,65
	4	5	0,221	19,34	19,12	20,91	20,87	1	1,57	1,75		19,099	18,878	0,04	0,11	0,07	3				0,08	0,130	0,11	0,00	1,2	0,13	19,38
	5	9	0,210	19,11	18,90	20,87	20,80	1	1,76	1,90		18,876	18,666	0,04	0,11	0,13					0,08	0,134	0,11	0,00			19,06
																											18,75
1	6	7	0,21	19,37	19,16	21,32	21,14	1	1,95	1,98	#N/D	19,07	18,86	0,06	0,14	0,51	2				0,10	0,116	0,13	0,00	1,2	0,16	
	7	8	0,23	19,16	18,93	21,14	20,94	1	1,98	2,01		18,86	18,63	0,06	0,14	0,53	2				0,10	0,118	0,13	0,00	1,2	0,16	19,08
	8	9	0,10	18,93	18,83	20,94	20,87	1	2,01	2,04		18,63	18,53	0,06	0,14	0,41	2				0,10	0,119	0,13	0,00	1,2	0,16	18,85
	9	10	0,26	18,83	18,57	20,87	20,67	1	2,04	2,10	1	18,49	18,23	0,09	0,18	0,54	2				0,12	0,132	0,16	0,00	1,2	0,20	18,79
	10	11	0,29	18,52	18,23	20,67	20,53	1	2,15	2,30		18,22	17,93	0,09	0,19	0,34					0,12	0,191	0,17	0,00			18,42
																											18,04

- ***<u>Tramo Líbano 2000 Calle 46</u>***

Tabla 4.5 Diseño Hidráulico Redes de Alcantarillado Sanitario Tramo Líbano 2000 Calle 46 (Actual)

Contribución l/s/ha	
Comercial y/o Institucional	
Industrial	
Vivienda	0,85
Conexiones erradas	0,20
Infiltración	0,10

Datos de población	
# hab / viv	4,0 hab / viv
Dviv (viv/ha)	154 viv / Ha
Dpob (hab/ha)	616,00 hab / Ha
d percápita	140,00 (l/hab/día)

Tramo			Area Tributaria					Diseño Hidráulico																		
			Ha					Caudal																		
Inicio	De	A	Vivienda			Area Acumul	Población	Q Medio Diario	F	Q_{MH}	Q_{CE}	Q_{INF}	q	Long	Pend	Diam Nom min 200mm	Diam. Interior	n	V	Q	q/Q	v	Y	Y / d	F	Fuerza Tractiva
1			Area Propia	Otras	Area Acum	Total	hab	l/s		l/s	l/s	l/s	l/s	m	%	mm, "	m		m/s	l/s	≤1.0	m/s	m	≤85%		$\tau \geq .10$ kg/m^2
1	1	2	0,12		0,12	0,12	71	0,10	2,29	0,22	0,02	0,01	1,50	58,27	1,30	200-S8	0,182	0,009	1,61	42,01	0,040	0,761	0,024	12,9%	1,91	0,19
1	3	4	0,07		0,07	0,07	42	0,06	2,41	0,14	0,01	0,01	1,50	29,72	0,57	200-S8	0,182	0,009	1,07	27,81	0,050	0,570	0,029	15,8%	1,29	0,10
	4	5	0,07	0,07	0,14	0,14	87	0,12	2,24	0,27	0,03	0,01	1,50	31,65	0,55	200-S8	0,182	0,009	1,05	27,32	0,050	0,563	0,029	15,9%	1,27	0,10
	5	6	0,11	0,14	0,25	0,25	152	0,21	2,12	0,44	0,05	0,02	1,50	48,62	0,55	200-S8	0,182	0,009	1,05	27,32	0,050	0,563	0,029	15,9%	1,27	0,10
	6	2	0,08	0,25	0,32	0,32	199	0,27	2,06	0,57	0,06	0,03	1,50	41,76	0,54	200-S8	0,182	0,009	1,04	27,07	0,060	0,559	0,029	16,0%	1,26	0,10
	2	EXT	1,33	0,32	1,65	1,65	1017	1,40	1,75	2,45	0,33	0,17	2,95	10,00	0,50	200-S8	0,182	0,009	1,00	26,05	0,110	0,664	0,041	22,7%	1,24	0,12
1	7	8	0,14		0,14	0,14	85	0,12	2,24	0,26	0,03	0,01	1,50	60,00	1,30	200-S8	0,182	0,009	1,61	42,01	0,040	0,761	0,024	12,9%	1,91	0,19
1	9	10	0,82		0,82	0,82	503	0,69	1,88	1,30	0,16	0,08	1,55	62,06	0,65	200-S8	0,182	0,009	1,14	29,70	0,050	0,602	0,028	15,5%	1,38	0,11
	10	8	0,12	0,82	0,94	0,94	577	0,79	1,85	1,47	0,19	0,09	1,75	57,86	0,65	200-S8	0,182	0,009	1,14	29,70	0,060	0,625	0,030	16,5%	1,38	0,12
	8	2		1,07	1,07	1,07	662	0,91	1,83	1,67	0,21	0,11	1,99	9,47	0,65	200-S8	0,182	0,009	1,14	29,70	0,070	0,649	0,032	17,5%	1,39	0,13
1	9	11	0,94		0,94	0,94	577	0,79	1,85	1,47	0,19	0,09	1,75	63,97	0,54	200-S8	0,182	0,009	1,04	27,07	0,060	0,586	0,031	17,2%	1,27	0,10
	11	12	0,41	0,94	1,34	1,34	827	1,14	1,79	2,04	0,27	0,13	2,44	29,82	0,54	200-S8	0,182	0,009	1,04	27,07	0,090	0,645	0,037	20,3%	1,28	0,12
	12	13	0,27	1,34	1,61	1,61	994	1,37	1,76	2,40	0,32	0,16	2,89	55,54	0,54	200-S8	0,182	0,009	1,04	27,07	0,110	0,678	0,040	22,1%	1,29	0,13
	13	EXT		1,61	1,61	1,61	994	1,37	1,76	2,40	0,32	0,16	2,89	4,86	0,54	200-S8	0,182	0,009	1,04	27,07	0,110	0,678	0,040	22,1%	1,29	0,13

