OPTIMIZACION SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO CALLE 1 BARRIO EL CALVARIO SECTOR EL DIVISO MUNICIPIO CACOTA NORTE DE SANTANDER

INFORME TÉCNICO COMPONENTE HIDRAULICO

I.C. JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA
Esp. GEPUR

SEPTIEMBRE DE 2026

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES

2. SISTEMA DE ALCANTARILLADO TIPO SANITARIO

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS. Cuadros Hidráulicos y Registro Fotografías

JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA
INGENIERO CIVIL U.F.P.S
ESP. GEPUR
Jucasasaor@gmail.com Cel. 3105870138

TABLA DE FIGURAS

Figura No. 1 Localización Municipio Cacota 9

Figura No. 2 Localización Proyecto Municipio Cacota 10

Figura No. 3 Numero Habitantes por Hogar en Cacota 12

Figura No. 4 Área Aferente 13

Figura No. 5 Tramos Colectores Planta, Perfil y Detalles de la carrera 3 y 4 Cacota 21

Figura No. 6 Esquema de Modelamiento Hidráulico (Epanet 2.0) 26

TABLA DE TABLAS

Tabla No. 1 Población Actual Municipio Cacota 7

Tabla No. 2 Población Proyectada 12

Tabla No. 3 Caudales 13

Tabla No. 4 Infiltración 16

Tabla No. 5 Profundidad Mínima de Colectores 18

Tabla No. 6 Descripción Modelación Hidráulica 19

Tabla No. 7 Profundidad Mínima de Instalación 23

Tabla No. 8 Parámetros Hidráulicos Nudos 27

Tabla No. 9 Parámetros Hidráulicos Tuberías 27

JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA
INGENIERO CIVIL U.F.P.S
ESP. GEPUR
Jucasasaor@gmail.com Cel. 3105870138

TABLA DE ANEXOS

Anexo No. 1 Modelación Hidráulica de los Tramos de Colectores del Alcantarillado Sanitario 33

JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA
INGENIERO CIVIL U.F.P.S
ESP. GEPUR
Jucasasaor@gmail.com Cel. 3105870138

INTRODUCCIÓN

En el municipio de Cacota del departamento Norte de Santander se proyecta la construcción de redes de alcantarillado sanitario en la carreras con calle 1 barrio El Calvario del área urbana con el fin de evacuar las aguas residuales domesticas de la zona.

En el estudio se hará la simulando el comportamiento hidráulico de los tramos de las redes de los colectores de las redes del aguas residuales domésticas y lluvias ajustado a la resolución 330 de 2017 y 799 de 25021 del M.V.C.T.

El documento contiene el informe técnico y planos de los tramos del sistema de alcantarillado sanitario domestico en el área urbana del municipio de Cacota, este fue elaborado por el Ingeniero Juan Carlos Sayago ortega que tiene más de treinta años de experiencia.

Los planos topográficos, el levantamiento de las estructuras existentes, el estudio de suelos e información complementaria del proyecto fueron suministrados por los responsables del proyecto.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

Cacota es un municipio colombiano ubicado en la región sur-occidental del departamento de Norte de Santander. Su economía se basa en la producción agrícola como la papa, zanahoria, arveja, curuba y durazno, así como la producción pecuaria en bovinos y áreas en pastos. Una gran parte del municipio (más de 4 mil hectáreas) forma parte del Páramo de Santurbán, fuente hídrica para Santander y Norte de Santander.

La población actual del municipio de Cacota con base en la información de las proyecciones del DANE se muestra en la siguiente tabla.

Tabla No. 1 Población Actual Municipio Cacota

Población	Habitantes
Urbana	1059
Rural	1955
Total	3024

La población actual del área urbana del municipio de Cácota es de 1059 habitantes.

1.1 HISTORIA

En la época precolombina, el territorio del actual municipio de Cacota fue poblado por los indígenas Cácotas, de la familia de los chitareros.

Sobre su fundación el sacerdote Enrique Rocheaux dice: «Que no pareciéndole prudente al conquistador Armendáriz encomendar a su sobrino, Don Pedro de Ursúa, la misión de buscar El Dorado, resolvió ponerle al mando una expedición que debería dirigirse hacia el norte y nombró como maestre de campo al experimentado Ortún Velázquez de Velasco. Juntos emprendieron la aventura al mando de una expedición con 140 hombres. Luego de sortear muchas dificultades lograron someter al cacicazgo de Cácota el 26 de octubre de 1549».

La fundación tuvo lugar en 1555, cuando por voluntad de su fundador y para distinguirla de Cácota de Suratá le dio su propio nombre. La parroquia de San Jacinto de Cácota fue creada, según consta en los libros, el 23 de abril de 1637, y su primer párroco fue Fray Miguel de Lejía, habiendo quedado bajo el patronato de Nuestra Señora de Dolores.

El primer matrimonio celebrado y registrado en los libros parroquiales, fue entre los indios Luis Ingupa y María de Cativón, cacique de dos de las más importantes tribus, en febrero de l692.

1.2 LIMITES

el municipio de cacota se localiza a 2465 m.s.n.m. en la región sur-occidental del departamento de Norte de Santander, sus límites son:

- Norte: Pamplona.
- Sur: Chitagá.
- Oriente: Chitagá, Labateca y Pamplona.
- Occidente: Mutiscua y Silos.

JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA
INGENIERO CIVIL U.F.P.S
ESP. GEPUR
Jucasasaor@gmail.com Cel. 3105870138

Figura No. 1 Localización Municipio Cacota



Fuente: EOT Municipio Cacota

1.3 LOCALIZACIÓN PROYECTO

El proyecto optimización sistema de acueducto y alcantarillado calle 1 barrio El Calvario sector El Diviso que se localiza al sur del área urbana del municipio de Cacota como se muestra en la siguiente figura.

Figura No. 2 Localización Proyecto Municipio Cacota



Fuente: Consultor, Topografía

1.2. USO

La calle 1 barrio El Calvario del área urbana del municipio de Cacota, el uso del suelo es de expansión residencial.

1.3 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DEL PROYECTO

- El clima característico es cálido con temperaturas que oscilan entre 12 y 25 °C, siendo el promedio 18 °C.

- El relieve del terreno objeto del proyecto es pendiente en sentido sur – occidente, hacia el norte se encuentra el desarrollo urbanístico del área urbana del municipio.

- El área urbana del municipio de Cacota, está ubicado sobre terrenos formados principalmente por sedimentitos marinas y continentales (arcillas, conglomerados, areniscas). Según Plancha 78 de Puerto Santander, el Cretácico superior está representado por las formaciones Colón – Mito Juan y Catatumbo, el Paleógeno se asocia a las

formaciones Barco, Los Cuervos, Mirador, Carbonera y parcialmente León, el Neógeno por la Formación Guayabo.

