

INTERCEPTOR NUEVA COLOMBIA ETAPA I – COMUNA 6 - MUNICIPIO DE PASTO

El presente informe tiene la finalidad de realizar un estudio general para el mejoramiento de la red de alcantarillado operado por EMPOPASTO S.A. E.S.P., localizado en la carrera 13 entre la calle 1B del barrio Caicedo y la calle 6A del barrio Nueva Colombia – Comuna 6, Municipio de Pasto. Evaluación realizada por la Empresa motivada en el mejoramiento en el servicio del sistema de alcantarillado de la ciudad de Pasto.

INFORMACIÓN GENERAL:

El Interceptor Nueva Colombia, localizado en la carrera 13 entre la calle 1 del barrio Caicedo y 6A del Barrio Nueva Colombia – Comuna 6, Municipio de Pasto, se ubica en el Sur-occidente de la Ciudad de Pasto, perteneciente a la comuna 6.



Figura No. 1. Carrera 13 entre la calle 1B y 6A del barrio Nueva Colombia.

ESTUDIO DE ANTECEDENTES:

Localización Quebrada San Miguel.

La quebrada San Miguel atraviesa el Parque Cementerio Jardines de las Mercedes ubicado en el barrio Caicedo. Esta quebrada presenta un alto grado de contaminación aguas arriba y la rejilla ubicada unos metros antes de ser canalizada se colmata y tapona con facilidad, debido a que una gran cantidad de los residuos y desechos que fueron retirados por EMPOPASTO S.A. E.S.P. son provenientes del Parque Cementerio ya que se retiraron coronas de flores, vasos de icopor, botellas plásticas, neumáticos y residuos sólidos provenientes de los barrios aledaños que utilizan la quebrada como un sitio de disposición final.

Es importante coordinar con la Administración del Parque Cementerio Jardines de las Mercedes, para que realice un mayor control en los sitios dispuestos dentro del parque para la disposición temporal de las flores que son retiradas de las tumbas, igualmente que lleve un mayor control de las personas encargadas de realizar el mantenimiento de las zonas verdes del parque y de podar el césped para que almacenen en sacas plásticas los residuos provenientes de esta actividad y los depositen en el lugar destinado.

Igualmente que exista un mayor seguimiento y control por parte de la autoridad competente para las personas que tienen diferentes tipos de negocios de ventas de flores, helados y comidas en la entrada para que no arrojen los residuos a la quebrada contribuyendo con el taponamiento de la defensa.

Finalmente otro punto importante que cabe resaltar es que el material retirado de la quebrada es dejado en la parte superior de la defensa, el cual además de generar un impacto visual negativo y debido a que la mayoría de este material son flores en proceso de descomposición son focos de proliferación de insectos y roedores, además generan malos olores en el sector, por lo tanto se debe adecuar una zona cubierta y pavimentada donde sea fácil realizar la recolección para su transporte y disposición final.



Figura No. 2. Localización Captación Quebrada San Miguel.

Trabajos Adelantados Por Empopasto S.A. E.S.P. En La Zona De Influencia Del Proyecto.

Proyecto: REPOSICION DE REDES DE ALCANTARILLADO COMBINADO CARRERA 13 ENTRE CALLES 1 Y 1B BARRIO CAICEDO BAJO, PROYECTO EJECUTADO POR EMERGENCIA PRESENTADA EN EL SECTOR.

El proyecto "REPOSICION DE REDES DE ALCANTARILLADO COMBINADO CARRERA 13 ENTRE CALLES 1 Y 1B BARRIO CAICEDO BAJO", se ejecutó debido a la emergencia presentada el día 17 de enero de 2008, cuando se taponó la tubería de concreto existente de alcantarillado combinado de diámetro 24", provocando el derrumbe de un tramo de vía cercano a la vivienda del señor RAUL MORALES habitante de la vivienda cuya nomenclatura es Carrera 13 Calle 1A 1305.

Registro Fotográfico: Emergencia Presentada Por Taponamiento De La Tubería De Alcantarillado Combinado Carrera 13 Barrio Caicedo Bajo.



Figura No. 3. Derrumbe de talud y cerramiento en guadua vivienda del señor Raul Morales Cra 13 calle 1a 1305



Figura No. 4. Taponamiento de la tubería de alcantarillado combinado existente en concreto diámetro = 24"



Figura No. 5. Polideportivo Barrio Caicedo bajo lleno de material arrastrado por las aguas combinadas que se desbordaron por el taponamiento de la tubería



Figura No. 6. Retiro de material arrastrado por el agua en el polideportivo Barrio Caicedo Bajo



Figura No. 7. Zanja para desvío de aguas combinadas tramo carrera 13 entre calles 1a y 1b.



Figura No. 8. Personal de Empopasto intentando destapar la tubería taponada tramo Cra 13 entre calles 1a y 1b.



Figura No. 9. Entibado de zanja de excavación para protección de personal y de talud de excavación



Figura No. 10. Bombeo de aguas combinadas filtradas hasta la excavación por cámara de inspección en mal estado



Figura No. 11. Instalación de triturado como cama de cimentación y tubería de concreto diámetro= 24"



Figura No. 12. Atraque y relleno inicial sobre tubería de concreto diámetro= 24"



Figura No. 13. Relleno con material de préstamo tramo cra 13 entre calles 1a y 1b.



Figura No. 14. Relleno final con recebo compactado tramo cra 13 entre calles 1a y 1b

Información Preliminar:

A continuación se relaciona las actividades realizadas entre la Secretaria de Infraestructura y Valorización del Municipio y EMPOPASTO S.A. E.S.P.