	PERFIL HIDRÁULICO																											
Inicio	Tramo		Caída	Cota Clave		Cota rasante		Tipo de rasante	Recubrimiento ≥ 0.90 m		Pozo repetido	Cota batea		$\frac{V^2}{2g}$	Energía específica	Alineamiento	FLUJO SUBCRITICO				FLUJO SUPERCRITICO						Cota Clave sugerida
1	De	A	Tramo m	Super	Infer	Super	Infer	1, 2, 3, 4 ó 5	Super	Infer	1	Super	Infer	m	m	%	r c/ϕ	HC	0.2 D H_v	Hp	Yc	0.319Qd / $\phi^{2.5}$	Hc	He	K	Hw	Super
1	1	2	0,758	27,71	26,95	28,91	28,26		1,20	1,31	#N/D	27,52	26,76	0,03	0,05	1,12					0,03	0,034	0,04	0,00			
																	3		0,00	0,05							26,79
1	3	4	0,169	27,54	27,37	28,72	28,65		1,18	1,28	#N/D	27,35	27,18	0,02	0,05	0,24	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
	4	5	0,174	27,37	27,20	28,65	28,74		1,28	1,54		27,18	27,01	0,02	0,05	-0,28	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	27,35
	5	6	0,267	27,20	26,93	28,74	28,44		1,54	1,51		27,01	26,74	0,02	0,05	0,62	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	27,17
	6	2	0,226	26,93	26,70	28,44	28,26		1,51	1,56		26,74	26,51	0,02	0,05	0,43	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	26,91
	2	EXT	0,05	26,68	26,63	28,26	28,00		1,58	1,37	1	26,49	26,44	0,02	0,06	2,60	3				0,05	0,067	0,06	0,00	1,2	0,08	26,68
1	7	8	0,78	27,68	26,90	28,88	28,31		1,20	1,41	#N/D	27,49	26,71	0,03	0,05	0,95					0,03	0,034	0,04	0,00			26,60
																	3		0,00	0,05							26,74
1	9	10	0,40	27,64	27,24	28,84	28,60		1,20	1,36	#N/D	27,45	27,05	0,02	0,05	0,39	3				0,03	0,035	0,04	0,00	1,2	0,05	
	10	8	0,38	27,23	26,86	28,60	28,31		1,37	1,45		27,04	26,67	0,02	0,05	0,50	3				0,04	0,040	0,05	0,00	1,2	0,06	27,21
	8	2	0,06	26,85	26,79	28,31	28,26		1,46	1,47	1	26,66	26,60	0,02	0,05	0,53					0,04	0,045	0,05	0,00			26,83
																	3		0,00	0,05							26,64
1	9	11	0,35	27,64	27,29	28,84	28,63		1,20	1,34	#N/D	27,45	27,10	0,02	0,05	0,33	3				0,04	0,040	0,05	0,00	1,2	0,06	
	11	12	0,16	27,29	27,12	28,63	28,48		1,34	1,36		27,09	26,93	0,02	0,06	0,50	3				0,04	0,055	0,06	0,00	1,2	0,07	27,27
	12	13	0,30	27,12	26,82	28,48	28,19		1,36	1,37		26,93	26,63	0,02	0,06	0,52	3				0,05	0,065	0,06	0,00	1,2	0,07	27,09
	13	EXT	0,03	26,82	26,79	28,19	28,17		1,37	1,38		26,63	26,60	0,02	0,06	0,41					0,05	0,065	0,06	0,00			26,78