- El suelo característico en el área del proyecto es una capa de material orgánico y suelo areno – arcilloso y limo arcilloso de lata plasticidad, con el nivel freático a 3 metros de profundidad.

- Considerando que la edificación descargará a un colector municipal existente y en funcionamiento, no se necesita el diseño y construcción de Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales, ya que el vertimiento es de tipo residual doméstico sin producirse ningún tipo de afectación a terrenos aledaños, o al entorno.

- La zona del proyecto está ubicada dentro del perímetro urbano del Municipio de Cacota, por tanto, se cuenta con la factibilidad de disponer de todos los servicios públicos y acceso por vías de fácil acceso que le permiten conectarse con zonas comerciales e institucionales rápidamente, de igual forma tiene acceso a las vías de salida y llegada al interior del país.

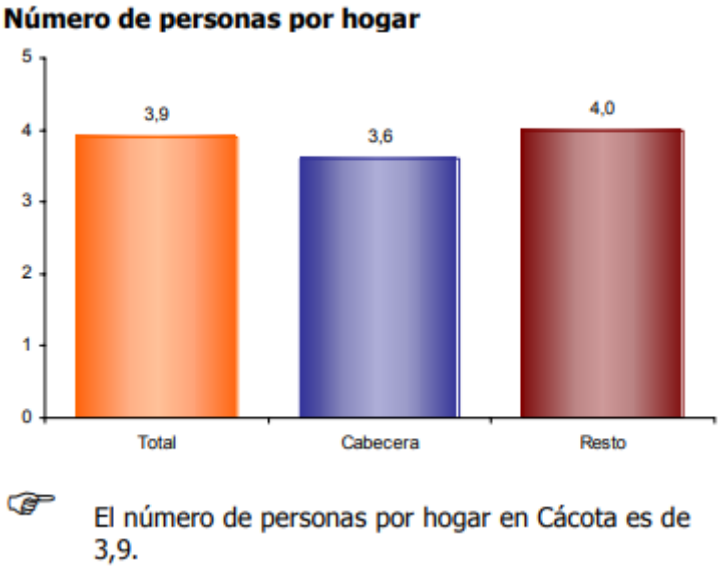
1.4 PERIODO DE DISEÑO.

Con base en la resolución 330 de 2017 y 799 de 2021 del M.V.C.T. el periodo de diseño corresponde a 25 años, que es el máximo establecido.

1.5 Caudal de Demanda

Según los perfiles del DANE para la zona urbana del municipio de Cacota tiene 3.8 hab./ha.

Figura No. 3 Numero Habitantes por Hogar en Cacota



Fuente: Dane

El caudal que demanda el lote La Cuadra del área urbana del municipio de Cacota, que tiene un área de aproximadamente 0.5 ha y considerando una densidad poblacional máxima del área urbana de cacota de 300 ha/ha es de 150 habitantes.

Tabla No. 2 Población Proyectada

Parámetro	Valor
Área Lote La cuadra (ha)	3.38
Densidad Poblacional (hab./ha)	300
Población que Puede Atender (hab.)	1014

Fuente: Consultor

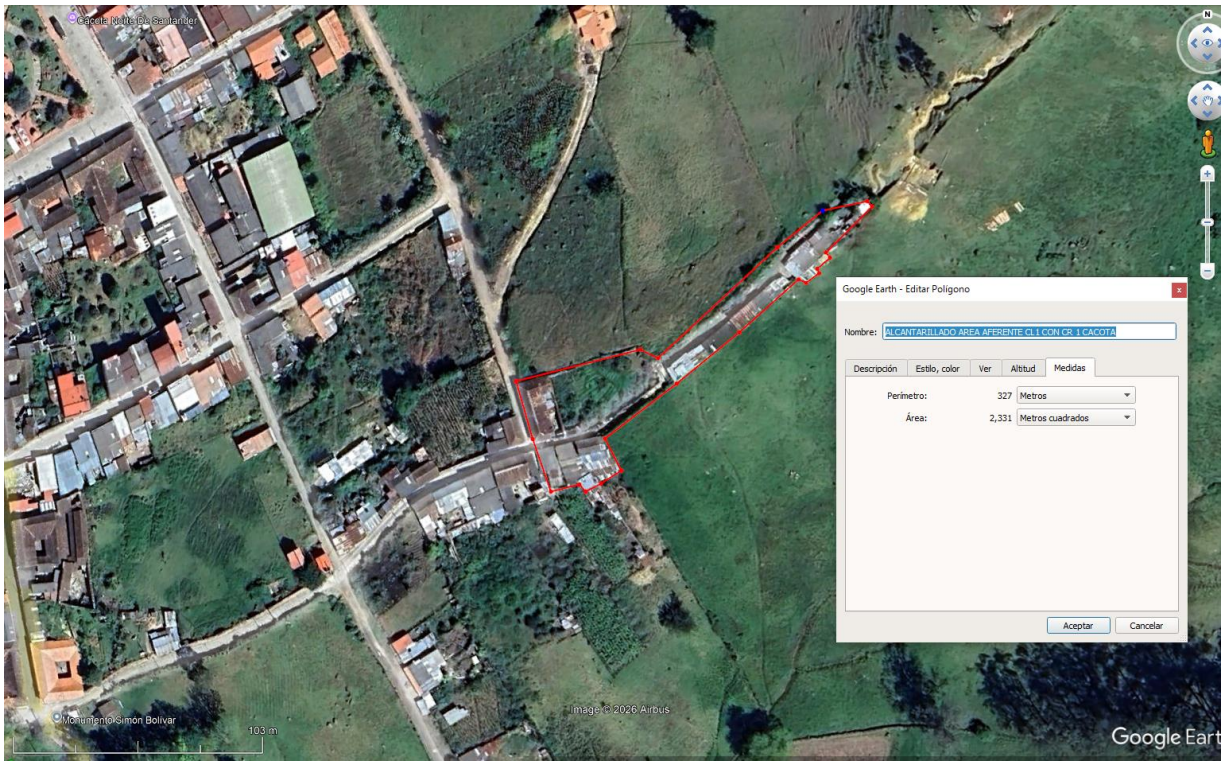
Para una población de 1014 habitantes y una dotación neta de 120 L/hab.-día y el caudal máximo horario que sería de 3.69 L/s.