1. EMPOPASTO S.A. E.S.P. mediante oficio con consecutivo N° 20133300070511 del 16-09-2013 hace entrega del levantamiento topográfico de la carrera 13 entre Jardines de las Mercedes y el Barrio Niza II con la finalidad de que la Secretaria de Infraestructura y Valorización del Municipio adelante los diseños geométricos (planta y perfil) correspondientes a la vía objeto de estudio.
2. Realización de Acta de Reunión entre la Secretaria de Infraestructura del Municipio y Empopasto S.A E.S.P. 22 de noviembre de 2013, donde se tratan temas tales como la realización de los diseños geométricos de la vía (planta, perfil), la ejecución de la correcciones a las que haya lugar a los diseños de la vía por parte de EMPOPASTO S.A. E.S.P., además se entregó un informe detallado por parte de la Secretaria de Gestión Ambiental Municipal, en el que se hacen actividades de sensibilización de la comunidad con respecto al uso adecuado del alcantarillado municipal.
3. Realización de Acta de Reunión entre la Secretaria de Infraestructura del Municipio y Empopasto S.A E.S.P. 03 de diciembre de 2013, donde se determina el tiempo necesario para la entrega de los diseños definitivos de la vía proyectada en la carrera 13 entre Jardines de las Mercedes y Nueva Colombia.
4. La Secretaria de Infraestructura del Municipio de Pasto, hace entrega a EMPOPASTO S.A. E.S.P. mediante oficio radicado N° 2014-501-000138-2 de fecha 13-01-2014 los diseños geométricos (planta y perfil) de la vía proyectada en la carrera 13 entre Jardines de las Mercedes y Nueva Colombia, parámetro fundamental para la realización de los diseños hidráulicos de los colectores sanitario y pluvial del sector evaluado.
5. EMPOPASTO S.A. E.S.P. termina los diseños definitivos de los colectores pluvial y sanitario del sector en el mes de abril del año 2014, los cuales comprende levantamiento topográfico, estudio de suelos, diseño hidráulico de los colectores pluvial y sanitario, cantidades de obra y presupuesto.

Infraestructura De Alcantarillado:

De acuerdo a información obtenida de la evaluación y diagnóstico realizado por la Subgerencia de Infraestructura – Sección Operativa de Diseños y el Sistema de Información Geográfica (S.I.G.) de EMPOPASTO S.A. E.S.P., se obtienen los siguientes datos de las redes de alcantarillado en el sector:

- Tipo de alcantarillado: combinado, es decir recolecta y transporta aguas residuales y lluvias por un mismo conducto.
- Área de Servicio: El área aferente de la carrera 13 entre Jardines de las Mercedes y Nueva Colombia, forma parte de una de las diez áreas de drenaje (T05 Américas - Champagnat) en que se encuentra dividido el sistema de alcantarillado de la ciudad, de acuerdo con el drenaje natural de las cuencas y el sistema de colectores existente. Se encuentra localizada en el sur occidente de la ciudad, correspondiendo su territorio a parte de la Comuna 6 del área urbana del municipio de Pasto. Dicha área tiene una extensión total de 29 ha

comprendidas al interior del perímetro urbano y en ella se encuentran ubicados los siguientes barrios: EL Palmar, Caicedo Bajo, Caicedo, Niza II, Niza III, Niza I, Prados del Niza, Nueva Colombia, Quito López II, Tequendama (ver tabla No. 1 – áreas de drenaje Carrera 13 Jardines de las Mercedes – Nueva Colombia).

Tabla No. 1. Áreas de Drenaje Urbanas Colectores objeto de diseño

SECTOR	ÁREA DE DRENAJE	
	m ²	HECTÁREA
BARRIO EL PALMAR, CAICEDO	156,000	15.60
BARRIO NUEVA COLOMBIA	15,100	1.51
BARRIO VILLA DE LOS SAUCES	44,700	4.47
BARRIO QUITO LÓPEZ II	75,700	7.57
BARRIO SAN SEBASTIAN, GRANADA, FUNDADORES	53,400	5.34
TOTAL:	344,900	34.49

Tabla No. 4. Determinación áreas de drenaje Carrera 13 entre Jardines de las Mercedes – Nueva Colombia

SECTOR	ÁREA DE DRENAJE	
	m ²	HECTÁREA
MICROCUEENCA QUEBRADA SAN MIGUEL	1,200,000.00	120.00
TOTAL:	1,200,000.00	120.00

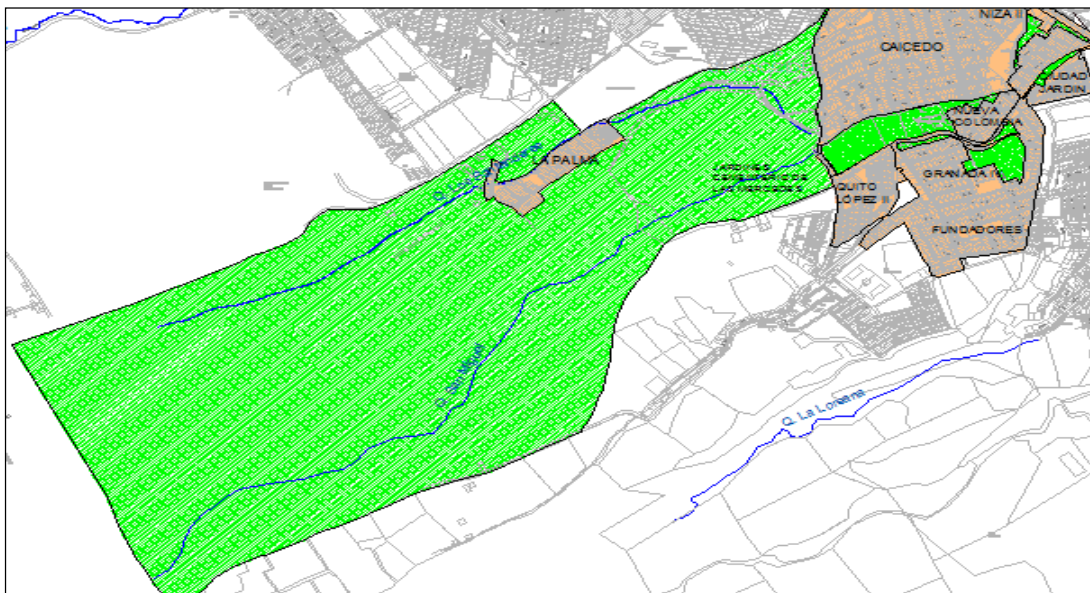


Figura No. 15. Área de drenaje Carrera 13 Jardines de las Mercedes – Nueva Colombia.

- La edad constructiva de este sistema de alcantarillado es mayor a 35 años.
- Área de drenaje Urbana: 34.49 Hectáreas.
- Área de drenaje Sub urbana: 120 Hectáreas. Esta corresponde a la cuenca de la Quebrada San Miguel
- Diámetro tubería existente: tubería en diámetro 22", tubería en diámetro 24", colectores matrices.
- Material tubería: tubería de 22" Concreto simple. Tubería de 24" Concreto reforzado.
- Pendiente: La pendiente media del sistema es del orden de 3 a 5%
- Profundidad media del sistema: es del orden de 3 a 5 metros de profundidad.
- Ver figura 4. Esquema redes de alcantarillado del sector.

