

**INVENTARIO Y DIAGNÓSTICO GENERAL DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DE LA CABECERA MUNICIPAL DE LA BELLEZA
SANTANDER**

LUIS ALBERTO RODRÍGUEZ ZARATE



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICAS
ESCUELAS DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2012

**INVENTARIO Y DIAGNÓSTICO GENERAL DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DE LA CABECERA MUNICIPAL DE LA BELLEZA
SANTANDER**

LUIS ALBERTO RODRÍGUEZ ZARATE

**TRABAJO DE GRADO MODALIDAD PRÁCTICA EMPRESARIAL
PARA OPTAR AL TÍTULO DE ING. CIVIL**

**DIRECTOR
ING. CIVIL M.SC. MARIO GARCÍA SOLANO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICAS
ESCUELAS DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2012

DEDICATORIA

A dios que ha dado la salud, el entendimiento y las herramientas necesarias para
sacar la carrera adelante.

A mis padres Luis Hernando Rodríguez y Lilia Emma Zarate Peña, quienes me
brindaron su confianza, consejo y apoyo durante toda la vida para mi formación
académica.

A mis hermanitas Adriana Magali y Diana Carolina por su confianza y cariño y el
creer siempre en mí.

Y a los amigos y compañeros con quienes tuve el gusto de compartir la vida
universitaria.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Industrial de Santander UIS por la formación integral que me brindo.

A la Escuela de Ingeniera Civil y su planta de docentes por brindarme sus conocimientos y experiencias para poder culminar exitosamente mi carrera.

A mi director de proyecto el **Ing. Civil M.Sc. MARIO GARCÍA SOLANO** quien me ha tenido mucha paciencia y me colaboro en la realización de mi proyecto de grado.

Al señor ex alcalde de La Belleza el Dr. Rolfe Antonio Mariño Ortiz quien me permitió desarrollar este proyecto en dicho municipio durante su mandato.

A mis amigos y compañeros Ruth, Edwin, Camilo, Jesús, Marco, Edward,

Fernando, Elena, Jimmy, y especialmente a Ana María Chávez quienes me brindaron no solo su amistad sino su colaboración y ayuda durante mi formación profesional.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	19
1.1 JUSTIFICACIÓN	19
1.2 OBJETIVOS	20
1.2.1 Objetivo general	20
1.2.2 Objetivos Específicos	21
1.3 ALCANCE DEL TRABAJO	21
2. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	23
2.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS	23
2.1.1 Determinación del perímetro urbano	23
2.1.2 Fisiografía	24
2.1.3 Clima	25
2.1.4 Temperatura	25
2.1.5 Precipitación	25
2.2 DEMOGRAFÍA	27
2.3 CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL ÁREA URBANA	28
2.3.1 Evolución y tendencia de crecimiento	28
2.3.2 Actividades socio-económicas sector urbano	30
2.3.3 Uso del suelo urbano	30
2.3.3.1 Uso residencial	30
2.3.3.2 Uso residencial comercial.	31
2.3.3.3 Uso comercial y de servicios	32
2.3.3.4 Uso industrial	32

2.3.3.5	Uso institucional	32
2.3.3.6	Uso recreativo.	33
2.3.3.7	Uso de lotes y cultivos agrícolas.	33
3.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CABECERA MUNICIPAL	34
3.1	COMPONENTES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LA CABECEA MUNICIPAL	35
3.1.1	Fuentes	35
3.1.2	Captación	35
3.1.3	Aducción	36
3.1.4	Desarenador	36
3.1.5	Conducción	37
3.1.6	Planta de tratamiento	38
3.1.7	Almacenamiento	39
3.1.8	Línea de impulsión	40
3.1.9	Red de distribución	40
3.2	ENTIDAD RESPONSABLE	40
3.3	COBERTURA Y TARIFA	41
4.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA CABECERA MUNICIPAL	42
4.1	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	42
4.2	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	43
5.	ANÁLISIS DE LA POBLACIÓN, CONSUMO Y CAUDAL DE DISEÑO	49
5.1	POBLACIÓN	49
5.1.1	Población actual	49
5.1.2	Proyección de la población	49
5.2	NIVEL DE COMPLEJIDAD	53

5.3 PERIODO DE DISEÑO	54
5.4 DENSIDAD DE POBLACIÓN	55
5.5 DOTACIÓN	58
5.6 CONTRIBUCIONES DE AGUAS RESIDUALES	59
5.6.1 Aporte doméstico (Q_D)	60
5.6.2 Aporte Industrial (Q_I)	61
5.6.3 Aporte Comercial (Q_C)	61
5.6.4 Aporte Institucional (Q_{IN})	61
5.7 CAUDAL MEDIO DIARIO DE LAS AGUAS RESIDUALES (Q_{MD})	62
5.8 CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH)	62
5.9 APORTE DEBIDO A LAS CONEXIONES ERRADAS (Q_{CE}).	63
5.10 APORTE DEBIDO A LA INFILTRACIÓN (Q_{INF})	64
5.11 CAUDAL DE DISEÑO SANITARIO	65
5.12 MONITOREO DE LAS AGUAS RESIDUALES	65
6. CAUDAL DE DISEÑO PLUVIAL	69
6.1 CURVA DE INTENSIDAD. DURACIÓN Y FRECUENCIA	70
6.2 PERIODO DE RETORNO DE DISEÑO	75
6.3 INTENSIDAD DE LA PRECIPITACIÓN	76
6.4 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN T_c	76
6.5 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	78
7. INVENTARIO Y DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA EXISTENTE	79
7.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL ALCANTARILLADO EXISTENTE	79
7.2 INVENTARIO	80
7.3 PROBLEMAS Y DIFICULTADES ENCONTRADAS EN EL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS SERVIDAS Y LLUVIAS	80
7.4 ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO ACTUAL.	92
7.4.1 Evaluación de conexiones erradas.	93
7.4.2 Evaluación de caudales pluviales	94

7.5 REVISIÓN DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL SISTEMA ACTUAL	95
8. SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA ENCONTRADA EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	97
8.1 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	98
8.2 ALTERNATIVA DE DISEÑO PARA SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	98
8.2.1 Reposición de tuberías existentes	99
8.2.2 Pozos de alivio	100
8.2.3 Adecuación del sistema actual	101
8.2.4 Colectores proyectados para el alcantarillado sanitario.	102
8.2.5 Emisarios sanitarios finales	104
8.2.6 Estructuras de separación	105
8.3 ALTERNATIVA DE DISEÑO PARA SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL Y EVACUACIÓN DE LAS AGUAS LLUVIAS DEL CASCO URBANO	106
8.3.1 Colectores proyectados para el alcantarillado pluvial.	107
8.3.2 Canalización de la quebrada El Colegio	108
CONCLUSIONES	110
RECOMENDACIONES	113
BIBLIOGRAFÍA	118
ANEXOS	119

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Valores significativos de la precipitación en mm	26
Tabla 2. Distribución histórica de la población en La Belleza Santander	27
Tabla 3: Proyección de la población para un periodo de 25 años	52
Tabla 4: Asignación del nivel de complejidad	53
Tabla 5: Periodo de planeamiento de redes de recolección y evaluación de aguas residuales y pluviales	54
Tabla 6: Densidad, área y número de habitantes por tramos del sistema de alcantarillado.	56
Tabla 7: Consumo doméstico sugerido	58
Tabla 8: Consumo doméstico estimado	59
Tabla 9: Coeficiente de retorno de aguas servidas domesticas	60
Tabla 10: Aporte máximo por conexiones erradas con sistema pluvial	63
Tabla 11: Aporte máximo por drenaje domiciliario de aguas lluvias sin sistema pluvial	64
Tabla 12: Aporte por infiltración en redes de sistema de recolección de aguas residuales	64
Tabla 13: Variación del caudal en el vertimiento Potreros.	66
Tabla 14: Variación del caudal de aguas negras para el vertimiento El Cárcamo	68
Tabla 15: Curva IDF para la estación pluviométrica La Pradera	73
Tabla 16: Curva IDF para la estación pluviométrica La Pradera ajustada	73
Tabla 17: Periodo de retorno o grados de protección	75
Tabla 18: Coeficiente de retardo	77
Tabla 19: Coeficiente de escorrentía o impermeabilidad	78
Tabla 20: Porcentaje de áreas para el aporte de aguas lluvias al sistema de alcantarillado existente.	93

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Municipio de La Belleza Santander	23
Figura 2: Flujograma del sistema de acueducto cabecera municipal La Belleza	34
Figura 3: Bocatoma San Bartolo	36
Figura 4: Panorámica de planta de tratamiento	38
Figura 5: Tanque de almacenamiento	40
Figura 6: Red de evacuación de las aguas lluvias Urbanización Villa campestre	45
Figura 7: Red de evacuación de las aguas lluvias calle 8ª	46
Figura 8: Red de evacuación de las aguas lluvias calle 7ª	47
Figura 9: Proyección de la población para un periodo de 25 años	51
Figura 10: Punto de descarga del vertimiento potreros.	66
Figura 11: Variación del Caudal L/s vertimiento Potreros	67
Figura 12: Punto de descargas de las aguas servidas al caño el colegio.	67
Figura 13: Variación del caudal en el vertedero El Cárcamo	68
Figura 14: Curva IDF X=minutos Y= Intensidad (mm/Hora)	74
Figura 15: Curva IDF X=minutos Y= Intensidad (L/s/Ha)	74
Figura 16: Pozos que requieren mantenimiento y limpieza.	81
Figura 17: Vertimientos a las vías o áreas comunitarias	82
Figura 18: Vertimientos de las aguas servidas sobre la quebrada el colegio entre el polideportivo y el embalsé	84
Figura 19: Acometidas Domiciliarias conectadas a pozos de inspección	85
Figura 20: Errores en el manejo de los canales naturales de drenaje y pasos de la tubería por los caños	86
Figura 21: Sedimentación de los colectores de las redes de evacuación de aguas lluvias.	87

Figura 22: Punto de descarga de las aguas lluvias	88
Figura 23: Errores constructivos en las estructuras de evacuación de las aguas lluvias.	89
Figura 24: Puntos críticos que requieren la construcción de sumideros	90
Figura 25: Curso de la Quebrada El Colegio	90
Figura 26: Embalse aguas lluvias y aguas servidas sector la unión.	91
Figura 27: Cuenca hidrográfica de la quebrada el colegio.	106

LISTA DE ANEXOS

Anexo A: Ficha técnica de los Pozos de Inspección del Sistema de Alcantarillado Sanitario Municipal de La Belleza Santander.

Anexo B: Componentes del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial.

Anexo C: Plano 1 de 2. Sistema de alcantarillado existente en el municipio de La Belleza Santander.

Anexo D: SIG (sistema de Información Geográfico) de los componentes existentes del sistema de alcantarillado de la cabecera municipal.

Anexo E: Evaluación hidráulica de los colectores Sanitarios y Pluviales que hacen parte del sistema de alcantarillado de la cabecera municipal.

Anexo F: Evaluación hidráulica de la alterativa de manejo de las aguas servidas y lluvias del municipio.

Anexo G: Plano 2 de 2. Alternativa de solución para el manejo de las aguas servidas y pluviales de la cabecera municipal de La Belleza Santander.

RESUMEN

TÍTULO: INVENTARIO Y DIAGNÓSTICO GENERAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA CABECERA MUNICIPAL DE LA BELLEZA SANTANDER*

AUTOR: RODRÍGUEZ Zarate Luis Alberto**

PALABRAS CLAVES: Sistema, alcantarillado, sanitario, pluvial, caudal, población, conexión herrada, intensidad.

DESCRIPCIÓN:

Los sistemas de alcantarillado son las vías de evacuación de las aguas servidas y las aguas lluvias de los asentamientos urbanos y su transporte de manera segura hasta la planta de tratamiento o punto de vertimiento, del buen estado de los sistemas, eficiencia y grado de vulnerabilidad, dependerá la calidad de vida de sus usuarios, por esta razón es primordial para toda ciudad pequeña o grande contar con un sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial en capacidad de atender las necesidades actuales y futuras de su población.

Viendo la importancia de los sistemas de alcantarillado y el problema ambiental que se está presentado en la cabecera municipal de La Belleza Santander, a raíz del mal manejo de las aguas servidas y lluvias, surge la necesidad de hacer un inventario y un diagnóstico sobre su estado actual, como herramienta necesario para la formulación de soluciones a este problema. Para lo cual se hará necesaria la realización de un trabajo de campo y así poder obtener un inventario y la información básica para la realización del diagnóstico, no solo desde el punto de vista hidráulico acorde a la metodología propuesta por la RAS 2000, sino también desde otras perspectivas; como cobertura, estado de las estructuras que lo componen y el compromiso de los habitantes del casco urbano con el medio ambiente. Conocido el diagnostico se planteara una alternativa a la problemática encontrada, la cual sea la base para la actualización del plan maestro de acueducto y alcantarillado de la cabecera municipal y una guía para el manejo de las aguas servidas de sus otros centro poblados.