Tabla No. 3 Caudales

Parámetro	Unidades	Valor
Dotación Neta	L/hab.-día	120
Población	Hab.	1014
Caudal Domestico	L/s	1.20
Factor Mayoración	-	3.08
Caudal Máximo Horario	L/s	3.69
Caudal infiltración	L/s	1.01
Caudal Conexiones Herradas	L/s	0.68

Fuente: Consultor

Figura No. 4 Área Aferente



Fuente: Consultor Google Earth

El área aferente considerada es de 0.23 hectáreas.

JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA
INGENIERO CIVIL U.F.P.S
ESP. GEPUR
Jucasasaor@gmail.com Cel. 3105870138

3. SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE TIPO SANITARIO

A continuación, se definen los parámetros técnicos para el modelamiento hidráulico de los tramos del sistema de alcantarillado de tipo sanitario, con base en la resolución 330 de 2017 y 799 de 2021 del M.V.C.T.

3.1 DOTACIÓN NETA MÁXIMA.

Corresponde a la cantidad máxima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto.

De acuerdo con el artículo 43 de la resolución 330 de 2017 para una altura sobre el nivel del mar de 2460 m.s.n.m. mayor a 2000 msnm, le corresponde una dotación neta de 120 L/hab. día.

Predominantemente los volúmenes de las aguas residuales del área urbana del municipio de Cacota, departamento Norte Santander está constituido por aportes aguas residuales domésticos.

3.2 CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES

Se describen los caudales de las aguas residuales.

3.2.1 Cálculo del Caudal de Aguas Residuales Doméstico (Qd)

Q_D = Caudal medio de aguas domesticas en Litros por segundo
C = Consumo o dotación por habitante en litro por día (140 L/hab.-día)
D = Densidad de la población en habitantes por hectárea, el sistema se diseña para la máxima densidad de población esperada al final del periodo de diseño
A_R = Área residencial bruta en hectáreas.
R = Coeficiente de retorno estimado en el 80% de la dotación (consumo doméstico.

JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA
INGENIERO CIVIL U.F.P.S
ESP. GEPUR
Jucasasaor@gmail.com Cel. 3105870138

Q_D debe ser estimado para las condiciones iníciales, **Q_{Di}**, y finales, **Q_{Df}**, de operación del sistema.

$$Q_D = \frac{C * D * A_R * R}{86400}$$

El Coeficiente de Retorno R, es la fracción del agua de uso doméstico servida (dotación neta), entregada como agua residual al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales.

Se acoge como coeficiente de retorno 0,85.

3.2.2 Caudal Medio Diario de Aguas Residuales (Q_{MD}).

El caudal medio diario de aguas residuales (Q_{MD}) para un colector con un área de drenaje dada es la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales.

$$Q_{MD} = Q_D + Q_I + Q_C + Q_{IN}$$

Q_{MD} debe ser estimado para las condiciones iníciales, **Q_{MDi}**, y finales, **Q_{MDf}**, de operación del sistema. En los casos donde las contribuciones industriales, comerciales e institucionales sean marginales con respecto a las domésticas, pueden ser estimadas como un porcentaje de los aportes domésticos.

No se presentan caudales no residenciales en los tramos intervenidos del sistema de alcantarillado.

3.2.3 Conexiones Erradas (Q_{CE}).

El valor de los aportes por conexiones erradas es considerado de 0.2 L/s-ha.

JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA
INGENIERO CIVIL U.F.P.S
ESP. GEPUR
Jucasasaor@gmail.com Cel. 3105870138

3.2.4 Infiltración (Q_{INF}).

La categorización de la infiltración en alta, media y baja se relaciona con las características topográficas, de suelos, niveles freáticos y precipitación.

Tabla No. 4 Infiltración

Infiltración alta	Infiltración media	Infiltración baja
(L/s-ha)	(L/s-ha)	(L/s-ha)
0,30	0,20	0,10

Fuente: Resolución 330 de 2017 expedida por MAVDT

Con base en el tipo de suelo que es mixto la consultoría acoge como caudal por infiltración 0.20 L/s-ha. Por considerar una infiltración media.

3.2.5 Caudal Máximo Horario (Q_{MH}).

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

$$Q_{MH} = F \cdot Q_{MDf}$$

3.2.6 Factor De Mayoración (F).

El factor de Mayoración para estimar el caudal máximo horario, con base en el caudal medio diario, tiene en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población. El valor del factor disminuye en la medida en que el número de habitantes considerado aumenta, pues el uso del agua se hace cada vez más heterogéneo y la red de colectores puede contribuir cada vez más a amortiguar los flujos.

Se considera el modelo de Guines para determinar el factor de mayoracion que debe ser mayor a 1.4 y menor a 3.8.

JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA
INGENIERO CIVIL U.F.P.S
ESP. GEPUR
Jucasasaor@gmail.com Cel. 3105870138

3.2.7 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.

$$Q_{DT} = Q_{MH} + Q_{INF} + Q_{CEf}$$

3.3 DIÁMETROS MÍNIMOS DE COLECTORES

El diámetro interno real mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales tipo alcantarillado sanitario convencional es 170 mm con el fin de evitar obstrucciones de los conductos por objetos relativamente grandes introducidos al sistema.

La consultoría acoge como diámetro mínimo de los colectores del sistema de alcantarillado un diámetro de 170.

3.4 VELOCIDAD MÁXIMA Y MÍNIMA

3.4.1 Velocidad Mínima. Se establece la velocidad mínima como criterio de diseño. Para las condiciones iníciales de operación de cada tramo, debe verificarse el comportamiento auto limpiante del flujo, para lo cual es necesario utilizar el criterio de esfuerzo cortante medio. Por lo tanto, debe establecerse que el valor del esfuerzo cortante medio sea mayor o igual a 1,0 Pa (0,10 Kg/m^2) para el caudal inicial máximo horario, el cual puede estimarse como:

$$Q_{MHi} = \frac{F * Q_{Di}}{K_1} + Q_{Ii} + Q_{Ci} + Q_{INi} + Q_{INF} + Q_{CEi}$$

Si el valor calculado de $\mathbf{Q_{MHi}}$ es menor que 1,5 L/s, debe adoptarse este valor. El esfuerzo cortante medio está dado por la expresión.

$$\tau = \gamma \cdot R \cdot S$$

3.4.2 Velocidad Máxima. Se recomienda que la velocidad máxima real no sobrepase 5 m/s. Los valores mayores deben justificarse apropiadamente para ser aceptados por la empresa prestadora del servicio.

La consultoría acoge como velocidad máxima 5 m/s.

3.5 PROFUNDIDAD HIDRÁULICA MÁXIMA

Para permitir aireación adecuada del flujo de aguas residuales, el valor máximo permisible de la profundidad hidráulica para el caudal de diseño en un colector debe menor al 85% del diámetro real de éste.