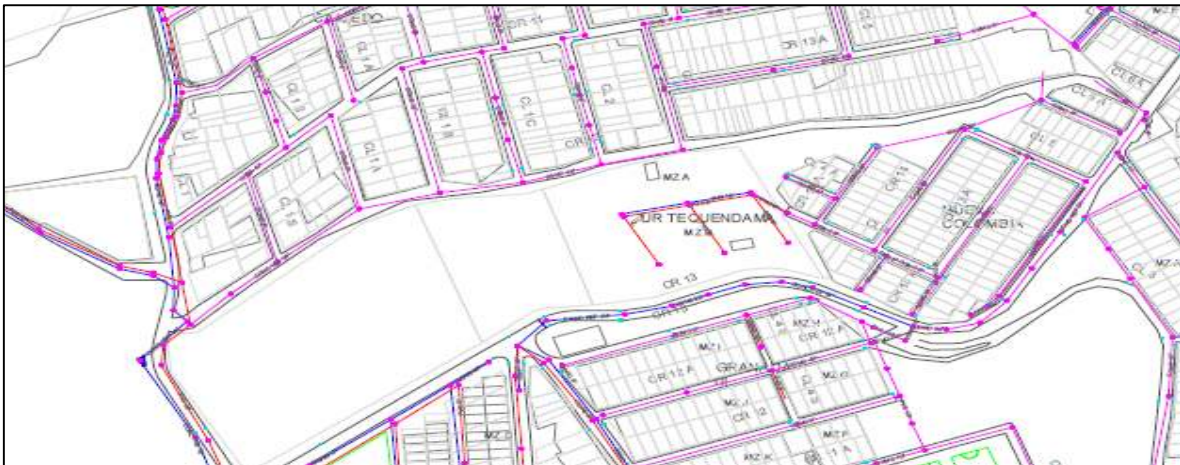


Figura No. 16. Esquema de redes de alcantarillado del sector

JUSTIFICACION.

Este sistema de alcantarillado existente en la zona, ha cumplido su periodo de vida útil y ha alcanzado su horizonte de diseño en su funcionamiento hidráulico, presentándose la necesidad de su mejoramiento, con el fin de garantizar una adecuada funcionalidad técnica en su periodo de diseño y que se acople fácilmente a las necesidades de mejoramiento urbanístico futuro.

Las obras complementarias de alcantarillado, se justifica teniendo en cuenta los siguientes aspectos.

Tiempo de operación y servicio comprendido entre 25 y 50 años y mayor tomando como base la información suministrada por la comunidad del sector, inspección de campo por medio de video sonda y por el Sistema de Información Geográfica (S.I.G.) de EMPOPASTO S.A. E.S.P.

OBJETIVO Y ALCANCE.

El presente proyecto contempla el mejoramiento del sistema de alcantarillado a través de la construcción del Interceptor Nueva Colombia Etapa I – (carrera 13 entre calle 1B del barrio Caicedo y la calle 6A del barrio Nueva Colombia) – Comuna 6, Municipio de Pasto, que permita mejorar las condiciones de Saneamiento Básico y que supla los requerimientos técnicos, ambientales y sociales que exigen tanto las entidades que prestan y supervisan el servicio, como la comunidad actual mejorando las condiciones de vida de los habitantes del sector.

Se permitirá lograr descolar en una forma más rápida y eficiente, las aguas lluvias y negras actuales y futuras, del sector, mediante un alcantarillado en buen estado, de mayor diámetro y por consiguiente de mayor capacidad; permitiendo el flujo libre en la tubería.

La presente memoria incluye el diseño, especificaciones y presupuesto del proyecto Interceptor Nueva Colombia Etapa I – (carrera 13 entre calle 1B del barrio Caicedo y la calle 6A del barrio Nueva Colombia) – Comuna 6, Municipio de Pasto.

El proyecto comprende las siguientes actividades:

Sistema de alcantarillado sanitario:

- Construcción de 12 metros de tubería de alcantarillado sanitario de diámetro 12" y material PVC Estructurada.
- Construcción de 340 metros de tubería de alcantarillado sanitario de diámetro 24" y material PVC Estructurada.
- Construcción de 17 metros de tubería de alcantarillado sanitario de diámetro 24" y material Concreto Reforzado Clase II.
- Construcción de 9 cámaras de inspección en concreto reforzado con alturas promedio de 5 a 6 metros, cuyos detalles se encuentran descritos en los planos constructivos.
- Reposición de 44 acometidas domiciliarias de Alcantarillado sanitario.

Sistema de alcantarillado pluvial:

- Construcción de 76 metros de tubería de alcantarillado pluvial de diámetro 10" y material PVC Estructurada (incluye conexión a sumideros).
- Construcción de 341 metros de tubería de alcantarillado pluvial de GRP, rigidez nominal 2.500, D = 1500 mm.
- Construcción de 18 metros de tubería de alcantarillado pluvial de diámetro 60" y material Concreto Reforzado Clase II.
- Construcción de 11 cámaras de inspección en concreto reforzado con alturas promedio de 5 a 6 metros, cuyos detalles se encuentran descritos en los planos constructivos.

Estudios topográficos.

La información mencionada, se obtuvo de los levantamientos realizados por el topógrafo Guido Joja, Contratista de EMPOPASTO S.A. E.S.P.

Marco Institucional:

La Empresa de Obras Sanitarias de Pasto EMPOPASTO S.A. E.S.P. como entidad prestadora de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado del Municipio, es la entidad responsable de la elaboración, revisión y aprobación del presente análisis a través de su Subgerencia Técnica – Área de Diseños y Desarrollo Urbano.

Marco Legal:

El presente diseño del Interceptor Nueva Colombia Etapa I – (carrera 13 entre calle 1B del barrio Caicedo y la calle 6A del barrio Nueva Colombia) – Comuna 6, Municipio de Pasto, se rige al cumplimiento de la normatividad y legislación técnica, ambiental y jurídica vigente, para el sector de agua potable y saneamiento básico.

- Ley 142 de Servicios Públicos Domiciliarios.
- Resolución 1096 de 17 de noviembre de 2000, del Ministerio de Desarrollo Económico, por la cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000.
- Ley 388 de 1997 de Ordenamiento Territorial.