* Trabajo de grado.

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Ing. Civil M.Sc. GARCÍA Solano Mario

SUMMARY

TITLE: GENERAL DIAGNOSIS-INVENTORY OF THE SEWER SYSTEM OF THE MUNICIPAL HEAD OF LA BELLEZA, SANTANDER*

AUTHOR: RODRIGUEZ Zarate Luis Alberto**

KEY WORDS: System, sewerage, toilet, rain, flow, population, wrong connection, intensity.

DESCRIPTION:

Sewerage systems are the escape routes of sewage and storm waters from urban settlements and their transport safely to the treatment plant or discharge point. The quality of life for its users depends from the good state of the systems, efficiency and degree of vulnerability. Therefore it is essential for any small or big cities have a sewer and storm system capable of meeting the current and future needs of its population.

Seeing the importance of sewerage systems and the environmental problem that is present in the municipal head of La Belleza, Santander; as a result of poor management of sewage and rain waters; it is found the need to do an inventory and evaluate its current state as a tool necessary for the formulation of solutions to this problem. To which shall be necessary to carry out a field work in order to obtain an inventory and the basic information for making the diagnosis, not only from the hydraulic point of view that is according to the methodology proposed by the RAS 2000, but also from other perspectives; such as coverage, state of the component structures and the commitment of the inhabitants of the town with the environment. Knowing the diagnosis, an alternative will be raised to solve the problems found, which be the basis for updating the master plan of water and sewage of the municipal head and also guidance for handling the sewage from their other villages.

* Work Degree.

** Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Civil Engineering. Directress: Ing. Civil M.Sc. MARIO GARCÍA SOLANO.

INTRODUCCIÓN

Una de las necesidades primordiales de todo asentamiento urbano para su supervivencia y desarrollo es tener un constante suministro de agua, sin embargo al hacerse esto surge la necesidad de evacuar las aguas residuales producto de las actividades cotidianas (lavado de utensilios de cocina y ropa, ducha, actividades económicas entre otras) con el único propósito de evitar la aparición de los focos de enfermedades infectocontagiosas, convirtiendo el entorno en saludable y agradable para sus habitantes, para luego conducirlos a una planta de tratamiento de aguas residuales o sistemas de pozos sépticos y así disminuir el impacto ambiental causado por nuestros quehaceres diarios.

A raíz de esta inquietud se decidió elaborar este documento para saber cuál es el estado actual del sistema de alcantarillado, para saber en qué estado está cada uno de los componentes del sistema, pozos de inspección, redes colectoras de aguas negras y lluvias, sumideros y cuál es el destino de los vertimientos, como herramienta en la elaboración de programas, planes y proyectos, para el manejo de las aguas residuales y pluviales que se generan y captan en la cabecera municipal, con los que se dé solución a la problemática ambiental y geotécnica que esto está viviendo en la cabecera municipal.

Con el fin de obtener el diagnóstico más acertado del estado actual del sistema de alcantarillado, se plantea la siguiente metodología:

Caracterizar la zona de estudio, posición geográfica, clima, temperatura, actividades cotidianas y uso del suelo, para poder determinar la zona a intervenir, y las variables que se deben tener en cuenta para el diagnóstico del sistema de alcantarillado existente.

Conocer e inspeccionar los componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potables y las redes del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial del casco urbano, puntos de vertimiento y recorridos de los cauces de las cuerdas superficiales de agua que sirven como canales de drenaje, para saber su cobertura, su estado y poder obtener un inventario de sus componentes y saber cuál la problemática que se tiene con el manejo de los vertimientos puntuales.

A partir del marco legal, los alineamientos técnicos y la información recogida tanto en campo como en la documentación oficial del municipio, establecer la proyección de la población, la cantidad de agua con la que una población o un habitante cubren sus necesidades básicas y qué cantidad de esta agua es enviada al sistema de alcantarillado sanitario, como variables fundamentales para la elaboración del diagnóstico.

Obtener las curvas IDF y las áreas aferentes a cada tramo, el área construida (patios y cubiertas) como herramientas primordial para obtención de los caudales pluviales, que viajan a través de la red sanitaria (conexiones erradas) y los colectores pluviales.

Establecidos los caudales realizar la evaluación de cada uno de los tramos que conforman la red colectora sanitaria y la red pluvial, con el fin de saber su capacidad hidráulica.

Al tenerse la información de campo y la evaluación hidráulica del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, plantear una solución a la problemática encontrada, que sea aplicable y que sea coherente con el desarrollo urbano del municipio, en donde se tengan en cuenta la mayor cantidad de variables que sea posible y así convertir este trabajo en una guía para la actualización del plan maestro y alcantarillado, y se vea la importancia de aplicar estos estudios a los centros poblados del municipio.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 JUSTIFICACIÓN

Una de las necesidades primordiales de todo asentamiento urbano para su supervivencia y desarrollo es el constante suministro de agua potable en la cantidad necesaria, sin embargo al hacerse esto surge la necesidad de evacuar las aguas residuales producto de las actividades cotidianas (lavado de utensilios de cocina y ropa, ducha, actividades económicas entre otras) con el único propósito de evitar la aparición de los focos de enfermedades infectocontagiosas, manteniendo el entorno saludable y agradable, para luego conducir las a un sistema de pozos sépticos o una planta de tratamiento y así disminuir el impacto ambiental causado por nuestras actividades cotidianas. En base a esto surge una inquietud por parte de la comunidad residente en la cabecera municipal de La Belleza Santander, saber ¿cuál es el estado actual del sistema de alcantarillado existente?, de igual manera tener una guía para el manejo de las aguas servidas desde su recolección, conducción y proceso de tratamiento a futuro.

El sistema de alcantarillado de la cabecera municipal está dividido en dos zonas significativas determinadas por la topografía y la dirección del flujo, además de una serie de colectores individuales, que vierten las aguas recolectadas a dos riachuelos con baja capacidad auto-depuradora a menos de 50 metros de distancia de algunas viviendas o pozos sépticos que ya están colmatados, puntos de descargas que se convierten en focos de enfermedades infectocontagiosas y malos olores resultado de la descomposición de la materia orgánica transportada por el agua allí vertida, de igual forma las aguas vertidas sobre estos riachuelos nos están deteriorando los suelos por donde pasan generando problemas de

inestabilidad geológica, al erosionar y socavar los taludes naturales y la estructura interna del suelo.

Una de las dificultades más significativas del sistema, es ver que algunos de los tramos de tubería en la red están trabajando a flujo lleno, en especial aquellos que tienen pendientes suaves en donde el paso de las aguas servidas y el tiempo ha dejado una gran cantidad de material sedimentado disminuyendo el área efectiva de la tubería, lo que hace que se obstruya fácilmente algunos tramos de colectores incomodando a la comunidad y convirtiéndose esto en un problema de salud pública.

La administración municipal en el año 2000 hizo un estudio sobre el manejo de las aguas servidas de la cabecera municipal que a la fecha ya requiere una actualización, en donde se tengan en cuenta las variables que no fueron tenidas en cuenta en ese estudio, como; el aporte de las aguas servidas de la Urbanización Villa Campestre en funcionamiento y la urbanización Vello Orienté en estudios para su construcción diseñada para 48 y 60 familias de 4 o 5 habitantes y el canal natural de drenaje de la cabecera municipal (Quebrada El Colegio) arroyo que evacua la escorrentía directa de alrededor de 41 hectáreas de las cuales 28 hectáreas pertenecen a la zona urbana o de expansión.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

- Obtener un inventario y diagnóstico general que contenga los alineamientos técnicos y la información base para la implementación del plan maestro de alcantarillado de la cabecera municipal de La Belleza (Santander), al igual que la elaboración de un SIG (Sistema de Información Geográfico) que permita la

visualización y consulta de los componentes actuales del sistema de alcantarillado.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar de manera general el desarrollo que ha tenido la cabecera municipal de La Belleza (Santander), en materia de servicios de acueducto y alcantarillado y el crecimiento demográfico urbano, así como las tendencias futuras.
- Hacer una evaluación general del sistema de recolección de agua servida en la cabecera municipal de La Belleza, para determinar y diagnosticar el estado actual del sistema.
- Identificar los principales problemas que están afectando o podrían afectar a corto plazo el sistema de alcantarillado, con el propósito de contar con una referencia, para el diseño del plan maestro de alcantarillado para la cabecera municipal.
- Con base en el EOT (Esquema de Ordenamiento Territorial) del municipio y los problemas encontrados, hacer el diseño de una alternativa para el manejo de las aguas servidas en la cabecera municipal que sea viable desde el punto de vista económico, ambiental y constructivo.

1.3 ALCANCE DEL TRABAJO

Con este trabajo se pretende:

Primero hacer un inventario y una evaluación del sistema de alcantarillado existente en la cabecera municipal de La Belleza (Santander), para obtener un registro detallado de la mayoría de los componentes de éste y dejarlos archivados en un SIG (Sistema de Información Geográfico) y así hacer más fácil su consulta.

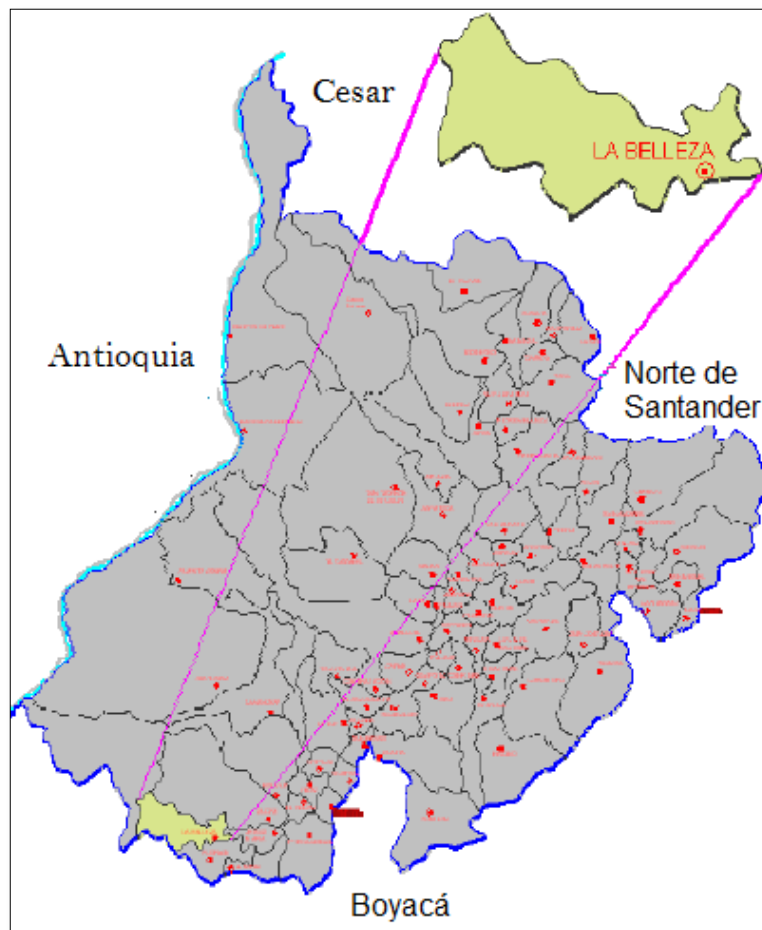
Y segundo presentar una alternativa para la recolección y transporte de las aguas servidas hasta el sitio donde será ubicada la PETAR (panta de tratamiento de aguas residuales) en base a las necesidades actuales y futuras de la comunidad, que sea viable desde el punto de vista económico, ambiental y constructivo, siguiendo la reglamentación existente sobre recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y pluviales.

2. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS

2.1.1 Determinación del perímetro urbano

Figura 1: Municipio de La Belleza Santander



Fuente: Secretaria de Planeación Municipal PSMV LA BELLEZA

El municipio de La Belleza Santander está ubicado, sobre la cordillera oriental, entre las coordenadas planas: X= 1.137.000 m. N a la X = 1.157.000 m. N. y las coordenadas Y= 989.000 m. E a la Y = 1.022.000 m.E. Por su localización, topografía, vínculos, desarrollos hace parte de la subregión de Puente Nacional con epicentro en esta cabecera municipal, la cual hace parte de la zona andina o de montaña del departamento.

La Belleza Santander limita por el norte con el municipio de Sucre, por el sur con el municipio de Florián y el municipio de Otanche (Boyacá), por el occidente con el municipio de Jesús María y por el occidente con el municipio de Bolívar.