Tabla 4.6 Diseño Hidráulico Redes de Alcantarillado Sanitario Tramo Líbano 2000 Calle 46 (Futura)

Contribución l/s/ha	
Comercial y/o Institucional	
Industrial	
Vivienda	1,38
Conexiones erradas	0,20
Infiltración	0,10

Datos de población	
# hab / viv	4,0 hab / viv
Dviv (viv/ha)	250 viv / Ha
Dpob (hab/ha)	1000,00 hab / Ha
d percápita	140,00 (l/hab/día)

	Tramo		Area Tributaria					Diseño Hidráulico																		
			Ha					Caudal																		
Inicio	De	A	Vivienda			Area Acumul	Población	Q Medio Diario	F	Q_{MH}	Q_{CE}	Q_{INF}	q	Long	Pend	Diam Nom min 200mm	Diam. Interior	n	V	Q	q/Q	v	Y	Y / d	F	Fuerza Tractiva
1			Area Propia	Otras	Area Acum	Total	hab	l/s		l/s	l/s	l/s	l/s	m	%	mm, "	m		m/s	l/s	≤1.0	m/s	m	≤85%		τ ≥.10 kg/m²
1	1	2	0,12		0,12	0,12	115	0,16	2,18	0,34	0,02	0,01	1,50	58,27	1,30	200-S8	0,182	0,009	1,61	42,01	0,040	0,761	0,024	12,9%	1,91	0,19
1	3	4	0,07		0,07	0,07	68	0,09	2,30	0,21	0,01	0,01	1,50	29,72	0,57	200-S8	0,182	0,009	1,07	27,81	0,050	0,570	0,029	15,8%	1,29	0,10
	4	5	0,07	0,07	0,14	0,14	141	0,19	2,13	0,41	0,03	0,01	1,50	31,65	0,55	200-S8	0,182	0,009	1,05	27,32	0,050	0,563	0,029	15,9%	1,27	0,10
	5	6	0,11	0,14	0,25	0,25	247	0,34	2,02	0,69	0,05	0,02	1,50	48,62	0,55	200-S8	0,182	0,009	1,05	27,32	0,050	0,563	0,029	15,9%	1,27	0,10
	6	2	0,08	0,25	0,32	0,32	324	0,45	1,96	0,88	0,06	0,03	1,50	41,76	0,54	200-S8	0,182	0,009	1,04	27,07	0,060	0,559	0,029	16,0%	1,26	0,10
	2	EXT	1,33	0,32	1,65	1,65	1651	2,27	1,67	3,79	0,33	0,17	4,29	10,00	0,50	200-S8	0,182	0,009	1,00	26,05	0,160	0,740	0,050	27,4%	1,25	0,14
1	7	8	0,14		0,14	0,14	138	0,19	2,14	0,41	0,03	0,01	1,50	60,00	1,30	200-S8	0,182	0,009	1,61	42,01	0,040	0,761	0,024	12,9%	1,91	0,19
1	9	10	0,82		0,82	0,82	816	1,12	1,79	2,01	0,16	0,08	2,26	62,06	0,65	200-S8	0,182	0,009	1,14	29,70	0,080	0,673	0,034	18,6%	1,40	0,13
	10	8	0,12	0,82	0,94	0,94	936	1,29	1,77	2,28	0,19	0,09	2,56	57,86	0,65	200-S8	0,182	0,009	1,14	29,70	0,090	0,699	0,036	19,8%	1,40	0,14
	8	2	0,14	0,94	1,07	1,07	1074	1,48	1,74	2,58	0,21	0,11	2,90	9,47	0,65	200-S8	0,182	0,009	1,14	29,70	0,100	0,725	0,038	21,1%	1,41	0,15
1	9	11	0,94		0,94	0,94	936	1,29	1,77	2,28	0,19	0,09	2,56	63,97	0,54	200-S8	0,182	0,009	1,04	27,07	0,090	0,654	0,038	20,8%	1,28	0,12
	11	12	0,41	0,94	1,34	1,34	1343	1,85	1,70	3,15	0,27	0,13	3,55	29,82	0,54	200-S8	0,182	0,009	1,04	27,07	0,130	0,720	0,045	24,5%	1,29	0,14
	12	13	0,27	1,34	1,61	1,61	1614	2,22	1,67	3,72	0,32	0,16	4,20	55,54	0,54	200-S8	0,182	0,009	1,04	27,07	0,160	0,756	0,048	26,6%	1,30	0,15
	13	EXT		1,61	1,61	1,61	1614	2,22	1,67	3,72	0,32	0,16	4,20	4,86	0,54	200-S8	0,182	0,009	1,04	27,07	0,160	0,756	0,048	26,6%	1,30	0,15