3.6 PROFUNDIDADES A COTA CLAVE

3.6.1 Profundidad Mínima a la Cota Clave. Los colectores de redes de recolección y evacuación de aguas residuales deben estar a una profundidad adecuada para permitir el drenaje por gravedad de las descargas domiciliarias sin sótano, aceptando una pendiente mínima de éstas de 2%. Además, el cubrimiento mínimo del colector debe evitar la ruptura de éste, ocasionada por cargas vivas que pueda experimentar. Los valores mínimos permisibles de cubrimiento de los colectores se definen en el siguiente Cuadro.

Tabla No. 5 Profundidad Mínima de Colectores

Servidumbre	Profundidad a la clave del colector (m)
Vías Peatonales o zonas verdes	0,75
Vías Vehiculares	1,20

Fuente: Resolución 330 de 2017 expedida por MAVDT

La profundidad mínima a cota clave será 0.75 m en vías peatonales y 1.2 m en vías vehiculares.

3.6.2 Profundidad Máxima a la Cota Clave. En general la máxima profundidad de los colectores es del orden de 5 m, aunque puede ser mayor siempre y cuando se garanticen los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y estructurales de los materiales y colectores durante (y después de) su construcción.

La consultoría acoge que la profundidad máxima a cota clave estará alrededor de 5 m.

3.7 MODELAMIENTO HIDRÁULICO SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE TIPO SANITARIO

Se hizo la modelación hidráulica de los tramos proyectados para construcción del sistema de alcantarillado Sanitario del área urbana del municipio de Cacota con los parámetros geométricos, topográficos y materiales exigidos por la resolución 330 de 2017, estos tramos que se repondrán garantizan el óptimo funcionamiento del sistema.

Para la modelación de la operación de la red del sistema de alcantarillado de tipo sanitario proyectado, se realiza siguiendo las recomendaciones de la resolución 330 de 2017 del M.V.C.T., además se seleccionó el modelo matemático de Guines para determinar el factor mayoración y los caudales mínimos de infiltración y conexiones erradas (según parámetros de diseño). Se definen las redes de los colectores con diámetro de 170 mm, longitud, tipo de tubería de PVC, pendiente, con el objeto de evaluar la capacidad hidráulica ($q/Q > 0.85$), y la fuerza tractiva ($\zeta \geq 0.10$ kg/m^2), en cada tramo de los colectores existentes.

Para el análisis del sistema de alcantarillado de tipo sanitario del área urbana del municipio de Puerto Santander que drena de sur a norte, acorde a la configuración urbanística y ubicación geográfica.

La Modelación hidráulica del sistema de alcantarillado de tipo sanitario del proyecto, se hace con una hoja de cálculo en Excel diseñada para las características del urbanismo de los colectores existentes, (Ver resultados completos evaluación hidráulica en el Anexo).

A continuación en el siguiente cuadro se presenta la explicación de cada columna de la hoja de cálculo.

Tabla No. 6 Descripción Modelación Hidráulica

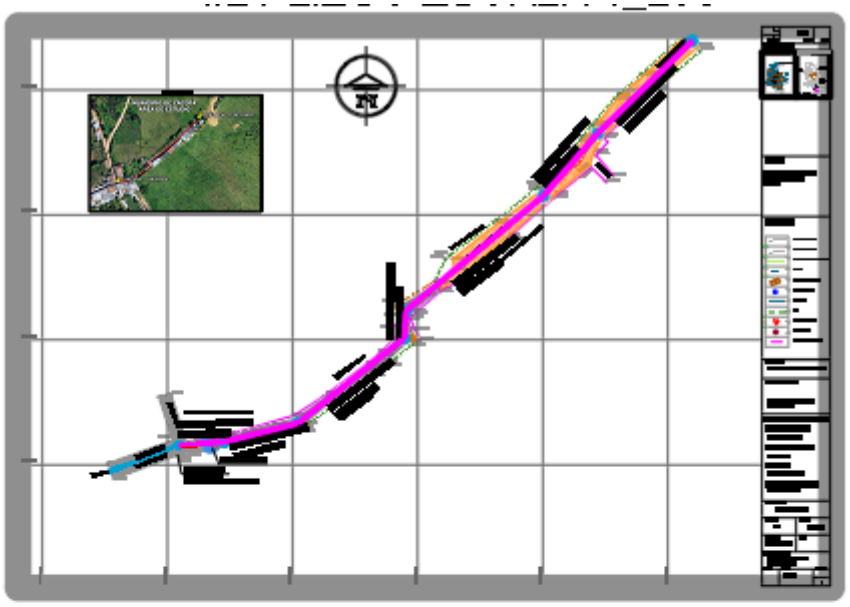
Columna	Descripción
1	Pozo Inicial
2	Pozo Final
3	Área Propia del tramo en Ha
4	Área Acumulada en el tramo en Ha
5	Caudal Domestico de Aguas Residuales en L/s
6	Factor de Mayoración

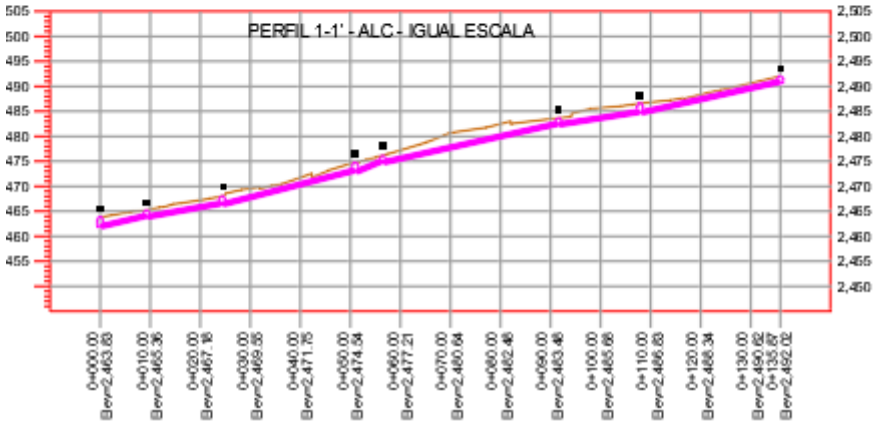
Columna	Descripción
7	Caudal Máximo Horario de Aguas Residuales en L/s
8	Caudal Infiltraciones en L/s
9	Caudal Conexiones Erradas en L/s
10	Caudal de Diseño Tramo en L/s
11	Longitud tramo en metros
12	Diámetro Colector en Pulgadas
13	Material Colector
14	Pendiente m/m en porcentaje
15	Caudal a Tubo Lleno
16	Velocidad a Tubo Lleno
17	Relación Caudal Diseño Tramo y Caudal a Tubo Lleno
18	Velocidad Real m/s
19	Lamian de Agua en metros
20	Número de Froude
21	Fuerza Tractiva Kg/m^2
22	Caída en el Tramo en metros
23	Cota Clave inicial en msnm
24	Cota Clave Final en msnm
25	Cota Rasante inicial en msnm
26	Cota Rasante Final en msnm
27	Evaluación Velocidad Real
28	Evaluación Fuerza Tractiva
29	Evaluación Relación Caudal Diseño y Caudal a Tubo Lleno

Fuente: Consultor

En las siguientes figuras se muestra en planta y perfil los tramos de colectores del sistema de alcantarillado que se evalúan en el área urbana del municipio de Cacota.