Su cabecera municipal se encuentra a los 05° 51' 41" de latitud norte y 73° 58' 06" de longitud, a 210 Km de Santafé de Bogotá y a unos 240 Km de Bucaramanga, capital del departamento. Cuenta con un área aproximada de 22.7 hectáreas y unas 4.5 hectáreas construidas, conformadas por unos 438 predios.

2.1.2 Fisiografía

La Belleza Santander se encuentra ubicada sobre la parte oeste la cordillera occidental una de las dos grandes unidades fisiográficas del departamento el valle del Magdalena y la cordillera oriental la cual recorre el departamento del sureste al noroeste y más exactamente sobre la llamada cordillera de los Yariguies, la cual constituye la divisoria fluvial entre el Río Suárez al este y el Río Magdalena al oeste, caracterizada por una topografía quebrada y abrupta con alturas superiores a los 3000 msnm, donde se tiene una precipitación promedio anual superior a los 2000 mm, característica típica de la región Andina Colombiana.

La unidad fisiográfica sobre la cual se ubica este bello municipio es poseedora de la vegetación típica de los pisos bioclimáticos templado y frío es decir bosques subandino (800-1900 msnm) y andino (1900-2500 msnm), con suelos

desarrollados en laderas pobres de base, ideales para el uso agrícola, que hoy se consideran de bajo riesgo a sufrir erosión potencial.

2.1.3 Clima

Por la topografía de la unidad fisiografía sobre la cual se encuentra La Belleza da lugar a una gran variedad de climas cada uno característico de las diferentes subregiones que lo componen. La cabecera municipal de La Belleza Santander posee un clima considerado súper-húmedo, pues se dispone a lo largo del año de suficiente agua para suplir las necesidades hídricas de su vegetación.

2.1.4 Temperatura

La temperatura promedio de una región depende de la ubicación geográfica en la cual esta se encuentre y de su elevación sobre el nivel del mar y con el modelado hecho por el Ing. Jaime Duarte del Área Operativa No. 8 del IDEAM en su “ESTUDIO DE LA TEMPERATURA EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER”, donde se establecieron una serie de ecuaciones a partir de regresiones lineales utilizando la información recogida durante 24 años en 28 estaciones climatológicas del departamento de Santander y de las cuales de obtuvo como resultado, que la temperatura promedio anual de la cabecera municipal de La Belleza es de 16.2°C, y donde además se observó que la diferencia de la temperatura media mensual entre el mes más cálido y el mes más frío fue menor a 1 °C.

2.1.5 Precipitación

A partir de los datos recogidos en la estación pluviométrica La Pradera Cód. 2312022 Tabla 1, la más cercana a la cabecera municipal de La Belleza Santander y además ubicada sobre el mismo franco de la cordillera oriental, se puede observar que la precipitación promedio anual es aproximadamente de 2652 mm,

no distribuidos uniformemente a lo largo del año, sino mediante un régimen o patrón de lluvias denominado bimodal típico de la región andina colombiana, caracterizado por presentar dos periodos lluviosos y dos secos, distribuidos de la siguiente manera: un primer periodo de poca lluvia entre diciembre y enero dando paso al primer periodo lluvioso del año entre abril y mayo que al finalizar da inicio en los meses de junio, julio y agosto al segundo periodo de bajas precipitaciones el que nos lleva directamente al último periodo lluvioso del año que inicia a mediados de septiembre y se extiende hasta finales de noviembre.

Tabla 1. Valores significativos de la precipitación en mm

ESTACIÓN: LA PRADERA						CODIGO: 2312022							
VALORES SIGNIFICATIVOS DE LA PRECIPITACIÓN mm													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PRECIPITACION MEDIA	72	127	194	310	344	205	211	187	268	335	245	154	2652
VALOR MAXIMO MENSUAL	221	455	526	552	733	479	611	462	723	665	558	722	733
VALOR MINIMO MENSUAL	4	19	35	56	78	25	5	5	46	87	57	7	4
MAXIMA EN 24 HORAS	68	96	70	128	133	78	82	82	146	134	91	120	146
MAXIMA EN 24 H CON PROB. 50%	26	30	41	52	57	39	40	39	50	54	46	36	43
NUMERO DE DIAS CON LLUVIA	8	14	16	22	22	18	16	15	19	23	19	13	205

Fuente. IDEAM

La mayoría de las precipitaciones que ocurren en el municipio de La Belleza Santander, se debe especialmente a los sistemas conectivos de gran desarrollo vertical que se forman en el valle del Rio Magdalena, debido a la acumulación y ascenso de la humedad producto de las altas temperaturas que allí imperan, lo que hace que gran parte de esta humedad choque con el costado occidental de la cordillera oriental haciendo que una buena parte de ese vapor de agua se enfríe, condense y luego se depositen en forma lluvia (precipitación orográfica) sobre ésta zona.

2.2 DEMOGRAFÍA

Históricamente el poblamiento de territorio que hoy pertenece al municipio de La Belleza, se generó a finales del siglo XIX y comienzo del siglo XX, cuando se inició la colonización de estas tierras por los sucreños y Jesús meridenses, quienes escapando de la violencia de los diferentes conflictos que vivió nuestro país en esta época, comenzaron a migrar hacia estas tierras en busca de nuevos horizontes y buscando una vida más tranquila, con el paso del tiempo se formaron los primeros asentamientos urbanos, lo que hoy se conoce como la cabecera municipal de La Belleza, los centros poblados La Quitaz, El Rubí y Los Valles, favoreciendo las condiciones para el aumento de la población de la región.

Ya en el año de 1975 según el decreto 2355 del 14 de agosto se creó el municipio de La Belleza, y comienza a aparecer los primeros registros no oficiales de la población existente en el municipio, sin embargo con el censo hecho por el DANE en 1985 comienza el registro estadístico del comportamiento demográfico de la población del municipio, el cual es actualizado posteriormente con los censos de hechos en 1993 y en el 2005.

Tabla 2. Distribución histórica de la población en La Belleza Santander

CENSO	TOTAL	CABECERA	RESTO
1985	8488	1304	7135
1993	8283	1201	7082
2005	6838	1675	5163

Fuente. DANE

2.3 CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL ÁREA URBANA

2.3.1 Evolución y tendencia de crecimiento

Establecida la colonización de los territorios que conforman hoy La Belleza los pobladores de esta región se preocuparon por establecer las bases de una organización civil, que se ubicó sobre el pequeño caserío que lleva este nombre, es así como a pesar de las injusticias de uno u otro gobierno de turno comienza a crecer el caserío y pasa de un parque la inspección de policía, una escuelita y unas cuantas casas de madera y paja en 1930 a lo que hoy conocemos como cabecera municipal de La Belleza Santander un pueblo que lucha día a día por progresar.

Según la información obtenida a partir del EOT y del Instituto Geográfico Agustín Codazzi la cabecera municipal cuenta con 33 manzanas con una extensión territorial de 22.7 hectáreas, donde se reportan 384 más los predios de la urbanización San Fernando, sin embargo partir del censo realizado para este trabajo se logró comprobar la existencia de 480 predios construidos o en construcción los cuales son servidos por el sistema de alcantarillado existente o por algunos pozos sépticos diseminados alrededor del municipio.

Es de preverse que el crecimiento de la cabecera municipal se dará de las siguientes maneras:

- La primera de forma alargada hacia el norte, noroeste y oeste sobre la salida a Jesús María, la vía al colegio y el puesto de salud, en donde ya se cuenta con las redes de los servicios básicos.
- La segunda tendencia será la de llenar los espacios vacío disponibles hacia el este, oeste y sureste del parque central y la demolición de las casas antiguas para construir unidades familiares más amplias y seguras.

- La tercera es la posible construcción de algunas urbanizaciones alrededor del perímetro urbano dentro del suelo de expansión del perímetro urbano en donde aún no se cuenta con la infraestructura necesaria para la prestación de los servicios básicos, es el caso de la segunda fase de la urbanización San Fernando al oeste del polideportivo y la urbanización Bello Oriente al norte de la cabecera municipal vía al colegio Don Bosco.
- La última tendencia de esperar es la construcción de viviendas en sitios en los que aún no se cuente con los servicios de alcantarillado o en sitios de alto riesgo como el camino que inicia sobre la calle 6ª que conduce a la vereda de Villa Hermosa, el sector denominado Las Malvinas o sobre la salida al Río Minero

Al hacer un análisis histórico del municipio, su entorno cultural y el potencial agrícola y ganadero que se tiene, éste muestra una tendencia hacia la consolidación de la urbanización lo que genera diferentes implicaciones. En primer lugar aumentara la demanda de vivienda con lo que se busca eliminar los problemas de hacinamiento que se presentan o podrían presentarse y el segundo es la necesidad de implementar políticas, por parte de la administración municipal que tengan como objetivo satisfacer todas las necesidades básicas y de bienestar de la comunidad.

Sin embargo en los procesos de urbanización que se viven y se vivieran en el futuro permitirán a la población tener un fácil acceso a la educación, a los medios masivos de comunicación, lo cual les permite obtener mayor capacitación profesional lo que genera una mejor perspectiva en los ingresos familiares y bienestar en los hogares.

2.3.2 Actividades socio-económicas sector urbano

La base de la economía de este municipio es principalmente la ganadería tanto para la producción de carne como la producción de leche y la agricultura en donde se destacan los cultivos de café, cacao, plátano, yuca, mora y algunos cultivos de pancoger, un tercer renglón de su economía es el comercio aunque a una menor escala simplemente dedicándose a la venta al detal de alimentos para el consumo diario, artículos farmacéuticos y artículos múltiples y la prestación de servicios personales de peluquería y afines.

Al centrarnos sobre la zona de influencia de este trabajo, se puede destacar que la mayoría de inmuebles que se verán beneficiado con este trabajo en su gran mayoría son de uso residencial, sin embargo en algunas de estas se llevan a cabo actividades comerciales e institucionales, este comportamiento se ve claramente marcado sobre la carrera 4ª entre calles 7ª - 3ª y sobre la calle 4ª entre la plaza de mercado y la carrera 4ª que son consideradas el corazón comercial del municipio.

2.3.3 Uso del suelo urbano

A partir del EOT y las observaciones hechas en campo sobre la ocupación del espacio urbano del municipio se identificaron los siguientes usos:

2.3.3.1 Uso residencial. Es el que corresponde específicamente al uso de los inmuebles como vivienda, cuya función es la de servir de albergue adecuado a la familia, En la cabecera municipal se estima que el sector residencial corresponde aproximadamente al 58.8% de todos los predios urbanos, algo que hay que mencionar es que en algunas de estas viviendas se realizan actividades institucionales como los jardines infantiles.

Dentro del uso residencial de los inmuebles que conforman la cabecera municipal se puede hacer la siguiente división.

- *Residencial consolidado*: Son aquellas zonas cuya densidad estructural es alta, es decir aquellas cuadras en donde se ha construido en su totalidad por viviendas para uso habitacional, ejemplo de ello es la carrera 4ª desde la calle 7ª hasta la calle 3ª, las calles 6ª, 5ª y 4ª entre carreras 3ª y 4ª entre otras.
- *Residencial de baja densidad*: Corresponde a aquellas áreas que tiene uso habitacional en donde aún existen algunos espacios sin construir es decir la densidad estructural es baja, ejemplo de esto es la carrera 3ª entre la calle 5ª y la plaza de mercado, la calles 8ª, entre otras.
- *Residencial desarticulado*: Se entiende por residencial desarticulados a las áreas de uso residencial separados por lotes y potreros a una distancia considerable de los núcleos urbanos más densos, es el caso de las viviendas ubicadas cerca al colegio Don Bosco.
- *Residencial Suburbano*: Son todos aquellos inmuebles ubicados sobre la franja de transición del área urbana y el área rural, donde coexisten los dos modos de vida, un ejemplo de ellos son los predios ubicados sobre la salida hacia Jesús María.

2.3.3.2 Uso residencial comercial. Este uso hacen referencia a todos aquellos inmuebles en los cuales se llevan a cabo actividades comerciales e intercambio de bienes y servicios que a la vez sirve de albergue familiar, en la cabecera municipal este tipo de uso representa el 17.8% de todos los predios urbanos, cuya tendencia es el comercio al detal de bienes (graneros, tiendas, misceláneas, ferretería, famas entre otras) y la prestación de servicio como peluquería, hospedaje, cafetería, billar, estación de servicio etc. Este tipo de uso se encuentra acentuado sobre la carrera 4ª entre calles 7ª y 3ª.y la calle 8ª entre la carrera 4 y la plaza de mercado.