	PERFIL HIDRÁULICO																										
Inicio	Tramo		Caída	Cota Clave		Cota rasante		Tipo de rasante	Recubrimiento ≥ 0.90 m		Pozo repetido	Cota batea		$\frac{V^2}{2g}$	Energía específica	Alineamiento	FLUJO SUBCRITICO					FLUJO SUPERCRITICO						Cota Clave sugerida
1	De	A	Tramo m	Super	Infer	Super	Infer	1, 2, 3, 4 ó 5	Super	Infer	1	Super	Infer	m	m	%	$\frac{r\ c}{\phi}$	HC	0.2 D H_v	Hp	Yc	0.319Qd / $\phi^{2.5}$	Hc	He	K	Hw	Super
1	1	2	0,758	27,71	26,95	28,91	28,26		1,20	1,31	#N/D	27,52	26,76	0,03	0,05	1,12					0,03	0,034	0,04	0,00			
																	3		0,00	0,05							26,79
1	3	4	0,169	27,54	27,37	28,72	28,65		1,18	1,28	#N/D	27,35	27,18	0,02	0,05	0,24	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
	4	5	0,174	27,37	27,20	28,65	28,74		1,28	1,54		27,18	27,01	0,02	0,05	-0,28	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	27,35
	5	6	0,267	27,20	26,93	28,74	28,44		1,54	1,51		27,01	26,74	0,02	0,05	0,62	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	27,17
	6	2	0,226	26,93	26,70	28,44	28,26		1,51	1,56		26,74	26,51	0,02	0,05	0,43	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	26,91
	2	EXT	0,05	26,67	26,62	28,26	28,00		1,59	1,38	1	26,48	26,43	0,03	0,08	2,60	3				0,06	0,097	0,08	0,00	1,2	0,09	26,68
1	7	8	0,78	27,68	26,90	28,88	28,31		1,20	1,41	#N/D	27,49	26,71	0,03	0,05	0,95					0,03	0,034	0,04	0,00			26,58
																	3		0,00	0,06							26,74
1	9	10	0,40	27,64	27,24	28,84	28,60		1,20	1,36	#N/D	27,45	27,05	0,02	0,06	0,39	3				0,04	0,051	0,05	0,00	1,2	0,07	
	10	8	0,38	27,23	26,86	28,60	28,31		1,37	1,45		27,04	26,67	0,02	0,06	0,50	3				0,04	0,058	0,06	0,00	1,2	0,07	27,21
	8	2	0,06	26,85	26,79	28,31	28,26		1,46	1,47	1	26,66	26,60	0,03	0,07	0,53					0,05	0,065	0,06	0,00			26,82
																	3		0,00	0,06							26,65
1	9	11	0,35	27,64	27,29	28,84	28,63		1,20	1,34	#N/D	27,45	27,10	0,02	0,06	0,33	3				0,04	0,058	0,06	0,00	1,2	0,07	
	11	12	0,16	27,28	27,12	28,63	28,48		1,35	1,36		27,09	26,93	0,03	0,07	0,50	3				0,05	0,080	0,07	0,00	1,2	0,08	27,26
	12	13	0,30	27,12	26,82	28,48	28,19		1,36	1,37		26,92	26,62	0,03	0,08	0,52	3				0,06	0,095	0,08	0,00	1,2	0,09	27,08
	13	EXT	0,03	26,82	26,79	28,19	28,17		1,37	1,38		26,62	26,60	0,03	0,08	0,41					0,06	0,095	0,08	0,00			26,77