Figura No. 5 Tramos Colectores Planta, Perfil Calle 1 Barrio El Calvario Sector El Diviso





Fuente: Consultor con base en Topografía

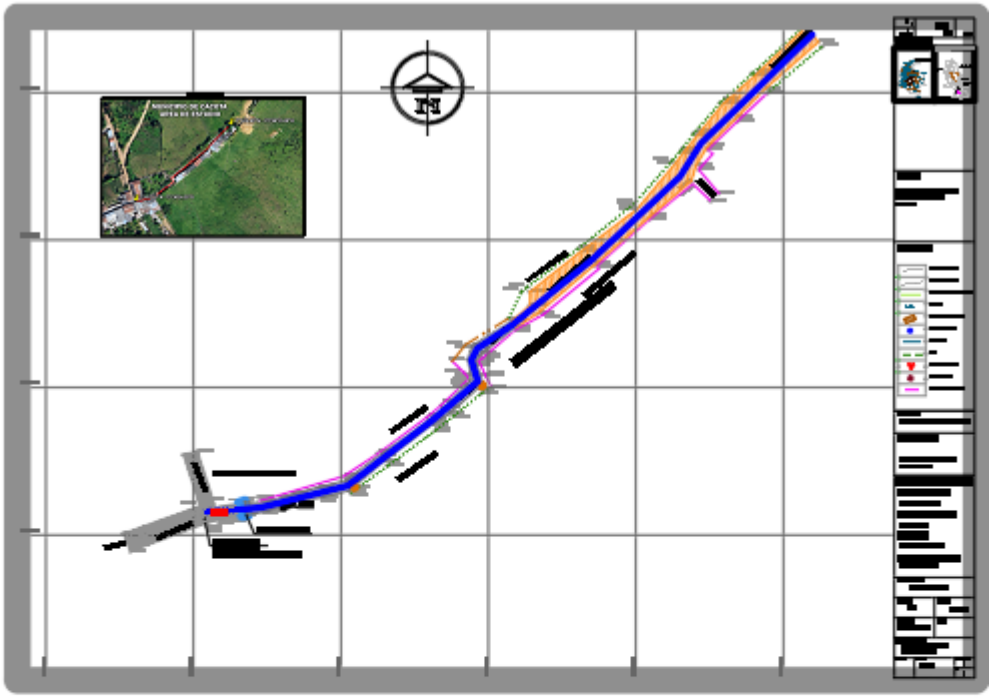
En los anexos se presenta la modelación hidráulica de los dos tramos de colectores del sistema de alcantarillado de tipo sanitario del área urbana del municipio de Cacota.

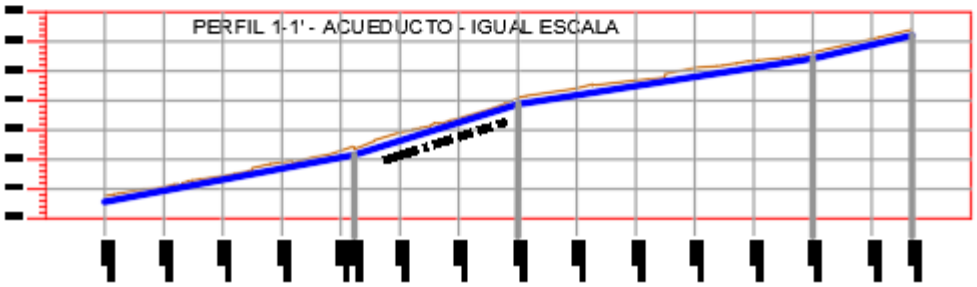
JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA
INGENIERO CIVIL U.F.P.S
ESP. GEPUR
Jucasasaor@gmail.com Cel. 3105870138

4. DISEÑO SISTEMA DE ACUEDUCTO

Se proyecta la extensión de la red del sistema de acueducto del tramo de la calle1 barrio El Calvario sector El Diviso área urbana municipio Cacota.

Figura No. 6 Tramos Colectores Planta, Perfil Calle 1 1 Barrio El Calvario Sector El Diviso





4.1 DISEÑO RED DISTRIBUCION

4.1.1. Presiones Mínimas en la Red.

El artículo 61 de la resolución 0330 establece que la presión dinámica mínima en la red de distribución debe ser de 10 m.c.a en sistemas con poblaciones de diseño de hasta 12500 habitantes, y para poblaciones de diseño de más de 12500 habitantes de 15 m.c.a.

4.1.2. Presiones Máximas en la Red Menor de Distribución.

Según la resolución 0330 del 8 de junio de 2017, el valor de la presión estática máxima tenida en cuenta para el diseño de la red de distribución, debe ser de 50 m.c.a.

4.1.3. Diámetros mínimos de las Tuberías en la Red de Distribución.

La red de distribución del acueducto específica para este caso y para la población del sistema un diámetro mínimo de 3 pulgadas para zonas urbanas y 2" para zonas rurales.

4.1.4. Profundidad Mínima de la Tubería.

De acuerdo con la resolución 0330 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio del 8 de junio de 2017 Artículo 60 Las Profundidades máximas y mínimas para la instalación de tuberías enterradas en las redes de distribución. La profundidad de instalación de las tuberías que conforman la red de distribución no debe exceder de 1.50 m, medidos desde la clave de la tubería hasta la superficie del terreno.

Tabla No. 7 Profundidad Mínima de Instalación

SERVIDUMBRE	PROFUNDIDAD A LA CLAVE DE LA TUBERÍA (M)	
	Zona Urbana	Zona rural
Vías peatonales o zonas verdes o agrícolas	0,60	1,00
Vías vehiculares	1,00	1,00

Fuente: Tabla Nª 3 de la resolución 0330 M.V.C.T.