2.3.3.3 Uso comercial y de servicios. Corresponde a los predios dedicados exclusivamente al intercambio comercial de bienes y servicios, según el EOT este tipo de uso representa aproximadamente el 4.5% de todos los predios urbanos, son ejemplo La Cooperativa Multiactiva La Belleza, Las oficinas del Banco Agrario, las estaciones de servicio, depósitos entre otros.

Por lo preciado en la información existente sobre las actividades comerciales de la cabecera municipal se puede considera un comercio de bajo impacto, por lo que se encuentran muy mezcladas con el uso residencial, presentando las siguientes características:

- No requieren zonas especiales de exhibición y bodegaje, por ser bienes y servicios de primera necesidad.
- Los usuarios acceden a estos bienes y servicios a pie y su permanencia en el establecimiento suele ser corta.
- Los horarios de atención al público en su mayoría son diurnos.
- No requieren edificaciones especiales ni espacios públicos en los cuales ubicarse.
- No requieren ni generan usos complementarios.

2.3.3.4 Uso industrial. Son aquellos predios en donde se transforman materias primas en productos terminados o se llevan labores de fabricación total o parcial de artículos, en cabecera municipal se destacan las carpintería, los talleres de ornamentación y las sastrerías, los cuales representan el 2.2% de los predios totales del municipio.

2.3.3.5 Uso institucional En este uso se agrupan todas edificaciones dedicadas a actividades comunitarias los cuales representan el 3.46% de los predios que componen la cabecera municipal, clasificados así:

- *Los de servicios de abastecimiento:* comprende las estructuras destinadas para el abastecimiento de alimento y donde se incluye la plaza de mercado y el matadero.
- *Los asistenciales y los de servicios sociales:* son los dedicados a la prestación de servicios a la comunidad como la iglesia, el centro de salud, el cementerio entre otros.
- *Los educativos:* los destinados a las actividades educativas, tales como el colegio Don Bosco sección primaria y secundaria y los hogares de bienestar familiar.
- *Los administrativos:* son los dedicados a la administración de los recursos del municipio y de hacer que se cumplan las leyes y los reglamentos vigentes, como la Alcaldía Municipal, la Estación de Policía, el juzgado municipal y la registraduría municipal.

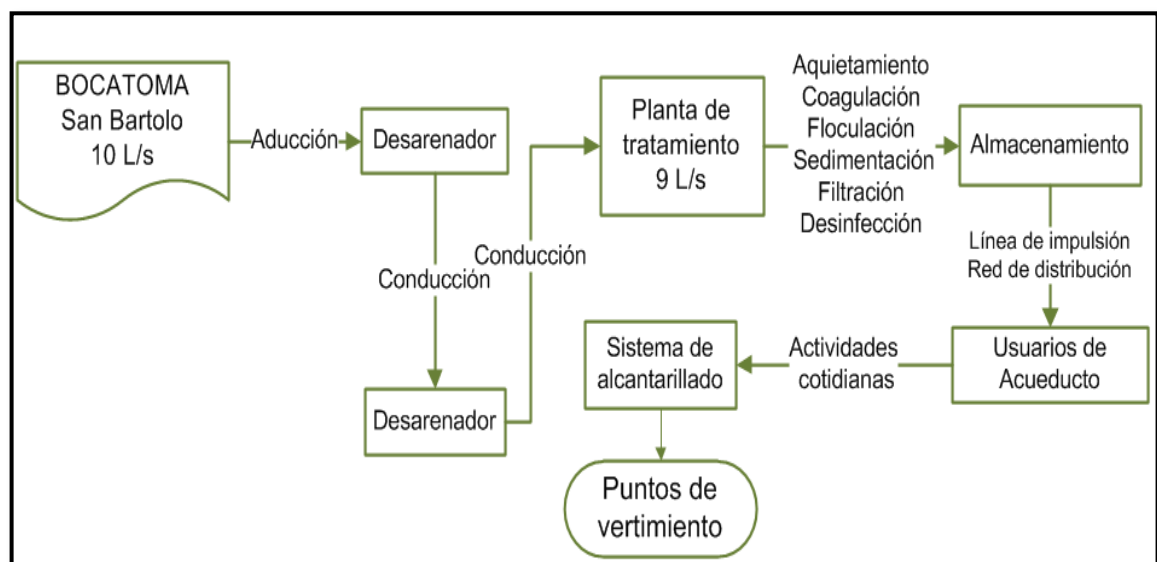
2.3.3.6 Uso recreativo. Corresponde al uso público dedicado a satisfacer las necesidades recreación, esparcimiento y encuentro de la comunidad, para este uso la cabecera municipal dispone de un 0.61% del total sus predio para este fin divididas, en el parque central, el polideportivo y el parque de los niños.

2.3.3.7 Uso de lotes y cultivos agrícolas. Hace referencia a los predios dentro del perímetro urbano en los que aún no se ha construido y que muchas veces son utilizados para uso agrícola.

3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CABECERA MUNICIPAL

Proveer una adecuada cantidad de agua para suplir sus necesidades básicas ha sido un asunto que ha inquietado al hombre desde el inicio de la civilización, sin embargo cuando se hace esto y se inicia la construcción de los primeros canales de recolección de aguas lluvias la gente la comienza a utilizar una gran parte del agua suministrada para la eliminación rápida de sus desechos domésticos e industriales, apareciendo la necesidad de contar con las estructuras necesarias para mitigar los problemas ambientales y de salud de las zonas de alta densidad generados por la presencia de dichos desechos, es por esto que antes de hacer el diagnóstico al sistema de alcantarillado se debe conocer cuál es el suministro de agua potable que tiene la cabecera municipal.

Figura 2: Flujograma del sistema de acueducto cabecera municipal La Belleza



3.1 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LA CABECEA MUNICIPAL

3.1.1 Fuentes

El acueducto de la cabecera municipal de la belleza se surte principalmente de la quebrada San Bartolo afluente del río Peña Bonita localizado en el municipio de Sucre, en donde se captan 10 L/s aproximadamente.

A partir de la información encontrada en el Esquema de Ordenamiento Territorial EOT y en base a inspecciones oculares y aforos realizados a esta fuente pudieron determinar que su capacidad productora de aguas es aproximadamente de 90 L/s en las épocas de verano y 120 L/s en las épocas de invierno. Además se pudo observar que la principal causa de contaminación de sus aguas se genera por la producción de heces del ganado que se pasta en las zonas aledañas a la quebrada y el alto aporte de sólidos en suspensión llevados por la escorrentía superficial en las épocas lluviosas, esto debido al arrastre de material orgánico y erosión que se puede estar presentando en su cuenca.

3.1.2 Captación

La captación del agua en la quebrada San Bartolo se hace mediante una bocatoma de fondo construida en concreto ciclópeo que conduce el agua hasta una cámara de derivación con vertedero de exceso, de donde parte una tubería de PVC de 8 pulgadas que lleva el agua hasta un desarenador.

Figura 3: Bocatoma San Bartolo



Fuente: ADMINISTRACION PUBLICA COOPERATIVA ACUEDUCTO, ASEO Y
ALCANTARILLADO DE LA BELLEZA

3.1.3 Aducción

Es aquella tubería que tiene como objetivo llevar las aguas desde la cámara de derivación o desde la bocatoma hasta el desarenador, en la bocatoma de San Bartolo se cuenta para este fin con un tubo de PVC de 8 pulgadas cuya longitud no supera los 18 metros.

3.1.4 Desarenador

El sistema de abastecimiento proveniente de San Bartolo cuenta con dos desarenadores construidos en concreto el primero ubicado a unos pocos metros de la captación y el otro sobre la finca del señor Darío Ariza, a donde se lleva el proceso de remoción de las arenas tanto de las aguas provenientes de San Bartolo.

Los desarenadores están equipados con una cámara de aquietamiento, una zona de sedimentación, una zona de lodos y una zona de salida y cuya función es retirar la mayoría de sólidos no coloidales suspendidos en el agua, pero que lamentablemente los desarenadores con los que cuenta el sistema ya requieren un buen mantenimiento para garantizar que cumplan la función para la cual fueron contruidos.

3.1.5 Conducción

La conducción por se hace por gravedad en un trayecto no menor a los 9 km en tubería de PVC, desde el primer desarenador hasta la planta de tratamiento. La parte inicial se hace en pendiente muy suave con tubos de 8 pulgadas, aumentando la posibilidad de sedimentación de las partículas dentro de la tubería, para luego pasar a un trayecto con pendientes más pronunciadas en donde se reduce el diámetro de la línea de conducción de 8 a 6 y luego a 4 pulgadas, para finalmente terminar en un segundo desarenador, de donde parte una tubería de 3 pulgadas que llega hasta una cámara de aquietamiento dentro de la planta de tratamiento.

Lamentablemente no se encuentra algún registro topográfico o de la ubicación y existencia de válvulas de limpieza, purgas y ventosas para su mantenimiento y buen funcionamiento, lo único con lo que se cuenta es la información verbal que puede suministrar el fontanero del acueducto.

3.1.6 Planta de tratamiento

Figura 4: Panorámica de planta de tratamiento



Ubicada al costado izquierdo de la vía que comunica La Belleza con Jesús María, sobre un lote de unos 150 m² y donde también se encuentra ubicado el tanque de almacenamiento. La planta de tratamiento con la que cuenta el acueducto de la cabecera municipal es de tipo convencional compacta de funcionamiento hidráulico, con capacidad para tratar 10 L/s y cuya estructura se encuentra en buen estado, sin embargo se pudo ver erosión y deterioro de los pañetes internos del floculador y del sedimentador.

El esquema de potabilización de la planta es el siguiente:

- *Cámara de quietamiento*: es la estructura que la que se busca disminuir la velocidad que trae el agua en los tubos para buscar que su comportamiento sea lo más laminar posible antes de pasar a la estructura donde se llevara a cabo la mezcla rápida.
- *Coagulación*: Es el proceso en donde se le adiciona un coagulante en este caso sulfato de aluminio con el que busca desestabilizar las partículas coloidal para hacer que se aglutinen dando origen a los floc y así poderlos

sedimentar en un tiempo razonable, este proceso se lleva a cabo en el resalto hidráulico generado por el vertedero triangular.

- *Floculación:* Proceso en el cual se aglutinan los coloides ya desestabilizados mediante una agitación lenta, este proceso se lleva a cabo en un floculador vertical de 6 cámaras, que es lavado una vez por semana.
- *Sedimentación:* Es un proceso físico donde se decantan los sólidos suspendidos en el agua, después que han pasado por los procesos de coagulación y floculación. Esta planta cuenta con un sedimentador de alta tasa con láminas en forma de panal de abejas con una inclinación de 60°, que ya debería ser cambiado para hacer más eficiente este proceso que es lavado 1 vez por semana.
- *Filtración:* consiste en hacer pasar el agua por un medio poroso con el objetivo de eliminar los floc y las bacterias que no fueron removidos en la sedimentación, en esta planta este proceso se hace en un filtro de autolavado compuesto de una capa de arena gruesa, otra de arena fina y una última de antracita, que se encuentra en buen estado.
- *Desinfección:* Se hace mediante la adición de Hipoclorito para eliminar bacterias y elementos patógenos que puedan existir en el agua, después de la filtración, además de permitir adicionar una dosis mínima de cloro para prevenir una posible contaminación en el almacenamiento o en el transporte del agua tratada hasta el usuario final.

3.1.7 Almacenamiento

Se cuenta con un tanque en concreto reforzado con capacidad para almacenar 400 m³, que hace pocos años fue puesto al servicio.

Figura 5: Tanque de almacenamiento



3.1.8 Línea de impulsión

Es en PVC de 4" en una longitud de 1000 m en buen estado.

3.1.9 Red de distribución

La red de tubería que conforma el sistema de distribución está construido en tubería PVC de diámetro 3" con reducción a 2" – 1½" y las domiciliarias a ½". La red cuenta con 3 hidrantes, 12 válvulas, una válvula de lavado y 6 tapones.

3.2 ENTIDAD RESPONSABLE

La entidad responsable del suministro de agua a la cabecera municipal es la ADMINISTRACION PUBLICA COOPERATIVA ACUEDUCTO, ASEO Y ALCANTARILLADO DE LA BELLEZA. Nit. 900348296-2.

Esta empresa fue creada en el 2010 con el fin de optimizar y mejorar la prestación de los servicios de acueducto, aseo y alcantarillado.

3.3 COBERTURA Y TARIFA

La cobertura de acueducto municipal es del 97.5 %de todos los predios construidos o en construcción dentro del perímetro urbano, con una tarifa única de \$ 4.500.00 para estrato uno,\$ 4.800.00 para estrato dos y \$7.000.00 para el sector institucional y comercial, si el consumo es menor o igual a 30 m³, y para aquellos usuarios que consuman más 30 m³ se les cobrara \$ 500.00 pesos por cada metro cubico adicional que haya facturado.