Aspectos Ambientales:

Las obras que se adelantarán no tienen impacto negativo sobre el medio ambiente, sin embargo se transmitirán las respectivas licencias ante los organismos ambientales competentes "Corporación Autónoma Regional de Nariño – CORPONARIÑO", se considerarán las legislaciones ambientales vigentes.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

En este Capítulo se ofrece una detallada descripción del proyecto diseñado, haciendo énfasis en su trazado, alineamiento, puntos de interconexión con el sistema existente, dimensiones y características principales de sus diferentes componentes.

DISEÑO HIDRÁULICO:

En términos generales, el diseño hidráulico de los colectores de alcantarillado pluvial y sanitario comprende la definición de los alineamientos horizontal y vertical y la determinación del tamaño y tipo de las tuberías y estructuras que lo conforman, teniendo en cuenta consideraciones topográficas, geotécnicas y de localización de la infraestructura existente, de la cual hará parte el nuevo proyecto. Este Capítulo provee información acerca de los resultados del diseño hidráulico de los colectores y sus estructuras complementarias. Presenta inicialmente una descripción de las bases y criterios de diseño adoptados, posteriormente las consideraciones y resultados del diseño geométrico e hidráulico de los colectores ajustado al cumplimiento de la normatividad y legislación técnica, ambiental y jurídica vigente, para el sector de agua potable y saneamiento básico, cantidades de obra y presupuesto.

BASES Y CRITERIOS DE DISEÑO:

A continuación se presenta una descripción de los criterios considerados para el proyecto Interceptor Nueva Colombia Etapa I – (carrera 13 entre calle 1B del barrio Caicedo y la calle 6A del barrio Nueva Colombia) – Comuna 6, Municipio de Pasto.

NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA.

El RAS-2000 establece cuatro niveles de complejidad para los sistemas de acueducto y alcantarillado, el cual se determina en función de la población urbana y la capacidad económica de los usuarios. Teniendo en cuenta la población del área urbana del municipio de Pasto, que de acuerdo al censo DANE 2005, es de 312.759 habitantes, el nivel de complejidad del sistema se cataloga como ALTO.

PERÍODO DE DISEÑO.

El numeral D.2.2.3 del RAS-2000 define que para el diseño de colectores principales o emisarios finales, como es el caso del presente proyecto, el período de diseño mínimo debe ser de 25 años, para cualquier nivel de complejidad del sistema.

ÁREA TRIBUTARIA.

En el trayecto del Interceptor Nueva Colombia Etapa I – (carrera 13 entre calle 1B del barrio Caicedo y la calle 6A del barrio Nueva Colombia) – Comuna 6, Municipio de Pasto, el área tributaria corresponde al área urbana comprendida dentro de dicho sector.

Área urbana y sub-urbana. Utilizando los planos del sistema de alcantarillado existente, complementados con la información obtenida en el levantamiento topográfico, se trazaron las fronteras de las micro cuencas de cada colector secundario que aporta al colector principal existente. La sumatoria de las áreas de las micro cuencas produce el área tributaria total en el sector urbano y sub urbano, que arroja un valor de 149 hectáreas.

CAUDALES DE AGUAS NEGRAS.

Período de Diseño.

De acuerdo con el nivel de complejidad del sistema (Alto), se establece como período de diseño del alcantarillado 25 Años (**Título D.2.1.RAS 2000**).

Área de Drenaje y Población de Diseño.

La Población actual del sector donde se construirá la red, pertenece a una zona de actividad Residencial, la que tiene un área de influencia sanitaria total de 29 hectáreas.

Teniendo en cuenta los lineamientos de POT se calculó la población total actual y futura del área de influencia.

Para el cálculo de la población futura se aplicó el método que tiene en cuenta la densidad de saturación establecida por el POT acuerdo 004 y el área total de influencia para las diferentes áreas morfológicamente homogéneas en que se ha dividido la ciudad.

Según POT Acuerdo 004.

El sector del Interceptor Nueva Colombia Etapa I – (carrera 13 entre calle 1B del barrio Caicedo y la calle 6A del barrio Nueva Colombia) – Comuna 6, Municipio de Pasto se encuentra en un área de actividad residencial (artículo 124).

De acuerdo al área morfológicamente homogénea, el sector pertenece a la zona Suroccidental periférica, la que tienen una densidad bruta máxima de saturación de 100 viv/ha.

Con base en estos, datos se determinó la población futura del sector según el área de drenaje correspondiente a cada zona dando como resultado los siguientes parámetros.

Áreas de drenaje y Áreas Morfológicamente Homogéneas.

Área de drenaje Suroriental periférica: **34 ha.**

Población Total futura de influencia: **20776 habitantes.**

Se anexa cuadro de áreas, densidades y poblaciones futuras resultantes para el proyecto en hoja de cálculo Excel.

Densidad Promedio.

Densidad Promedio = **600 hab/ha.**

Contribuciones de aguas residuales.

Contribución Doméstica (QD).

Se Calcula el aporte doméstico **QD**, según la siguiente ecuación (**Título D Cap. 3.2.2.1 RAS 2000**).

$$QD = C * P * R / 86400 \text{ (LPS).}$$

Dónde:

- C= Consumo medio diario per cápita (lts/ habitante/día), igual a la dotación neta calculada en el numeral (D.3.2.2 RAS 2000) **(150 lts/hab/día)**.
- P= Población servida (Habitantes), población de diseño calculada corresponde a **(17572 habitantes)**.
- R= Coeficiente de Retorno, igual a **0.85 (Tabla D.3.1 RAS 2000)**.

$$QD = 150 * 20776 * 0.85 / 86400 = \mathbf{30.66 \text{ lps.}}$$

Otras contribuciones:

Debido a que la Zona del Proyecto se caracteriza por ser de tipo residencial, los caudales de aguas residuales de origen industrial (**Qi**), Comercial (**Qc**) e institucional (**Qins**), no se tiene en cuenta.

Caudal medio diario de aguas residuales (Qmd).

Se obtiene sumando los valores de los caudales de aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales **(Título D Cap. D.3.2.2.5 RAS 2000)**

$$Q_{md} = Q_D + Q_i + Q_c + Q_{in} = 30.66 \text{ lps} + 0.0 = \mathbf{30.66 \text{ lps.}}$$

Caudal Máximo Horario. (QMH).

El caudal máximo horario del día de máximo consumo se estima a partir del caudal final medio diario, mediante el uso del factor de mayoración, **(Título D Cap. D.3.2.3. RAS 2000)**.

Factor de Mayoración (F).