Diseño

Transformando mi Barrio

ANETT CANTILLO BERMUDEZ
Ingeniero Ambiental y Sanitario
TP: 08260-254496-ATL
C.C.: 57.464.841

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **ANETT CANELA CANTILLO BERMUDEZ**, identificado con cedula de ciudadanía No. 57.464.841 expedida en Santa Marta de profesión Ingeniero Ambiental y Sanitario con matrícula profesional N° 08260-254496-ATL el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería (COPNIA), Soy la responsable por la elaboración y diseño de acueducto y alcantarillado correspondientes a los siguientes tramos viales:

- Tramo Altos de Bahía Concha
- Tramo Ondas del Caribe: Calle 10d entre Carreras 53 y 57 y Carrera 53 entre Calles 10d y 10f
- Tramo Líbano 2000 Calle 46

Los anteriores diseños hacen parte del proyecto denominado *"Mejoramiento mediante la construcción y mantenimiento del pavimento rígido de la malla vial a través del programa Transformando Mi Barrio, en el Distrito de Santa Marta."*

Declaro que el diseño se realizó bajo los requerimientos y normas vigentes aplicables.

Asimismo, declaro que cualquier modificación, ajuste o cambio efectuado a los diseños originales durante el proceso de construcción, sin mi revisión, autorización o supervisión directa, será responsabilidad exclusiva del constructor, interventor o de quien haya ordenado o ejecutado dichos cambios, y no será atribuible a este profesional ni comprometerá su responsabilidad técnica o legal.

En constancia de lo anterior, firmo el presente memorial en la ciudad de Santa Marta, a los 21 días del mes de octubre del año 2025.

Atentamente,

Transformando mi Barrio

ANETT CANTILLO BERMUDEZ
Ingeniero Ambiental y Sanitario
TP: 08260-254496-ATL.
C.C.: 57.464.841



REPUBLICA DE COLOMBIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA

COPNIA

MATRICULA PROFESIONAL No.

08260-254496 ATL

INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO

DE FECHA 04/07/2013

ANETT CANELA CANTILLO BERMUDEZ

C.C. 5746484[illegible]

UNIVERSIDAD DE [illegible] MAGDALENA

PRESIDENTE DEL CONSEJO



REPUBLICA DE COLOMBIA

IDENTIFICACION PERSONAL

CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 57.464.841

CANTILLO BERMUDEZ

APELLIDOS

ANETT CANELA

NOMBRES

FIRMA



FECHA DE NACIMIENTO 04-DIC-1984

SANTA MARTA

(MAGDALENA)

LUGAR DE NACIMIENTO

1.55 ESTATURA

A+ G.S. RH

F SEXO

29-JUL-2003 SANTA MARTA

FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

REGISTRADOR NACIONAL

CARLOS ARIEL SÁNCHEZ TORRES

INDICE DERECHO

A-2100100-00731036-F-0057464841-20150807 0045671115A 1 43939443

REGISTRADURIA NACIONAL DEL ESTADO CIVIL

Diseño de acueducto y alcantarillado Vías Altos de Delicias, Altos Bahía Concha, Año 2000 y Ondas del Caribe