4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA CABECERA MUNICIPAL

4.1 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

El sistema de alcantarillado del casco urbano del municipio de La Belleza, es de tipo sanitario y combinado en una distribución cerrada, en donde algunos usuarios recogen las aguas lluvias de patios y cubiertas en tuberías de PVC de 3 pulgadas de diámetros, que luego son conectadas al sistema de evacuación de aguas servidas. El trazado de la red encuentra que el sistema se encuentra dividido por sectores, en tres zonas y dos vertimientos puntuales representativos, determinadas por la dirección de flujo, la topografía de la cabecera municipal y las descargas existentes. Compuestos por 88 pozos de inspección y aproximadamente 4000 metros de tubería de 6, 8, 10 y 12 pulgadas de diámetro en gres y PVC mas las conexiones domiciliarias.

ZONA 1: Corresponde al área de la cabecera municipal que se beneficia de la red que recoge las aguas servidas que son vertidas en el punto denominado POTRERO(al sur oriente del parque central),que está compuesta aproximadamente 2609 metros de red colectora de gres y PVC de 8 y 10” pulgadas de diámetro y 51 pozos de inspección, cuyos usuarios habitan en; la salida a Jesús María, La urbanización Villa Campestre, Los barrio Las Palmera, Los Alpes, La Primavera, La Florida y El centro, la carrera 3ª sector las Malvinas y la calle 4ª barrio La Unión.

ZONA 2: Es el área definida por la red que recoge y evacua las aguas servidas y las lleva al punto denominado EL CÁRCAMOQUEBRADA EL COLEGIO (al occidente del parque principal del municipio), cuyas aguas se recogen en El

Colegio Don Bosco Sede A, la Urbanización San Fernando, el barrio El Chico. El barrio Unicentro y el sector de la carrera 4ª entre la calle 3ª y 5ª barrio La Unión, red compuesta por 31 pozos de inspección y aproximadamente 1483 metros de tubería de gres y PVC de 6, 8, 10 y 12” pulgadas de diámetro.

ZONA 3: Zona que se beneficia por dos redes independientes; la primera encargada de recoger las aguas servidas de la carrera 3ª entre calles 4ª y 3ª que son vertidas al pozo séptico del matadero municipal, y la segunda que tiene como función evacuar las aguas servidas de la carrera 2ª entre calles 4ª y 3ª y que es llevada a través de la plaza de ferias del municipio a un pozo séptico ubicado en el sector, para luego ser vertida en los terrenos aledaños a los pozos sépticos a través de campos de infiltración.

4.2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

Un sistema de alcantarillado pluvial es una red de colectores, pozos de inspección y tuberías que trabajan en conjunto para evacuar las aguas lluvias producto de una escorrentía directa durante una precipitación.

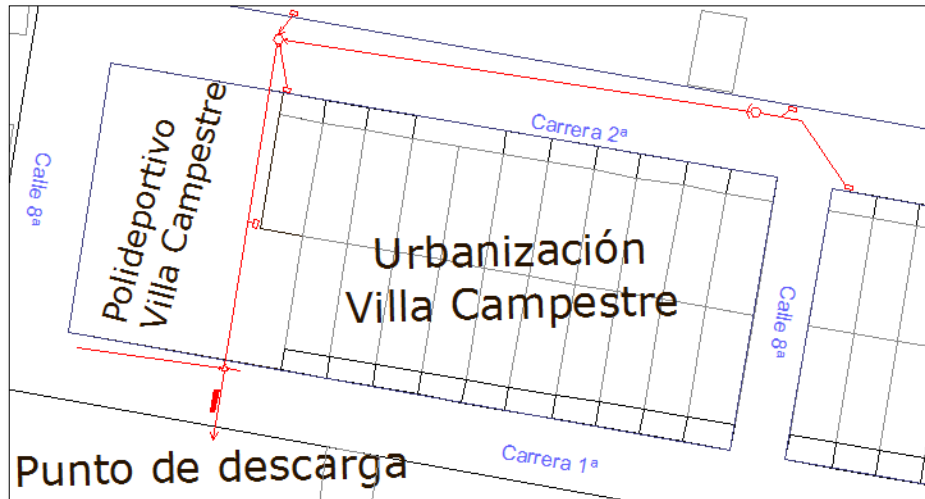
La evacuación de las aguas lluvias del municipio se hace a través de las calles y un sistema de evacuación de las aguas lluvias dentro del municipio que no está definido como una única red en donde todos sus componentes están interconectados, sino una serie de estructuras independientes que sirven para evacuar la escorrentía directa que se produce durante un fenómeno de lluvia, las cuales van desde pequeño sumidero rectangular de fondo a los costados de las calles o sumideros transversales a la vía que evacuan las aguas lluvias directamente a través de lotes o inmuebles adjuntos a la calle, hasta estructuras más elaboradas compuestas de sumideros laterales, pozos de inspección y tuberías en concreto de 12, 16, 24 y 36 pulgadas de diámetro que captan la

escorrentía directa de grandes áreas del casco municipal, pero todas construidas objetivo evacuar de manera eficiente el agua lluvia que es captada en las cubiertas, calles, andenes y lotes del área urbana, para evitar la incomodidad que pueden generar estas a la población de las partes más bajas de la cabecera municipal en especial el barrio El Centro (esquina C6-K4) y el barrio El Chico, a donde la escorrentía directa depositaría todos los sedimentos y basuras que transportaría en su recorrido, por las calles del municipio, además de evitar los molestos encharcamientos de las vías urbanas focos de vectores infectocontagiosos y la erosión de las calles no pavimentadas de la cabecera municipal.

Los componentes del sistema de evacuación de las aguas lluvias más importantes son:

- La pequeña red ubicada en la urbanización Villa Campestre, cuyo objetivo es la evacuar el flujo superficial de agua producto de una precipitación en un área de aproximadamente 1 hectárea y cuyo punto de vertimiento es el potrero aledaño a la urbanización, la cual se compone por 2 pozos de inspección, 6 sumidero y 3 tramos de tubería de concertó de 12 pulgadas de diámetro.

Figura 6: Red de evacuación de las aguas lluvias Urbanización Villa campestre



- La red construida por la calle 8ª cuyo inicio está en la carrera 3ª en donde se encuentra ubicado un pozo de inspección y 4 sumideros laterales, para luego continuar a la carrera 4ª en donde existe un sumidero transversal a la vía de 6 metros de longitud y 0.60 metros de ancho con una rejilla con un espaciamiento entre las barras de 1 pulgada, el cual es el directo responsable de evitar las aguas lluvias captadas en al menos 2.5 hectáreas (manzanas 030, 001 y 012) lleguen al parque principal y depositen allí gran cantidad de sedimentos (tierra y arena fina y gruesa), para finalmente conducirlos hasta la QUEBRADA EL COLEGIO a través del polideportivo (cancha de fútbol en construcción).

Figura 7: Red de evacuación de las aguas lluvias calle 8ª



- La otra red importante se encuentra construida en la calle 7ª, cuya finalidad es la evacuar las aguas captadas en el colegio Don Bosco Sede B y captar las aguas lluvias de las manzanas 013 y 011 y conducir las hasta la QUEBRADA EL COLEGIO a través del parque de los niños.

Figura 8: Red de evacuación de las aguas lluvias calle 7ª



- Los otros componentes del sistema de evacuación de las aguas lluvias son sumideros o grupos de sumideros interconectados que evacuan las aguas a través de los lotes aledaños o por debajo de los inmuebles adjuntos a la vía, de pequeños sectores y cuya importancia es la misma que las redes antes mencionadas, caso puntual son los dos sumideros de fondo ubicados en la carrera 3ª frente al parque central, los sumideros del sector Las Malvinas y los ubicados frente al matadero, los cuales requieren un mantenimiento urgente para evitar que se tapen debido a la gran cantidad de basura y sedimento que recoge la escorrentía a través de las calles antes de entrar a los sumideros.

Algo que se pudo apreciar en el sistema de evacuación de las aguas lluvias es la falta de mantenimiento de los sumideros, pues un gran número de estos deben ser destapados y limpiados constantemente, con el objeto de evitar que se tapen o deterioren, caso especial los sumideros de fondo del sector Las

Malvinas y los ubicados al frente del matadero, en donde la falta de mantenimiento tiene fuera de servicio 2 de los 5 sumideros existentes debido a la sedimentación de material granular en estos.

5. ANÁLISIS DE LA POBLACIÓN, CONSUMO Y CAUDAL DE DISEÑO

5.1 POBLACIÓN

Todo estudio y diseño para cualquier obra civil que tenga como objetivo mejorar las condiciones de salubridad de una población (acueductos, alcantarillados, plantas de tratamiento PTAP y PTAR, entre otras), tiene como variable fundamental la población, tanto la población actual o inicial y la población futura o final que será beneficiada.

5.1.1 Población actual

Con el fin de hacer el diagnóstico del sistema de alcantarillado lo más confiable posible, se realizó un censo de la población de la cabecera municipal con el fin de determinar la población servida por el sistema de alcantarillado y la población que aún no cuenta con este servicio, al finalizar esto se encontró que la población de la cabecera municipal es de **1722 habitantes**.

5.1.2 Proyección de la población

Las Proyecciones Demográficas son estimaciones de la población futura, a corto, mediano y largo plazo mediante la utilización de modelos matemáticos, basadas hipótesis que se obtienen a partir de comportamiento demográfico y en el conocimiento de sus indicadores (mortalidad, fecundidad y migraciones), además de sus características sociales, culturales y económicas, pues medida que aumenta la cantidad y confiabilidad de la información mejor serán los resultados obtenidos, caso contrario ocurre con el periodo de proyección, a medida que esté aumenta disminuiría la veracidad de la estimación.

En este caso se hará el análisis de la población de la cabecera municipal en base a los datos suministrados por el DANE, el EOT de La Belleza Santander Tabla 1 y los datos recolectados en campo, y la aplicación de dos diferentes métodos de cálculo, con el único objetivo de estimar cuál será la población servida por el sistema de alcantarillado, al tomar el resultado del modelo que mejor se ajuste al comportamiento histórico de la población. La RAS2000 nos dice que para los niveles de complejidad bajo (<2500 Hab) y medio (2501-12500 Hab) se deben utilizar los Métodos Aritmético, Geométrico y Exponencial, Título B B.2.2 sin embargo para el presente trabajo solo utilizaremos los dos primeros.

Método Aritmético: asume que el crecimiento de la población es constante, este método es ideal para periodos de tiempo relativamente pequeños, pues su error es proporcional al tiempo. La ecuación que nos modela este comportamiento es la siguiente:

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

P_f = Población Futura.

T_f = Año al cual se quiere proyectar la información.

P_{uc} = Población último Censo.

T_{uc} = Año correspondiente al último censo.

P_{ci} = Población Censo Inicial.

T_{ci} = Año correspondiente al censo inicial.

Método Geométrico: asume un porcentaje de cambio de la población constante por unidad de tiempo, sin embargo se ha demostrado no es adecuada para largos periodos de tiempo ni para tasas decrecientes. La ecuación que modela este comportamiento es la siguiente:

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

$$r = \frac{P_{uc}}{P_{ci}} \frac{1}{T_{uc}-T_{ci}} - 1$$

ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN FUTURA DE LA CABECERA MUNICIPAL DE LA BELLEZA SANTADER.