Se efectúa el cálculo para la estimación del factor de mayoración, según las expresiones de **Flores, Harmon y Babbit (Título D Cap. D.6.2.4 RAS 2000)**.

- $F = 3.5 / (P^{0.1}) = 2.58$
- $F = 5 / (P^{0.2}) = 3.69$
- $F = 1 + 14 / (4 + (P)^{0.5}) = 2.64$

Dónde:

P= Población Servida en miles de habitantes.

El Factor de Mayoración tomado se obtiene del promedio de la fórmula de Flores y Harmon calculada tramo por tramo de acuerdo al aumento progresivo de la población. (Título D Cap. D 3.2.4).

La Población por tramo se la calculó en base a la densidad en habitantes por hectárea multiplicada por el área tributaria del mismo así:

$$\begin{aligned} \text{Densidad (hab/ha)} &= \text{Población total} / \text{área total.} \\ &= 20776 \text{ hab} / 34 \text{ ha} = \mathbf{600 \text{ hab/ha.}} \end{aligned}$$

Contribución por conexiones erradas (Qce)

Teniendo en cuenta que se contará con un sistema de alcantarillado pluvial, el caudal por conexiones erradas de acuerdo a la tabla D 3.5 RAS 2000 es:

$$Q_{ce} = \mathbf{0.1 \text{ lps/ha.}}$$

Contribución por infiltración (Qinf).

Teniendo en cuenta que el nivel freático existente en el terreno se encuentra bastante profundo y que el sector del proyecto pertenece a la zona de riesgo sísmico alto, se considera una contribución por infiltración media **(Tabla D.3.7 RAS 2000)**.

$$Q_{inf} = \mathbf{0.3 \text{ lt/s/Ha}}$$

Caudal sanitario de diseño, Q_{san}

$$Q_{san} = Q_{MH} + Q_{ce} + Q_{inf} \quad [l/s/Ha]$$

En los casos en los que el caudal de diseño calculado en el tramo sea inferior a 1.5 L/s, se adoptará este valor como caudal de diseño (Cap. D.3.2.5 RAS 2000).

Diámetro mínimo

En las redes de recolección y evacuación de aguas combinadas, la sección circular es la más usual para los colectores, principalmente en los tramos iniciales. El diámetro interno real mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y lluvias tipo alcantarillado combinado es 250 mm (10"), con el fin de evitar obstrucciones de los conductos por objetos relativamente grandes introducidos al sistema.

CAUDAL DE AGUAS LLUVIAS.

Áreas de Drenaje Urbanas.

Los flujos correspondientes al área urbana fueron calculados empleando el método racional, el cual, según el RAS-2000, es adecuado para áreas de drenaje pequeñas, hasta de 700 Ha, como es el caso. La ecuación del método racional está dada por:

$$Q = C \times i \times A$$

Dónde:

- Q: Caudal de aguas lluvias, L/s.
- C: Coeficiente de escorrentía (función de la permeabilidad del área de drenaje).
- i: Intensidad de la lluvia, L/s-ha.
- A: Área tributaria, ha.

La Tabla No. 2 muestra las áreas de drenaje urbanas calculadas para los colectores a diseñar

Tabla No. 3. Áreas de Drenaje Urbanas Colectores objeto de diseño

SECTOR	ÁREA DE DRENAJE	
	m ²	HECTÁREA
BARRIO EL PALMAR, CAICEDO	156,000	15.60
BARRIO NUEVA COLOMBIA	15,100	1.51
BARRIO VILLA DE LOS SAUCES	44,700	4.47
BARRIO QUITO LÓPEZ II	75,700	7.57
BARRIO SAN SEBASTIAN, GRANADA, FUNDADORES	53,400	5.34
TOTAL:	344,900	34.49

Tabla No. 4. Determinación áreas de drenaje Carrera 13 entre Jardines de las Mercedes – Nueva Colombia

SECTOR	AREA DE DRENAJE	
	m ²	HECTÁREA
MICROCUENCA QUEBRADA SAN MIGUEL	1,200,000.00	120.00
TOTAL:	1,200,000.00	120.00

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.

Zonas urbanas.

Para el sector urbano el valor de C representativo del área se calculó como el promedio ponderado de las respectivas áreas, teniendo en cuenta los diferentes tipos de superficie que cubre el área de drenaje de los colectores, basados en los planos de uso de suelo elaborados por el POT y el valor de C recomendado por el RAS-2000 para las distintas superficies (ver Tabla No. 5). El procedimiento seguido fue el siguiente:

Se montó sobre un mismo archivo en plataforma ACAD el plano de áreas tributarias del colector en el sector urbano, con el plano de usos de suelo urbano (Plano 8-A) elaborado por el POT.

Se realizó la medición de las áreas correspondientes a cada uno de los tipos de superficie encontrados en la zona que cubre el proyecto.

Con la información obtenida se determinó el coeficiente de escorrentía compuesto para la zona urbana basado en los coeficientes de escorrentía consignados en la tabla No 5.

Tabla No. 5. Coeficiente de Escorrentía en Función del Tipo de Superficie

Tipo de Superficie	C
Cubiertas	0,75-0,95
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0,70-0,95
Vías adoquinadas	0,70-0,85
Zonas comerciales o industriales	0,60-0,95
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0,75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre éstos	0,60-0,75
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0,40-0,60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0,45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques-cementerios	0,30
Laderas sin vegetación	0,60
Laderas con vegetación	0,30
Parques recreacionales	0,20-0,35

FUENTE: Tabla D.4.5 RAS 2000

INTENSIDAD DE LA LLUVIA (I).

La intensidad de precipitación a utilizar en la estimación del caudal pico de aguas lluvias corresponde a la intensidad media de precipitación dada por las curvas IDF para un periodo de retorno de diseño definido y una duración equivalente al tiempo de concentración de la escorrentía.

En desarrollo de los Estudios del Plan Maestro de Alcantarillado de Pasto (INESCO, 1996) se dedujeron las curvas IDF para la zona rural (estación pluviométrica Botana) y la zona urbana (estación pluviométrica Obonuco), representadas por la ecuación:

$$i = \frac{2,78CxTr^a}{(t + b)^n}$$

Zonas Urbanas (Estación Pluviométrica Obonuco):

Las Constantes de la ecuación para zona urbana son las siguientes:

- C: 354,07078
- a: 0,2811778
- b: 10,63
- n: 0.8250633

Tabla No. 6. Fórmulas de Curvas de Intensidad aplicadas en los diseños objeto de estudio.