4.1.5. Velocidad de Diseño.

En la red de distribución la velocidad mínima depende de la demanda, en redes de aducción y conducción la ideal esta alrededor de 0.5 m/s, mientras que la velocidad máxima no deberá sobrepasar los límites de velocidad recomendados para el material del ducto a emplear y/o los accesorios correspondientes

4.1.6. Pérdidas de Carga.

Para el cálculo de pérdidas de carga en una red mixta se acepta el uso de la fórmula de Darcy – Weisbach o Hazen – Williams, pero se debe tener en cuenta que la fórmula de Hazen – Williams no arroja resultados confiables para diámetros inferiores a 4".
Para este diseño se empleó la fórmula de Darcy – Weisbach por ser la ecuación general para sistemas de tuberías a presión, combinada con la de Colebrook – White. Para las perdidas menores se analizaron los coeficientes aportados por los accesorios en los distintos tramos de análisis.
Para el cálculo de la red de distribución se usó el software EPANET para la simulación de redes de distribución de agua, desarrollado por la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de EEUU con el fin de disponer de una herramienta para el cálculo, entre otras cosas, del comportamiento hidráulico en sistemas de distribución de agua. En estos momentos es uno de los paquetes informáticos más completo que existe en el campo de la simulación de sistemas hidráulicos, hecho que unido a su distribución libre hace que sea el software más extendido. EPANET permite la simulación de todo tipo de redes de distribución de agua de una forma sencilla, con un número cualquiera de elementos hidráulicos incluyendo depósitos, sistemas de bombeo, bancos de válvulas, tuberías, uniones, etc utilizando tan solo la interface gráfica. Además, permite realizar cálculos incluyendo curvas de demanda y simular fugas en diferentes componentes de la red.

4.1.7. Golpe de ariete

De acuerdo con la resolución 0330 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio del 8 de junio de 2017 Artículo 69. A partir de las condiciones de operación que generen las mayores sobrepresiones y menores sobrepresiones, se deben desarrollar comprobaciones de golpe de ariete, de manera tal que en función del resultado se establezcan las medidas correctivas para la prevención de este fenómeno.

4.1.8. Distancias mínimas a otras redes de servicios públicos

De acuerdo con la resolución 0330 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio del 8 de junio de 2017 Las tuberías de acueducto no pueden estar ubicadas en la misma zanja de una tubería de alcantarillado de aguas residuales, lluvias o combinadas, y su cota externa inferior debe estar siempre por encima de la cota clave del alcantarillado. Las distancias mínimas entre las tuberías que conforman la red de distribución de agua potable y las tuberías de otras redes de servicios públicos es 1.0 m en la dirección horizontal y 0.3 m en la dirección vertical, medidos entre las superficies externas de los dos conductos.

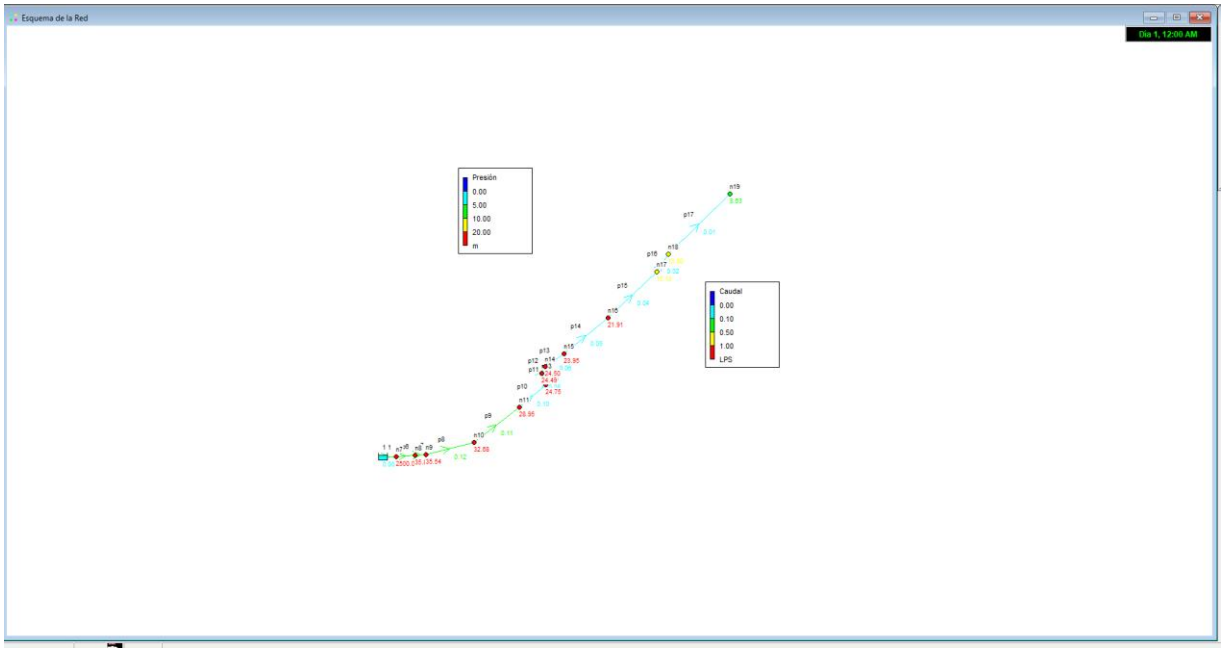
4.1.9. Localización de redes de acueducto. Se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:

De acuerdo con la resolución 0330 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio del 8 de junio de 2017 En el caso de redes nuevas y cuando la persona prestadora del servicio público de acueducto en el municipio no tenga normas que especifiquen la localización de las redes de distribución de agua potable, las tuberías se deben ubicar en los costados norte y oriente de las calles y carreras, exceptuando aquellas vías que lleven doble tubería.

4.1.10. Modelación Red Hidráulica (EPANET).

A continuación, se muestra el modelamiento hidráulico con Epanet del tramo de la red de distribución proyectada, considerando una presión a la entrada de 40 m.c.a.