$T_f=2036$ Para un periodo de servicio de 25 años

$P_{uc}=1722$ Hab $T_{uc}=2011$ Censo realizado en Abril

$P_{ci}=1675$ Hab $T_{ci}=2005$ Último censo oficial

Figura 9: Proyección de la población para un periodo de 25 años

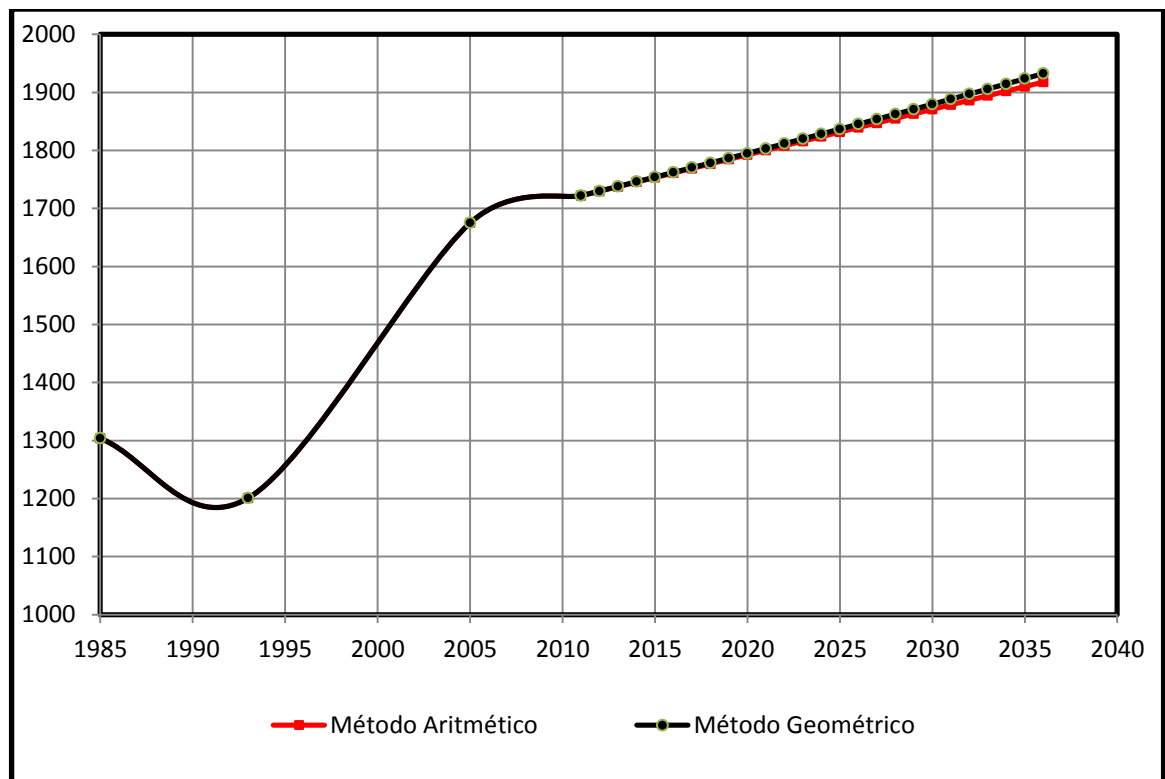


Tabla 3: Proyección de la población para un periodo de 25 años

AÑO	Método Aritmético	Método Geométrico	AÑO	Método Aritmético	Método Geométrico
1985	1304	1304	2023	1816	1820
1993	1201	1201	2024	1824	1828
2005	1675	1675	2025	1832	1837
2011	1722	1722	2026	1840	1845
2012	1730	1730	2027	1847	1854
2013	1738	1738	2028	1855	1862
2014	1746	1746	2029	1863	1871
2015	1753	1754	2030	1871	1880
2016	1761	1762	2031	1879	1888
2017	1769	1770	2032	1887	1897
2018	1777	1779	2033	1894	1906
2019	1785	1787	2034	1902	1915
2020	1793	1795	2035	1910	1924
2021	1800	1803	2036	1918	1932
2022	1808	1812			

Al comparar los resultados obtenidos de la proyecciones con los métodos Aritmético y geométrico, podemos decir que el valor que nos brinda mayor confiabilidad en los resultados al evaluar y rediseñar el sistema de alcantarillado de la cabecera municipal es; **1845** habitantes para el año 2026 y **1932** habitantes para el año 2036.

5.2 NIVEL DE COMPLEJIDAD

Según el CAPÍTULO A.3, numeral A.3.1 de la RAS 2000 nos indica que la complejidad del proyecto depende de la población a beneficiar, su capacidad económica y el grado de exigencia técnica que se requiera.

Y según los datos encontrados a partir del censo realizado de la población a servir y la proyección de esta, se puede tomar para el análisis, evaluación y diseño todos los componentes del sistema todas aquellas variables para un nivel de complejidad “**BAJO**”.

Tabla 4: Asignación del nivel de complejidad

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana ¹ (Habitantes)	Capacidad económica de los usuarios ²
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2500 a 12500	Baja
Medio Alto	12500 a 60000	Media
Alto	>60000	Alta

(1) Proyectado al periodo de diseño, incluida la población flotante.
(2) Incluye la capacidad económica de la población flotante, Debe ser evaluada según metodología de DNP

Fuente: RAS 2000, TABLA A.3.1

5.3 PERIODO DE DISEÑO

El periodo de diseño es el tiempo en el que se fijan las condiciones básicas del sistema para atender las necesidades futuras, se garantiza el correcto funcionamiento del sistema tanto con la densidad actual y de saturación de la población a beneficiar, al igual que la durabilidad de los materiales que componen todo el sistema.

Para el diagnóstico del sistema de alcantarillado de la cabecera municipal de La Belleza Santander se fijó en **25 años** con lo cual se cumple lo promulgado en Ras 2000 CAPÍTULO D.2 REDES Y COLECTORES, NUMERAL D.2.2.3 Periodo de diseño "...Como mínimo, los sistemas de recolección y evaluación de aguas residuales o lluvias deben proyectarse para los periodos de planeamiento que se presentan en la Tabla D.2.1..."¹

Tabla 5: Periodo de planeamiento de redes de recolección y evaluación de aguas residuales y pluviales

Nivel de complejidad	Periodo de diseño en años
Bajo y Medio	15
Medio Alto	20
Alto	25
"Para colectores principales o emisarios finales el periodo de diseño mínimo debe ser 25 años, para cualquier nivel de complejidad del diseño".	

Fuente: RAS 2000, TABLA D.2.1

¹Ras 2000. Título D

5.4 DENSIDAD DE POBLACIÓN

La densidad de la población (número de habitantes por área) que se tomara como referencia para el diagnóstico del actual sistema de recolección de aguas servidas es la encontrada a partir del censo que se realizó para el presente trabajo, así:

A partir de EOT (Mapa predial de la cabecera municipal de La Belleza y El Mapa de servicios públicos de la cabecera municipal, se asignaron las densidades a cada tramo colector de acuerdo al número de usuarios en este y el área de sus lotes tanto construidos como no construidos, de la misma manera se tuvo especial cuidado con la topografía de cada sector, con el fin de obtener datos más confiables y un moldeamiento del sistema lo más acertado.

El siguiente cuadro nos muestra las densidades iniciales y finales asignadas para cada tramo de acuerdo a los datos encontrados en el censo realizado, las aéreas obtenidas a partir de los planos del EOT, las cuales se obtuvieron de acuerdo a las pendientes de las manzanas y a la proyección realizada para un periodo de servicio de 25 años, para la población futura también se incluyó la población que podría tener la urbanización Vello Oriente ubicada cerca al colegio Don Bosco y que está proyectada para la construcción de 60 viviendas con capacidad de 6 habitantes cada una, urbanización que no ha sido construida por problemas de tipo ambiental, como el manejo de las aguas residuales en el municipio y la capacidad hidráulica de las redes del alcantarillado .

Tabla 6: Densidad, área y número de habitantes por tramos del sistema de alcantarillado.

SECTOR	CONDICIONES INICIALES			CONDICIONES FINALES		
	Densidad Inicial	Área en hect.	Número de hab.	Densidad Final	Área en hect.	Número de hab.
Vía a Jesús María	41.03	0.926	38	46.03	0.926	42.63
Carrera 2 entre calles 9A y 9	126.02	0.397	50	141.39	0.397	56.10
Carrera 2 entre calles 9 y 8	93.93	0.490	46	105.38	0.490	51.61
Carrera 1 entre calles 9A y 9	148.20	0.263	39	166.28	0.263	43.76
Carrera 1 entre calles 9 Y 8	93.51	0.332	31	104.92	0.332	34.78
Calle 8 entre carreras 1 y 2	100.20	0.150	15	112.42	0.150	16.83
Calle 8 entre carreras 2 y 3	72.24	0.263	19	81.05	0.263	21.32
Carrera 3 entre calles 9A Y 8	45.66	0.898	41	51.22	0.898	46.00
Carrera 3 entre calles 8 Y 7	30.19	0.232	7	33.87	0.232	7.85
Colegio Don Bosco sede B	0.00	0.567	0	0.00	0.567	0.00
Carrera 3 entre calle 7 y 6	116.23	0.422	49	130.40	0.422	54.98
Calle 6 vía entre el fin del pavimento y la carrera 3	260.01	0.238	62	291.72	0.238	69.56
Vía Campo Hermoso	257.94	0.074	19	289.40	0.074	21.32
Carrera 3 entre calle 6 y 5	199.72	0.135	27	224.07	0.135	30.29
Parque Central	0.00		0	0.00		0.00
Carrera 3 entre calle 5 y fin pavimento	131.84	0.228	30	147.92	0.228	33.66
Calle 5 entre carreras 4 y 3	234.47	0.060	14	263.06	0.060	15.71
Vía al Colegio	24.91	0.602	15	27.94	0.602	16.83
Carrera 4 entre calle 9 y vía al colegio	113.84	0.387	44	127.73	0.387	49.37
Carrera 4 entre calle 9 y 8	190.57	0.336	64	213.81	0.336	71.80
Carrera 4 entre calles 8 y 7	206.17	0.310	64	231.32	0.310	71.80
Calle 8 entre carrera 3 y 4	78.14	0.115	9	87.67	0.115	10.10
Carrera 4 entre calles 7 y 6	241.14	0.336	81	270.55	0.336	90.88
Calle 7 entre carreras 3 y 4	103.91	0.048	5	116.58	0.048	5.61
Calle 6 entre carreras 3 y 4	60.51	0.132	8	67.89	0.132	8.98
Calle 4 entre carrera 4 y 3 hacia la Plaza	213.22	0.286	61	239.22	0.286	68.44
Calle 4 entre carrera 3 y 4 hacia la carrara 4	151.47	0.033	5	169.94	0.033	5.61
Calle 4 entre carrera 3 – 2 Bomba Bio Max	255.52	0.247	63	286.68	0.247	70.68
Vía a Florián Sector las Malvinas	106.37	0.395	42	119.34	0.395	47.12
Plaza de Mercado,	0.00	0.063	0	0.00	0.063	0.00
Carrera 4 entre calles 3 – 4	315.82	0.253	80	354.33	0.253	89.76
Carrera 3 entre calles 4 - 5	328.41	0.438	144	368.47	0.438	161.56
Calle 5 entre carreras 4 y 5	169.10	0.177	30	189.72	0.177	33.66
Calle 6 entre carreras 4 y 5	147.63	0.230	34	165.63	0.230	38.15

SECTOR	CONDICIONES INICIALES			CONDICIONES FINALES		
	Densidad Inicial	Área en hect.	Número de hab.	Densidad Final	Área en hect.	Número de hab.
Calle 7 entre carreras 4 y 5	7.09	0.141	1	7.96	0.141	1.12
Calle 8 entre carreras 4 y 5	36.26	0.193	7	40.69	0.193	7.85
Carrera 5 entre calles 8 y 7	36.35	0.275	10	40.79	0.275	11.22
Carrera 5 entre calles 7 y 6	103.10	0.242	25	115.67	0.242	28.05
Carrera 5 entre calles 6 y 5	173.82	0.109	19	195.01	0.109	21.32
Manzana 009 al pozo del cárcamo	135.83	0.265	36	152.39	0.265	40.39
Calle 6 entre carreras 5 y el caño	173.54	0.167	29	194.70	0.167	32.54
Hospital San Martin	0.00	0.525	0	0.00	0.525	0.00
Del puesto de Salud hacia el caño	69.22	0.188	13	77.66	0.188	14.59
Zona 1 hacia la calle 6 Urbanización San Fernando	224.46	0.517	116	251.83	0.517	130.15
Zona 2 Urbanización San Fernando hacia el Polideportivo,	90.60	0.982	89	101.65	0.982	99.85
Casa tercera edad y Hogar Agrupado	250.00	0.020	5	280.49	0.020	5.61
Sector Don Bosco calle 12	113.73	0.431	49	127.60	0.431	54.98
Colegio Don Bosco	0.00	0.862	0	0.00	0.862	0.00
Cárcamo.	48.02	0.062	3	53.88	0.062	3.37
Carrera 2 entre calles 4 y 3	142.95	0.252	36	160.38	0.252	40.39
Vía al Rio Minero	55.55	0.630	35	62.33	0.630	39.27
Calle 4 Ovidio Pinilla	1081.08	0.006	6	1212.92	0.006	6.73
Carrera 3 entre calles 4 y 3	34.09	0.205	7	38.25	0.205	7.85
	Total Inicial de Habitantes =		1722	Total Final de Habitantes =		1932
Urbanización Bello Oriente	Población de diseño Urbanización Vello Oriente		720	0.5		360

Para obtener las condiciones finales (población) con las que se pretende evaluar el sistema de recolección de agua servida, se aplicó una simple regla de tres, así:

$$P_{Finaltramo} = P_{Iniciatramo} * \frac{P_{Proyectadaa\ 25\ años}}{P_{Inicialdelacabeceramunicipal}}$$

P= Población.