Zona	Fórmula aplicada	Descripción
Rural	$i = \frac{2,78x621,88267xTr^{0,2943043}}{(t + 14,76)^{0,9052454}}$	Estación Botana i = intensidad (L/s.ha) Tr =25 años t =tiempo de Concentración (min)
Urbana	$i = \frac{2,78x354,0778xTr^{0,2811778}}{(t + 10,63)^{0,8250633}}$	Estación Obonuco i = intensidad (L/s.ha) Tr =25 años t =tiempo de Concentración (min)

Fuente: INESCO Ltda. Plan Maestro de Alcantarillado de Pasto. Estudio de Caudales Máximos Área Rural a 2.700 msnm. 1996

PERIODO DE RETORNO DE DISEÑO (Tr).

El periodo de retorno de diseño se determina de acuerdo con la importancia de las áreas a drenar y con los daños, perjuicios o molestias que las inundaciones periódicas puedan ocasionar a los habitantes, tráfico vehicular, comercio, industria, etc. La selección del periodo de retorno está asociada entonces con las características de protección e importancia del área de estudio. De acuerdo a las áreas de drenaje estudiadas, se definió que se utilizará un valor de 10 años.

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc).

El Tiempo de Concentración (Tc) está compuesto por el Tiempo de Entrada (Te) y el Tiempo de Recorrido (Tr) en el colector. El tiempo de entrada corresponde al tiempo requerido para que la escorrentía llegue al sumidero del colector, mientras que el tiempo de recorrido se asocia con el tiempo de viaje o tránsito del agua dentro del colector.

$$T_c = T_e + T_t \quad \text{(D.4.3 RAS 2000)}$$

Dónde:

- Tc: Tiempo de concentración, en minutos.
- Te: Tiempo de entrada, en minutos.
- Tt: Tiempo de recorrido o de tránsito, en minutos.

El tiempo de concentración mínimo en pozos iniciales es 10 minutos y máximo 20 minutos. El tiempo de entrada mínimo es 5 minutos.

Si dos o más colectores confluyen a la misma estructura de conexión, se considerará como tiempo de concentración en ese punto el mayor de los tiempos de concentración de los respectivos colectores.

Tiempo de Entrada (Te.)

El RAS-2000 presenta algunas fórmulas para estimar el tiempo de entrada. La ecuación de la FAA de los Estados Unidos de Norteamérica se utiliza frecuentemente para la escorrentía superficial en áreas urbanas. Esta ecuación está dada por:

$$T_e = \frac{0.707 \cdot (1.1 - C) \cdot L^{1/2}}{S^{1/3}} \quad \text{(D.4.4)}$$

Dónde:

- C: Coeficiente de escorrentía.
- L: Longitud máxima de flujo de escorrentía, en metros.
- S: Pendiente promedio entre el punto más alejado y el colector, en metros/metros.

Tiempo de Recorrido (Tt).

El tiempo de recorrido en un colector se puede calcular como:

$$T_t = \frac{L_c}{(60 \cdot V)} \quad \text{(D.4.8)}$$

Dónde:

- Lc: Longitud del colector, en metros (m).
- V: Velocidad real del flujo, en m/s.

Dado que Tt debe corresponder a la velocidad real del flujo en el colector, el tiempo de concentración puede determinarse mediante un proceso iterativo, tal como se describe a continuación:

Suponer un valor de la velocidad real en el colector.

- Calcular Tt.
- Calcular Te.
- Obtener Tc.
- Obtener i para este valor de Tc y el periodo de retorno adoptado.
- Estimar Q con el método racional.

Con este valor de Q, estimar Tt real; si el valor de Tt estimado en el paso 2 difiere en más de 10% por defecto o exceso con respecto al valor calculado en el paso 7, es necesario repetir el proceso.

CONTRIBUCIÓN DE AGUAS RESIDUALES.

El volumen de aguas residuales aportadas a un sistema de recolección y evacuación está integrado por las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales. Para su estimación se hicieron las siguientes consideraciones:

Domésticas (Q_D).

El aporte doméstico (Q_D) está dado por la expresión:

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

Dónde:

Q_D: Aporte de aguas residuales domésticas, L/s.

C: Consumo medio diario de agua por habitante igual a 150 L/hb-d.

D: Máxima densidad de población futura o densidad de saturación, hb/ha. El POT del municipio de Pasto zonifica la ciudad en 18 Áreas Morfológicas Homogéneas Urbanas y establece para cada una de ellas la densidad bruta máxima permisible, en términos de viviendas/hectárea. Al cruzar el plano de área tributaria con el de áreas morfológicas homogéneas urbanas resulta una sectorización del área tributaria del proyecto, en términos del número de viviendas por hectárea; aplicando a esta densidad un índice de 6,0 habitantes/vivienda, se obtiene la población de saturación para el área tributaria del colector.

R: Coeficiente de retorno, adimensional. Para un nivel de complejidad del sistema "alto", como corresponde a la ciudad de Pasto, el valor de R puede variar entre 0,80 y 0,85. Para los propósitos del presente Estudio y los futuros diseños de alcantarillado que se realicen en la ciudad, se recomienda adoptar el valor superior de 0,85.

A_{rb}: Área residencial bruta, ha. Para cada proyecto fue determinada a partir del cruce del plano de áreas tributarias, con el plano de usos urbanos del suelo del POT de Pasto (Plano 8-A), en el cual se clasifican los suelos como de uso residencial (R), comercial y de servicios (CS), institucional (INT), industrial (IND) y forestal protector en el área urbana (F).

Otras contribuciones:

Debido a que la Zona del Proyecto se caracteriza por ser de tipo residencial. Los caudales de aguas residuales de origen industrial (QI), Comercial (QC) e institucional (QIN), no se tiene en cuenta.

$$QMD = QD + QI + QC + QIN \text{ (Mirar Anexo A cálculo alcantarillado sanitario)}$$

CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH)

El caudal máximo horario es la base para establecer el caudal de diseño de los colectores sanitarios. El caudal máximo horario del día máximo se estima a partir del caudal medio diario final, el cual se define como el caudal medio diario para el final del periodo de diseño (Q_{MDF}), mediante el uso del factor de mayoración, F.

$$Q_{MH} = F * Q_{MDF}$$

Para el cálculo del Factor de Mayoración se utilizó la fórmula obtenida por INGESAM mediante mediciones de campo, en un reciente Estudio adelantado en la ciudad de Manizales, dada por la expresión:

$$F = \frac{3,808}{Q_{MD}^{0,1473}}$$

(Mirar Anexo A cálculo alcantarillado sanitario)

CONEXIONES ERRADAS (QCE).