Figura No. 7 Esquema de Modelamiento Hidráulico (Epanet 2.0)



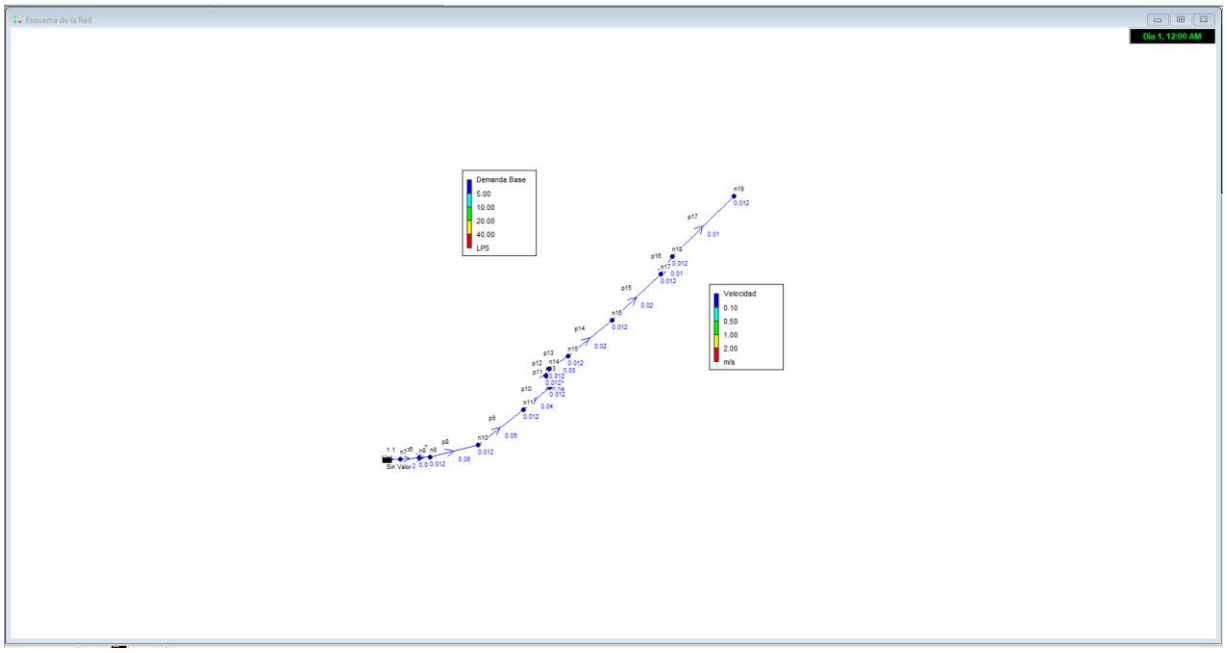


Tabla No. 8 Parámetros Hidráulicos Nudos

Estado de los Nudos de la Red

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Nudo n7	0	0.012	0.01	2500.00	2500.00
Nudo n8	2464.13	0.012	0.01	2500.00	35.87
Nudo n9	2464.46	0.012	0.01	2500.00	35.54
Nudo n10	2467.32	0.012	0.01	2500.00	32.68
Nudo n11	2471.05	0.012	0.01	2500.00	28.95
Nudo n12	2475.25	0.012	0.01	2500.00	24.75
Nudo n13	2475.51	0.012	0.01	2500.00	24.49
Nudo n14	2475.5	0.012	0.01	2500.00	24.50
Nudo n15	2476.05	0.012	0.01	2500.00	23.95
Nudo n16	2478.08	0.012	0.01	2499.99	21.91
Nudo n17	2484.89	0.012	0.01	2499.99	15.10
Nudo n18	2486.19	0.012	0.01	2499.99	13.80
Nudo n19	2491.36	0.012	0.01	2499.99	8.63
Embalse 1	2500	Sin Valor	-0.16	2500.00	0.00

Tabla No. 9 Parámetros Hidráulicos Tuberías

Estado de las Líneas de la Red

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Factor Fricción	Estado
Tubería p6	5.833	54	0.025	0.14	0.06	0.10	0.027	Abierta
Tubería p7	3.359	54	0.025	0.13	0.06	0.18	0.057	Abierta
Tubería p8	15.22	54	0.025	0.12	0.05	0.08	0.030	Abierta
Tubería p9	17.85	54	0.025	0.11	0.05	0.05	0.024	Abierta
Tubería p10	10.45	54	0.025	0.10	0.04	0.06	0.034	Abierta
Tubería p11	3.759	54	0.025	0.08	0.04	0.08	0.062	Abierta
Tubería p12	2.205	54	0.025	0.07	0.03	0.00	0.000	Abierta
Tubería p13	7.137	54	0.025	0.06	0.03	0.04	0.064	Abierta
Tubería p14	17.46	54	0.025	0.05	0.02	0.02	0.041	Abierta
Tubería p15	20.57	54	0.025	0.04	0.02	0.01	0.062	Abierta
Tubería p16	6.587	54	0.025	0.02	0.01	0.00	0.000	Abierta
Tubería p17	26.39	54	0.025	0.01	0.01	0.01	0.435	Abierta
Tubería 1	1	54	0.025	0.16	0.07	0.30	0.068	Abierta

JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA
INGENIERO CIVIL U.F.P.S
ESP. GEPUR
Jucasasaor@gmail.com Cel. 3105870138

CONCLUSIONES

La administración de la alcaldía municipal de Cacota, proyecta la construcción de un tramo del alcantarillado tipo sanitario para evacuar las aguas residuales domésticas y extensión de redes de distribución del sistema de acueducto de la zona sur del área urbana del municipio.

El modelamiento hidráulico de los tramos de colectores propuestos del sistema de alcantarillado de la calle 1 barrio El Calvario del área urbana de Cacota, se realizó ajustada a los requerimientos de la resolución 330 de 2017 y799 de 2021 del M.V.C.T.

Del modelamiento hidráulico de las redes de los tramos de colectores de las aguas residuales se realizó con base en el estudio topográfico suministrado por los responsables del proyecto, del modelamiento hidráulico ajustada a los requerimientos de la resolución 330 de 2017 y 799 de 2021 del M.V.C.T. Se obtuvo un diámetro comercial de 200 mm, considerando las proyecciones de la zona del entorno, además se obtuvo que los tramos propuestos cumplen con los parámetros hidráulicos como relación de lámina - diámetro, fuerza tractiva y numero Froude.

Del modelamiento hidráulico de las red de distribución del tamo de la carrera 1 con cale 1, se determinó que se requiere tubería de diámetro 2” de PVC RDE 26.

JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA
INGENIERO CIVIL U.F.P.S
ESP. GEPUR
Jucasasaor@gmail.com Cel. 3105870138

RECOMENDACIONES

En el sistema de alcantarillado sanitario que se propone en tubería PVC de 200 mm de diámetro comercial, teniendo en cuenta que los colectores se ha traviesa posibles vías vehiculares del municipio y está sometido al impacto del flujo vehicular se propone en todos los tramos tienen una diferencia entre cota terreno y cota clave igual o mayor a 1.2 m.

Teniendo en cuenta que el municipio de Cacota está en una zona de alto riesgo sísmico se sugiere usar tuberías de plástico que soporte los asentamientos o movimientos diferenciales que se puedan presentar por fenómenos naturales.