5.5 DOTACIÓN

Es la cantidad de agua con la que una población o un habitantes cubren sus necesidades básicas, alimentación, aseo y recreación, según las Ras 2000 para una población que se encuentre en nivel de complejidad bajo su dotación deberá estar entre 100 y 150 litros de agua por habitante día ^[3], sin embargo la dotación se puede establecer a partir de registro histórico del consumo o establecer con la información bibliográfica sobre el consumo típico doméstico.

Lamentablemente el municipio ni la empresa prestadora del servicio no ha llevado un registro detallado del consumo de agua, para el presente estudio nos vemos obligados a tomar de la literatura y de los estudios sobre saneamiento básico, acueducto y alcantarillado con el fin de asignar un valor al consumo que más se ajuste a las necesidades cotidianas de los usuarios del sistema de evacuación de aguas servidas de la cabecera municipal

Tabla 7: Consumo doméstico sugerido

<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>DOTACIÓN</i>
<i>Bebida, cocina y lavado de platos</i>	<i>20-30 L/Hab/día</i>
<i>Aseo personal (ducha)</i>	<i>20-75 L/Hab/día</i>
<i>Lavado de ropa</i>	<i>10-15 L/Hab/día</i>
<i>Inodoro (por descarga)</i>	<i>15-20 L/Hab/día</i>
<i>Aseo de vivienda</i>	<i>1.5 L/m²</i>
<i>Riego de jardines</i>	<i>5-10 L/Hab/día</i>
<i>Lavado de automóviles</i>	<i>250 - 350 L</i>

Fuente: Diseño de Acueductos y alcantarillados. Luis Felipe Silva G y PSMV (Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos) de La Belleza.

Tabla 8: Consumo doméstico estimado

<i>Consumo domestico</i>	<i>Dotación recomendada L/Hab/día</i>	<i>Frecuencia diaria</i>	<i>Dotación calculada L/Hab/día</i>
Bebida, cocina y lavado de platos	25	1	25
Aseo personal	50	1.8	90
Lavado de ropa	15	1	15
Eliminación de excretas	15	1	15
Aseo de vivienda	20	0.25	5
Riego de jardines	10	0.25	2.5
<i>Consumo doméstico estimado en L/Hab/día=</i>			152.5

Fuente: PSMV (Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos) de la Belleza.

A partir de consumo doméstico sugerido y estimado se puede decir que el consumo de diagnóstico y diseño calculado es igual a **152.5 L/Hab/día**, sin embargo este valor tendera a bajar al hacerse más eficiente la prestación del servicio, el cambio de contadores y el cobro del agua de acuerdo al consumo mensual de cada usuario.

5.6 CONTRIBUCIONES DE AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales de una población está integrada por los aportes domésticos, comerciales, industriales e institucionales y su estimación se hacen en función a los datos registrados históricamente y con los que debe intentar predecir el comportamiento futuro o a partir de aforos realizados en los vertederos o en la red, cuando no se cuenta con esta valiosa información se deberá seguir las sugerencias que hacer la Ras 2000 en el Titulo C Sistema de recolección y evaluación de aguas residuales y pluviales.

5.6.1 Aporte doméstico (Q_D)

Son los aportes que diariamente hacemos desde nuestros hogares al sistema de recolección de aguas servidas, comprende las aguas grises y negras que surgen de nuestras actividades cotidianas, como ir al baño, bañarse, cocinar, hacer aseo, etc. Según la RAS 2000 numeral D.3.2.2.1 el aporte domestico está dado por la siguiente expresión:

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

C= Consumo medio diario por habitante, corresponde a la cantidad de agua que recibe cada habitante para satisfacer sus necesidades L/Hab/día.

D= Densidad de la población en Número de habitantes por hectárea.

A_{rb}= Área residencial bruta.

P= Población servida (D*A).

R= Coeficiente de retorno, es la fracción del agua suministrada para uso doméstico que se convierte en aguas negras.

Tabla 9: Coeficiente de retorno de aguas servidas domesticas

<i>Nivel de complejidad</i>	<i>Coeficiente de retorno</i>
Bajo y medio	0.70-0.80
Medio Alto y Alto	0.80-0.85
<i>Puede ser definido por la empresa de servicios públicos.</i>	

Fuente: RAS 2000, Tabla D.3.1

Para el presente trabajo se tomara **R=0.80**.

5.6.2 Aporte Industrial (Q_I)

Son todos aquellos aportes de aguas servidas que surgen de los procesos de transformación de materias primas y manufacturación de cualquier producto, ya que la industria belleza nano es significativa, siendo de tipo doméstico (panaderías, carpinterías, ornamentación confesiones y lácteos) encontrándose mezclada en las áreas residenciales, su aporte se tomara como el 10% del aporte doméstico . “... En los casos donde la contribución industriales, comerciales e institucionales sean marginales con respecto a las domesticas, pueden ser estimadas como un porcentaje de los aportes domésticos.”²

$$Q_{IN} = 0.1 * Q_D$$

5.6.3 Aporte Comercial (Q_C)

Son los aportes que se generan en las zonas netamente comerciales y varía de acuerdo con el tipo de comercio, generalmente este se obtiene a partir de los estudios detallados del consumo en estos sectores a intervenir. En este caso en especial la cabecera municipal de La Belleza Santander como muchos pueblos de nuestro país, no tienen áreas comerciales definidas como si lo tienen las grandes ciudades, sino que combinan el uso residencial con el uso comercial, por esta razón se tomara este aporte como el 10% del aporte doméstico.

$$Q_C = 0.1 * Q_D$$

5.6.4 Aporte Institucional (Q_{IN})

Es el resultado de consumo hecho por todas las instituciones y varía de acuerdo al tipo y tamaño de estas, entre estas se puede mencionar, las escuelas, los colegios

² Ras 2000 Titulo C Numeral D.3.2.2.5

y universidades, hospitales hoteles y cárceles entre otros, el aporte que pueden hacer estos establecimientos al sistema de alcantarillado se establece en un rango de 0.4 a 0.5 litros por segundo por hectárea institucional para todos los niveles de complejidad del sistema. En el presente trabajo el caudal institucional Q_{IN} se estimara en **0.4 L/s* Ha Ins**, ya que este uso de suelo no es tan marcado en la cabecera municipal y solo representa el 3.46% del área construida.

5.7 CAUDAL MEDIO DIARIO DE LAS AGUAS RESIDUALES (Q_{MD})

El caudal medio diario para un colector es el producto de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales, que debe estimarse para las condiciones iniciales y las condiciones finales.

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

$$Q_{MD} = Q_D + 0.1 * Q_D + 0.1 * Q_D + Q_{IN} = 1.2 * Q_D + Q_{IN}$$

$$Q_{MDf} = 1.2 * Q_{Df} + Q_{IN} \quad \text{Caudal medio diario final 2036.}$$

5.8 CAUDAL MÁXIMO HORARIO (Q_{MH})

Corresponde al aporte máximo de aguas servidas a la red registrados durante una hora en un periodo de tiempo. Teóricamente es corresponde al caudal máximo diario multiplicado por un factor, tanto para condiciones iniciales como para las finales, según la RAS 2000 así:

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

Donde F es un factor de mayoración, el cual debería ser estimado en campo a partir de los registros históricos de los aforos realizados al sistema de

alcantarillado. Sin embargo en nuestro municipio esto no ha sido factible, razón por la cual debemos recurrir a la literatura utilizando la relación aproximada de la ecuación de Harmon, D.3.4, RAS 2000.

$$F = 1 + \frac{14}{4 + \bar{P}}$$

Donde P (población) está en miles de habitantes, este factor F debe calcularse por cada tramo, teniendo en cuenta el incremento de la población.

5.9 APOORTE DEBIDO A LAS CONEXIONES ERRADAS (Q_{CE}).

Son todos aquellos aportes de las aguas lluvias al sistema de alcantarillado que es proveniente de la conexión de las bajantes de los tejados, los patios y de drenes. Ya que en nuestro municipio nunca se ha hecho algún estudio para determinar cuales es el aporte al sistema de alcantarillado de las conexiones erradas al sistema de alcantarillado, se debe estimar de acuerdo a la reglamentación vigente Ras 2000 en el Título C numeral D.3.2.2.6.

Tabla 10: Aporte máximo por conexiones erradas con sistema pluvial

Nivel de complejidad	Aporte (L/s*Ha)
<i>Bajo y medio</i>	<i>0.2</i>
<i>Medio Alto y Alto</i>	<i>0.1</i>

Fuente: RAS 2000, TABLA D.3.5

Tabla 11: Aporte máximo por drenaje domiciliario de aguas lluvias sin sistema pluvial

Nivel de complejidad	Aporte (L/s*Ha)
Bajo y medio	2
Medio Alto y Alto	2
<i>Debe disponerse de un sistema pluvial o combinado a mediano plazo</i>	

Fuente: RAS 2000, TABLA D.3.6

5.10 APORTE DEBIDO A LA INFILTRACIÓN (Q_{INF})

Es muy común que en los sistemas de alcantarillado se presente el fenómeno de infiltración, que es la entrada de agua subsuperficial a la red, en especial la de origen freático por medio de las juntas y fisuras de la tubería. Ya que no se cuenta con una medida directa de este fenómeno este aporte se establecerá a partir de la tabla D.3.7 Ras 2000.

Tabla 12: Aporte por infiltración en redes de sistema de recolección de aguas residuales

Nivel de complejidad	Infiltración alta (L/s*Ha)	Infiltración Media (L/s*Ha)	Infiltración Baja (L/s*Ha)
<i>Bajo y medio</i>	0.15-0.4	0.1-0.3	0.05-0.2
<i>Medio Alto y Alto*</i>	0.15-0.4	0.1-0.3	0.05-0.2
<i>*Puede ser definido por la empresa prestadora del servicio.</i>			

Fuente: RAS 2000, TABLA D.3.7

Para la evaluación del sistema actual se trabajara el aporte por infiltración igual a **0.2 L/s*Ha (Infiltración Baja)** para toda las red del sistema de alcantarillado

acepto el tramo de la red que recoge las aguas servidas del colegio, la urbanización San Fernando y el barrio El Chico, la cual se tomara como **0.4 L/s*Ha(Infiltración Alta)** por estar junto al principal canal natural de drenaje de la cabecera municipal (Quebrada El Colegio).

5.11 CAUDAL DE DISEÑO SANITARIO

Corresponde al caudal con el que se diagnostica y diseña cada tramo de la red, el cual corresponde a la sumatoria del caudal máximo horario y los caudales que entran a la red debido a conexiones erradas y aporte por infiltración.

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

Tanto para las condiciones tanto iniciales como finales Q_{DTi} y Q_{DTf} .

5.12 MONITOREO DE LAS AGUAS RESIDUALES

El casco urbano cuenta con dos fuentes receptoras de aguas negras, una ubicada al sur-oriental del parque central sector Las Malvinas en el predio del señor Burgos, donde las aguas negras son vertidas a un pequeño sumidero natural que está conectado con la quebrada La Florida, la segunda fuente receptora está ubicada sobre la quebrada El Colegio barrio El Chico adjunto al lavadero de carros a nivel del caño.

- *VERTIMIENTO DENOMINADO POTRERO:* A este vertimiento le llegan las aguas servidas del 85.8% de los usuarios del sistema de alcantarillado a un punto quebradizo en un tubo de gres de 8" las cuales caen sin un tratamiento previo a un pequeño sumidero natural que permite la infiltración de estas a

través de una roca por un tramo menor a 300 metros antes de conectarse con la quebrada La Florida, generando problemas de erosión e inestabilidad en los terrenos aledaños.

Figura 10: Punto de descarga del vertimiento potreros.

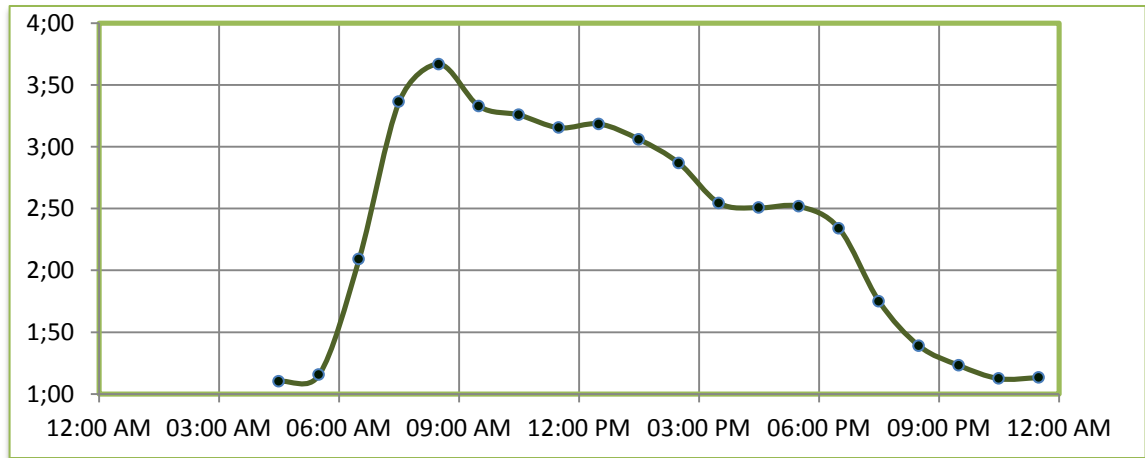


A partir de un aforo volumétrico realizado en este punto se pudo recolectar la siguiente información:

Tabla 13: Variación del caudal en el vertimiento Potreros.