En el diseño del colector sanitario se tomó en consideración los aportes de aguas lluvias provenientes de conexiones erradas de bajantes de tejados y patios, QCE. Estos aportes son

función de la efectividad de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias y de la disponibilidad de sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias, que para el caso de Pasto son en su mayoría, del tipo combinado. Dado que no se dispone de información específica sobre conexiones erradas en la ciudad de Pasto, se utilizó un valor de 0,10 L/s-ha, con base en las sugerencias del RAS-2000.

INFILTRACIÓN (Q_{INF}).

Para la ciudad de Pasto no se dispone de estudios específicos que definan las tasas de infiltración de aguas sub-superficiales al sistema de alcantarillado. Teniendo en cuenta las recomendaciones del RAS-2000 y las características topográficas, de suelos, niveles freáticos, precipitación y condiciones físicas de las tuberías y colectores secundarios que aportarán a los nuevos colectores, se adoptó un valor de 0,40 L/s-ha para el diseño de todos los colectores.

CAUDAL SANITARIO POR TRAMO (Q_{DT}).

El caudal sanitario de cada tramo se obtiene sumando al caudal máximo horario del día máximo, Q_{MH}, los aportes por infiltraciones (Q_{INF}) y por conexiones erradas (Q_{CEF}).

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

(Mirar Anexo A cálculo alcantarillado sanitario)

DIÁMETRO INTERNO REAL MÍNIMO.

En las redes pluviales y sanitarias, principalmente en los primeros tramos, la sección circular es la más usual para los colectores. El diámetro nominal mínimo permitido en el colector pluvial es 250 mm (10 pulgadas) y en el colector sanitario 200 mm (8 pulgadas), con el fin de evitar obstrucciones de los conductos por objetos relativamente grandes que puedan ser introducidos al sistema. (Cálculos mirar cuadro cálculo alcantarillado sanitario, pluvial).

VELOCIDAD MÍNIMA.

Las aguas lluvias transportan sólidos que pueden depositarse en los colectores si el flujo tiene velocidades reducidas. Por lo tanto, debe disponerse de una velocidad suficiente para lavar los sólidos depositados durante periodos de caudal bajo. Para esto se establece la velocidad mínima como criterio de diseño. La velocidad mínima real permitida en el colector pluvial o en el combinado es 0,75 m/s, para el caudal de diseño. En cada tramo se verificará el comportamiento auto-limpiante del flujo, para lo cual es necesario utilizar el criterio de esfuerzo cortante medio. Se establece, por lo tanto, que el valor del esfuerzo cortante medio sea mayor o igual a 3,0 N/m² (0,3 kg/m²) para el caudal de diseño, y mayor o igual a 1,5 N/m² (0,15 kg/m²) para el 10% de la capacidad a tubo lleno.

Si las aguas residuales fluyen por un periodo largo a bajas velocidades, los sólidos transportados pueden depositarse dentro de los colectores. En consecuencia, se debe disponer regularmente de una velocidad suficiente para lavar los sólidos depositados durante periodos de caudal bajo. Para lograr esto, se establece la velocidad mínima como criterio de diseño. La velocidad mínima real

utilizada en el colector sanitario es 0,45 m/s. Para las condiciones iniciales de operación de cada tramo sanitario se verificará el comportamiento auto-limpiante del flujo, utilizando el criterio de esfuerzo cortante medio. Por lo tanto, se garantizará que el valor del esfuerzo cortante medio sea mayor o igual a 1,5 N/m² (0,15 Kg/m²) 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 Q_{MHi} es menor que 1,5 L/s, se adoptará este valor. El esfuerzo cortante medio está dado por la expresión:

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

Dónde:

- τ : Esfuerzo cortante medio, en N/m².
- γ : Peso específico del agua residual, en N/m³.
- R: radio hidráulico, en m.
- S: Pendiente del colector, m/m.
- Q_{MHi} ; Q_{Di} ; Q_{Ii} ; Q_{Ci} ; Q_{INi} ; Q_{CEi} : Caudales; Máximo Horario, Doméstico, Industrial, Comercial, Institucional, conexiones erradas para condiciones iniciales de operación del sistema.
- K_1 : Relación entre el caudal máximo diario y el caudal medio diario, varía entre 1.2 y 1.5

En aquellos casos en los cuales, por las condiciones topográficas presentes, no sea posible alcanzar la velocidad mínima, se verificará que el esfuerzo cortante sea mayor que 1,2 N/m² (0,12 kg/m²).

VELOCIDAD MÁXIMA.

Los valores máximos permisibles para la velocidad media en los colectores dependen del material, en función de su sensibilidad a la abrasión. Los valores adoptados estarán plenamente justificados en términos de la resistencia a la abrasión del material, de las características abrasivas de las aguas lluvias, de la turbulencia del flujo y de los empotramientos de los colectores. El RAS-2000 sugiere los valores típicos de velocidad máxima permisible para algunos materiales que se presentan en la Tabla No. 7.

Tabla No. 7. Velocidades Máximas Permisibles.

Tipo de Material	V (m/s)
Ladrillo común	3,0
Ladrillo vitrificado y gres	5,0
Concreto	5,0
PVC	10,0

PENDIENTE MÍNIMA.

El valor de la pendiente mínima del colector debe ser aquel que permita tener condiciones de autolimpieza y de control de gases adecuadas, lo cual se logra para velocidades mayores o iguales a 0,45 m/s y una profundidad real en colector sanitario menor que 85% del diámetro interno del conducto.

PENDIENTE MÁXIMA.

La pendiente máxima admisible es aquella a la cual se alcanza una velocidad igual a 5,0 m/s para tubería en Concreto e igual a 10 m/s en conductos con tubería plástica.

PROFUNDIDAD MÁXIMA HIDRÁULICA.

Para permitir aireación adecuada del flujo de aguas residuales, el valor máximo permisible de la profundidad hidráulica para el caudal de diseño en el colector sanitario será el 85% del diámetro real de éste. En colectores de aguas lluvias puede ser la correspondiente a flujo lleno.

PROFUNDIDAD MÍNIMA A LA COTA CLAVE.