En los tramos se diseñaron con las pendientes mínimas que permiten cumplir los parámetros de relación lamina – diámetro, fuerza tractiva y numero de Froude que cumpla con los requerimientos de la resolución 330 de 2017 y 799 de 2021 del M.V.C.T. se debe tener cuidado especial con el replanteo para garantizar su optimo funcionamiento.

La tubería de acueducto debe enterrarse a una profundidad de 1 m en vías vehiculares y 0.60 m en vías peatonales.

Se recomienda hacer mantenimiento periódico al sistema de alcantarillado sanitario en cuenta que en estos sistemas se transportan sólidos y son susceptibles de sedimentación y obstrucciones, sobre todo en épocas de invierno.

Mediante educación ciudadana fomentar la erradicación de las conexiones erradas que son las conexiones de aguas lluvias al sistema de alcantarillado sanitario que en épocas de invierno incrementan exorbitante el caudal y trae sedimentos que obstruyen el sistema.

En el proceso constructivo verificar que las pendientes recomendadas para las estructuras hidráulicas se cumplan acorde a los resultados de la modelación hidráulica.

Se recomienda ejecutar las obras proyectadas acorde a las dimensiones dadas en las memorias de cálculo, de ser necesario alguna modificación de los parámetros planteados estos sean realizados por profesionales idóneos con experiencia en el tema.

BIBLIOGRAFÍA

Sistema de Abastecimiento de Acueductos y Alcantarillados, López C. Ricardo A.

Hidráulica de Tuberías 2da edición; JUAN SALDARRIAGA (Editorial Alfaomega).

Ven Te Chow. Hidráulica de canales abiertos. McGraw Hill. Bogotá, 1994.

Ven Te Chow, Maidment y Mays. Hidrología aplicada. McGraw Hill. Bogotá, 1994.

Manual de Drenaje para Carreteras, INVIAS

Hidráulica e Instalaciones de Abasto en las Edificaciones, Pérez Carmona R.

Resolución 330 de 2017, Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2017.

Resolución 799 de 2021, Modifica Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2017.

Terece J. Mcgrehee, Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, McGraw-Hill, 1999.

I.C. JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA
Mat. 5420243863NTS
Esp. GEPUR

ANEXOS

Anexo No. 1 Modelación Hidráulica de los Tramos de Colectores del Alcantarillado Sanitario

JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA
INGENIERO CIVIL U.F.P.S
ESP. GEPUR
Jucasasaor@gmail.com Cel. 3105870138

Tramo		Caudal												Dimensión				Capacidad Llena	
Catastro redes		Área Propia	Área Acumulada	Q dom.	Q no Residencial	Qmd	Factor Mayoración	Factor Mayor. Verific.	QMH	Q inf	Q Ce	Qtotal	Q total	Longitud	Diámetro (D)	Tipo	Pendiente Colector	Caudal	Velocidad
Pi	Pf	ha	ha	L/s	L/s	L/s			L/s	L/s	L/s	L/s	>1.5	m	mm	Tubo	%	L/s	m/s
TRAMO ALCANTARILLADO SANITARIO CACOTA CRA. 1 CON CL. 1																			
P1	P2	0.25	0.25	0.09	0.00	0.09	3.62	3.62	0.32	0.08	0.05	0.45	1.50	25.61	183	PVC	23.39%	229.21	8.71
P2	P3	0.25	0.25	0.09	0.00	0.09	3.62	3.62	0.32	0.08	0.05	0.45	1.50	15.68	183	PVC	15.11%	181.01	6.88
P3	P4	0.25	0.25	0.09	0.00	0.09	3.62	3.62	0.32	0.08	0.05	0.45	1.50	34.93	183	PVC	21.44%	218.71	8.32
P4	P5	0.25	0.25	0.09	0.00	0.09	3.62	3.62	0.32	0.08	0.05	0.45	1.50	4.60	183	PVC	39.78%	305.15	11.60
P5	P6	0.25	0.25	0.09	0.00	0.09	3.62	3.62	0.32	0.08	0.05	0.45	1.50	26.39	183	PVC	24.67%	235.90	8.97
P6	P7	0.25	0.25	0.09	0.00	0.09	3.62	3.62	0.32	0.08	0.05	0.45	1.50	14.32	183	PVC	17.60%	196.54	7.47
P7	P8	0.25	0.25	0.09	0.00	0.09	3.62	3.62	0.32	0.08	0.05	0.45	1.50	8.44	183	PVC	21.80%	220.67	8.39

JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA
INGENIERO CIVIL U.F.P.S
ESP. GEPUR
Jucasasaor@gmail.com Cel. 3105870138

Relación Y/D	Velocidad Real	Lamina Y	Numero Froude	Fuerza Tractiva	Caída	Cota Fondo		Cota clave		Cota Vía		Evaluación		Prof. Pozos		Prof. a Clave	
						inicial	Final	inicial	Final	inicial	Final	Y/D< 0.85	Fuerza Tractiva > 1 Pa	Ini	Fin	Ini	Fin
<0,85	m/s	mm		Pa	m	msnm	msnm	msnm	msnm	msnm	msnm						
TRAMO ALCANTARILLADO SANITARIO CACOTA CRA. 1 CON CL. 1																	
0.05	**3.45**	8.43	**11.98**	**12.63**	5.99	2490.64	2484.65	2490.82	2484.83	2492.02	2486.58	Cumple	Cumple	1.38	1.93	1.20	1.75
0.05	**2.81**	9.67	**9.12**	**9.33**	2.37	2484.62	2482.25	2484.80	2482.43	2486.58	2483.63	Cumple	Cumple	1.96	1.38	1.78	1.20
0.05	**3.31**	8.66	**11.35**	**11.89**	7.49	2482.22	2474.73	2482.40	2474.91	2483.63	2476.11	Cumple	Cumple	1.41	1.38	1.23	1.20
0.04	**4.42**	7.14	**16.68**	**18.24**	1.83	2474.70	2472.87	2474.88	2473.05	2476.11	2474.75	Cumple	Cumple	1.41	1.88	1.23	1.70
0.05	**3.53**	8.29	**12.39**	**13.10**	6.51	2472.84	2466.33	2473.02	2466.51	2474.75	2468.01	Cumple	Cumple	1.91	1.68	1.73	1.50
0.05	**3.02**	9.22	**10.03**	**10.37**	2.52	2466.30	2463.78	2466.48	2463.96	2468.01	2465.16	Cumple	Cumple	1.71	1.38	1.53	1.20
0.05	**3.34**	8.62	**11.47**	**12.02**	1.84	2463.75	2461.91	2463.93	2462.09	2465.16	2463.83	Cumple	Cumple	1.41	1.92	1.23	1.74