Los colectores sanitarios estarán a una profundidad adecuada para permitir el drenaje por gravedad de las descargas domiciliarias sin sótano, aceptando una pendiente mínima de éstas de 2%. En cada caso se verificará la capacidad estructural de los conductos para soportar cargas vivas, de acuerdo con la determinación de las producidas por las características del tráfico sobre los conductos. Los valores mínimos permisibles de cubrimiento de los colectores serán los definidos por el RAS-2000, según se muestra en la Tabla **No.9**. En casos especiales, los valores anteriores pueden reducirse haciendo las provisiones estructurales y geotécnicas correspondientes. Las conexiones domiciliarias y los colectores de aguas residuales se localizarán por debajo de las tuberías de acueducto.

Tabla No. 8. Profundidad Mínima de Colectores.

Servidumbre	Profundidad a la Clave del Colector (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0,75
Vías vehiculares	1,20

FUENTE: Tabla D.3.11 RAS 2000

PROFUNDIDAD MÁXIMA A LA COTA CLAVE.

En general, la máxima profundidad de los colectores será del orden de 5,0 m, aunque puede ser mayor garantizando los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y estructurales de los materiales y colectores durante (y después de) su construcción.

RÉGIMEN DE FLUJO.

En el diseño hidráulico se evitó, en lo posible, las condiciones de flujo crítico. Se verificó el régimen para la condición de flujo máximo. Los valores del número de Froude deben resultar por encima de 1,10 o por debajo de 0,90, para tener flujo super-crítico o sub-crítico, respectivamente.

El efecto de la gravedad sobre el estado del flujo se representa por una relación entre las fuerzas de inercia y las fuerzas de gravedad, conocida como el Número de Froude (F), definido por la siguiente relación:

$$F^2 = \frac{v^2}{g * l}$$

Dónde:

- F: Número de Froude
- v: Velocidad del flujo, en m/s.
- g: Aceleración de la gravedad, en m/s².
- l: Longitud, en m.

Método de cálculo hidráulico empleado.

Todos los colectores se diseñarán como conducciones a flujo libre por gravedad, considerando que dicho flujo es uniforme a través de ellos, con lo cual es aplicable la ecuación de Manning en los cálculos.

$$V = \frac{(R^{2/3} * S^{1/2})}{n} \text{ (m/s)} \quad \textbf{(D.2.2) RAS 2000}$$
$$Q = \frac{(A * R^{2/3} * S^{1/2})}{n}$$

Dónde:

- Q = Flujo a tubo lleno (m³/s).
- R= Radio Hidráulico (m).
- S= Pendiente (m/m).
- n= Coeficiente de rugosidad.
- A = Área del tubo (m²).
- D = Diámetro del Tubo.
- R = Área Tubo / Perímetro Mojado.
- R de tubo lleno = D/4.

De acuerdo con el RAS 2000, el esfuerzo cortante se calcula mediante la siguiente expresión:

$$T = \gamma * R * S \quad \text{(RAS 2000 Ec D.3.11)}$$

- T = Esfuerzo Cortante (kg/m²)
- $T_{\text{tubo lleno}} = 250 * D * S$
- γ = peso específico del agua residual.

Para una sección circular, parcialmente llena, se han establecido las siguientes relaciones geométricas:

- q = gasto con la sección parcialmente llena (m³/s).
- v = velocidad con la sección parcialmente llena (m/s).
- Y = profundidad hidráulica (m).
- D = diámetro (m) (variable).
- θ = ángulo (rad) (variable).

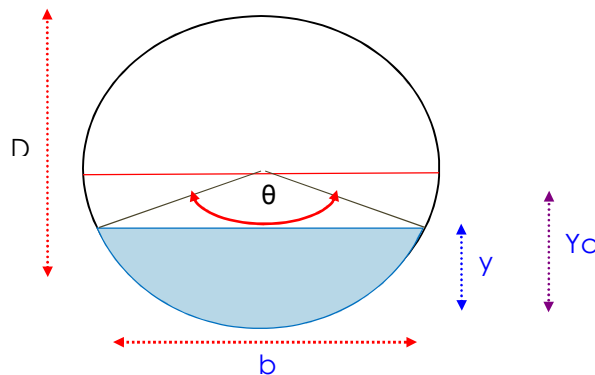
En las tuberías de alcantarillado, las secciones circulares trabajan parcialmente llenas; las relaciones hidráulicas se calculan según las siguientes ecuaciones:

$$\frac{q}{Q} = \frac{1}{2\pi} * (\theta - \text{sen } \theta) * \left(1 - \frac{\text{sen } \theta}{\theta}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$\frac{v}{V} = \left(1 - \frac{\text{sen } \theta}{\theta}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$\frac{Y}{D} = \frac{1}{2} * \left(1 - \cos \frac{\theta}{2}\right)$$

$$\frac{t}{T} = \frac{1}{2} * \left(1 - \frac{\text{sen } \theta}{\theta}\right)$$



CÁLCULO HIDRÁULICO DE LOS COLECTORES

El dimensionamiento hidráulico de la sección de los colectores se realizó suponiendo condiciones de flujo uniforme, aplicando la ecuación de Manning para determinar el tamaño y pendiente apropiada para transportar el flujo de diseño. Con el caudal de diseño determinado según se mencionó anteriormente y utilizando las pendientes del terreno disponibles, obtenidas a partir del levantamiento topográfico de campo, se efectuó el diseño hidráulico del colector, empleando para los cálculos una hoja electrónica en MS Excel.

Los diseños definitivos incluidos en este Informe Final fueron realizados para tubería PVC Estructurada. En el Anexo A se presenta los cuadros de cálculo del diseño hidráulico de los colectores para tubería de PVC Estructurada.

CÁMARAS DE INSPECCIÓN

Las cámaras de inspección se proyectaron en los siguientes casos:

- En el inicio del colector pluvial y sanitario.
- En los cambios de dirección a lo largo del alineamiento.
- En los cambios de pendiente.
- En aquellos lugar que fuera necesario por razones de inspección y limpieza.

La separación máxima entre cámaras de inspección fue definida, de acuerdo con las recomendaciones del RAS-2000, en función del diámetro de la tubería y teniendo en cuenta los equipos de limpieza utilizados por EMPOPASTO S.A E.S.P.

CAJAS DOMICILIARES.

Corresponden a los diseños típicos utilizados por EMPOPASTO S.A E.S.P. para esta estructura.

ACOMETIDAS DOMICILIARES.

Como en el caso anterior, corresponde a los diseños típicos utilizados por EMPOPASTO S.A E.S.P.