Hora	Caudal	Hora	Caudal	Hora	Caudal
4:30 AM	1,10	11:30 AM	3,15	6:30 PM	2,34
5:30 AM	1,16	12:30 PM	3,18	7:30 PM	1,75
6:30 AM	2,09	1:30 PM	3,06	8:30 PM	1,39
7:30 AM	3,36	2:30 PM	2,87	9:30 PM	1,23
8:30 AM	3,67	3:30 PM	2,54	10:30 PM	1,12
9:30 AM	3,33	4:30 PM	2,51	11:30 PM	1,13
10:30 AM	3,26	5:30 PM	2,52		
Fecha: Junio 12 del 2011					

Figura 11: Variación del Caudal L/s vertimiento Potrereros



- *VERTIMIENTO DENOMINADO EL CÁRCAMO* Al ir al este punto de descarga se puede notar que este vertimiento se hace a menos de 20 metros de un vivienda y a unos 10 metros del lavadero de carros, en donde la aguas servidas se unen con un pequeño cause de agua cuyo caudal no sobrepasa los 5 L/s en época de estiaje, en este punto la descarga se hace a nivel de la quebrada sin tratamiento.

Figura 12: Punto de descargas de las aguas servidas al caño el colegio.

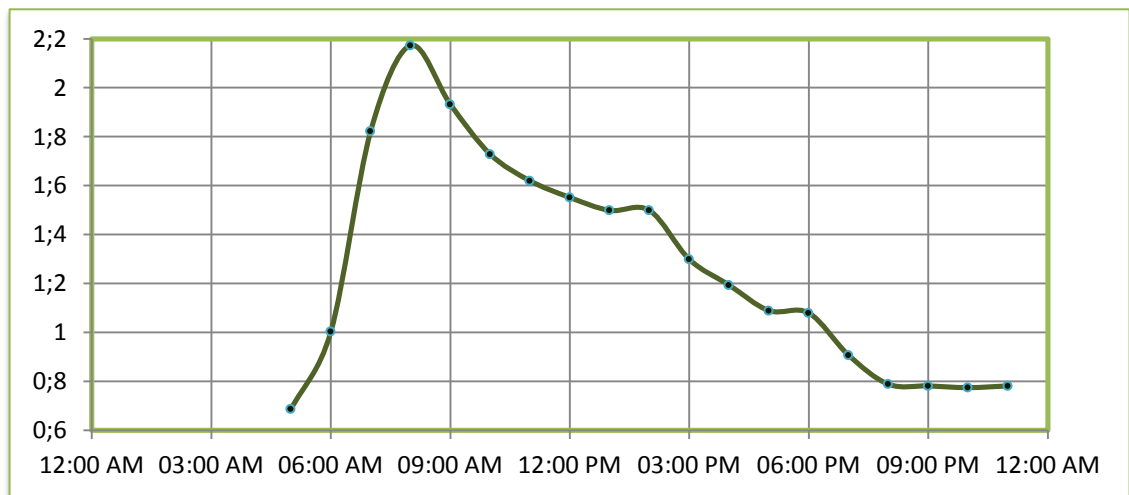


A partir de la adecuación del lugar y la instalación de un vertedero se pudo obtener la variación del caudal respecto al tiempo.

Tabla 14: Variación del caudal de aguas negras para el vertimiento El Cárcamo

Hora	Caudal	Hora	Caudal	Hora	Caudal
5:00 AM	0,69	12:00 PM	1,55	7:00 PM	0,91
6:00 AM	1,00	1:00 PM	1,50	8:00 PM	0,79
7:00 AM	1,82	2:00 PM	1,50	9:00 PM	0,78
8:00 AM	2,17	3:00 PM	1,30	10:00 PM	0,77
9:00 AM	1,93	4:00 PM	1,19	11:00 PM	0,78
10:00 AM	1,73	5:00 PM	1,09	12:00 AM	0,77
11:00 AM	1,62	6:00 PM	1,08		
Fecha: Junio 12 del 2011					

Figura 13: Variación del caudal en el vertedero El Cárcamo



Hecho el monitoreo de las aguas negras en los dos vertederos representativos se pudo observar que el aporte pico de las aguas servidas se da en las mañanas entre las 8:00 AM y las 9:00 AM tiempo en el cual se concentran la mayoría de las actividades doméstica y las horas de menor vertimiento se encuentran en el periodo de tiempo comprendido entre las 8:00 PM hasta las 5:00 AM.

6. CAUDAL DE DISEÑO PLUVIAL

Se considera el caudal pluvial al caudal resultante de la escorrentía directa, durante o después de una precipitación. Con el crecimiento de las poblaciones como el desarrollo urbano generan problemas potenciales en el manejo de aguas urbanas, por esta razón se hace sumamente importante la construcción de estructuras que tengan como objeto la evacuación de las aguas lluvias, por las siguientes razones, al aumentar las áreas construidas disminuye notablemente las zonas verdes, lo que hace que el volumen y la velocidad de la escorrentía directa sea mayor produciéndose caudales de creciente con picos mayores.

Para el diseño o evaluación de los sistemas de evacuación de las aguas lluvias se hace necesario, primero predecir u observar el recorrido de la escorrentía y luego hacer la evaluación o diseño del sistema. En este proceso debe ser muy subjetivo, y donde se deberá tener en cuenta las pendientes, la superficie de la cuenca o el sector a beneficiar, la distribución y localización de la red y lo más importante la precipitación probable que podría afectar la cuenca. Para poder evaluar las precipitaciones con la que se deberán hacer el diseño o evaluación en estos sistemas, se debe recurrir al modelamiento matemático de la precipitación, lo que se hacen a partir de los datos recogidos en campo en las estaciones meteorológicas (Estación Climatológica Principal o Estación Pluviométrica) del sector o de sectores con condiciones climáticas similares.

El parámetro de evaluación del sistema de evacuación de las aguas lluvias en el casco urbano de La Belleza Santander será obtenido aplicando el método racional, "La idea detrás del método racional es que si una lluvia con intensidad i empieza a formarse en forma instantánea y continua en forma indefinida, la tasa de escorrentía continuara hasta que llegue el tiempo de concentración t_c en el cual

toda la cuenca estará contribuyendo al flujo de la salida.....”,³ de igual forma se tendrá en cuenta el área aferente y el tipo de superficie sobre el cual el agua viajara al puntos de salida.

$$Q = C * i * A$$

Q = Caudal de evaluación del sistema de drenaje de una cuenca en litro por segundo ^{l_s} .

C = Coeficiente de escorrentía el cual hace referencia a la infiltración $0 < C < 1$,

i = Intensidad de la lluvia en litros por hectárea (^{l_s} * Ha).

A = Área Aferente en hectáreas(Ha)

Es importante decir que el método racional es útil para áreas de drenaje menores a 700 hectáreas, para cuencas de mayor tamaño se deben hacer modelamiento de la recurrente, representados en los histogramas de precipitaciones e hidrogramas de respuesta de las área.

6.1 CURVA DE INTENSIDAD. DURACIÓN Y FRECUENCIA

Las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) constituyen una de las herramientas más utilizadas en la estimación de caudales de diseño de obras de drenaje en vías y alcantarillados pluviales en zonas urbanas y rurales, así como en la estimación de las tormentas de diseño en sitios donde, debido a la falta de información de caudales, es necesario recurrir a los modelos lluvia-escorrentía para el cálculo de los caudales máximos. Las intensidades máximas de la lluvia en distintos intervalos de tiempo en un mismo sitio y con distintas probabilidades de excedencia o períodos de retorno, se resumen en las curvas IDF a partir de los

3VEN TE CHOW, Hidrología aplicada. Capítulo 14, pág. 465

datos históricos de las precipitaciones de la región en especial los eventos extremos (máximos) y de la aplicación de la estadística.

El utilizar el modelamiento de lluvia-escorrentía para la obtención de las curvas IDF requiere la definición de las características geológicas y topográficas de la región, la cobertura vegetal, cuyo objeto es definir la capacidad de la cuenca de convertir la precipitación en escorrentía, mediante un detallado balance hídrico, lo que es muy tedioso al no contarse con la información detallada. El otro método es el análisis regional la cual es una metodología valida, con la que se puede encontrar el caudal de diseño en cuencas o subcuenca no instrumentadas (sin información directa) a partir de la información de cuencas vecinas o similares, método que se calcula rápidamente y además nos brinda unos resultados acertados, por esta razón para el presente trabajo se hallaran las curvas IDF con el análisis regional mediante la metodología de Vargas y Díaz-Granados (1998).

La metodología expuesta por **Vargas y Díaz-Granados (1998)** es basada en los trabajos de Kothyari y Garde, en donde se busca obtener la intensidad, a partir de la precipitación (promedio medio anual y precipitación máxima diaria), el número de días con lluvia, la elevación de la cuenca sobre el nivel del mar, la relación del periodo de retorno y el tiempo de duración del evento y una serie de valores obtenidos a partir de correlaciones que se han obtenido de la región andina en la región andina.

$$I = a * \frac{T^b}{t^c} * M^d * N^e PT^f * Elev^g$$

M =Promedio máximo anual de precipitación diaria en mm .

N = Número de días con lluvia al año.

PT = Precipitación media anual en mm .

$Elev$ = Elevación media de la cuenca en $msnm$.

T = Periodo de retorno en $años$.

t = Tiempo de duración del evento en horas.

a, b, c, d, e, f, g Son parámetros hallados mediante correlaciones que para la región andina son:

a	b	c	d	e	f	g
1.64	0.19	0.65	0.73	-0.13	0.08	-0.01

Según los datos suministrados por el IDEAM para la estación pluviométrica La Pradera Cód. 2312022, y su posición geográfica,

M	N	PT	Elevación
mm	días	mm	msnm
146	205	2652	2100

y para los periodos de retorno de 2, 3, 5 y 10 años se obtiene la siguiente curva.

$$I = 1.64 * \frac{T^{0.19}}{t^{0.65}} * 146^{0.73} * 205^{-0.13} * 2652^{0.08} * 2100^{-0.01}$$

$$I = 54.31966957 * \frac{T^{0.19}}{t^{0.65}} \frac{mm}{Hora}$$

Tabla 15: Curva IDF para la estación pluviométrica La Pradera

Intensidad del evento en mm/hora										
PERIODO DE RETORNO Tr	DURACIÓN DEL EVENTO EN HORAS Y MINUTOS									
	1/12	1/8	1/6	1/4	1/2	3/4	1	1:1/2	2	2:1/2
	5'	7,5'	10'	15'	30'	45'	60'	90'	120'	150'
2	198,59	198,59	198,59	152,58	97,23	74,71	61,97	47,61	39,49	34,16
3	214,49	214,49	214,49	164,80	105,02	80,69	66,93	51,42	42,65	36,89
5	236,35	236,35	236,35	181,59	115,73	88,91	73,75	56,66	47,00	40,65
10	269,62	269,62	269,62	207,16	132,02	101,43	84,13	64,64	53,62	46,38

$$100 \frac{mm}{Hora} = 277.77777778 \frac{L}{s * Ha}$$

$$I = 150.887971 * \frac{T^{0.19}}{t^{0.65}} \frac{L}{s * Ha}$$

Tabla 16: Curva IDF para la estación pluviométrica La Pradera ajustada

Intensidad del evento en L/ s/Ha										
PERIODO DE RETORNO Tr	DURACIÓN DEL EVENTO HORAS Y MINUTOS									
	1/12	1/8	1/6	1/4	1/2	3/4	1	1:1/2	2	2:1/2
	5'	7,5'	10'	15'	30'	45'	60'	90'	120'	150'
2	551,6	551,6	551,6	423,8	270,1	207,5	172,1	132,2	109,6	94,88
3	595,8	595,8	595,8	457,7	291,7	224,1	185,9	142,8	118,4	102,4
5	656,5	656,5	656,5	504,4	321,5	247,0	204,9	157,4	130,6	112,9
10	749.0	749.0	749.0	575,4	366,7	281,7	233,7	179,5	148,9	128,8

Figura 14: Curva IDF X=minutos Y= Intensidad (mm/Hora)

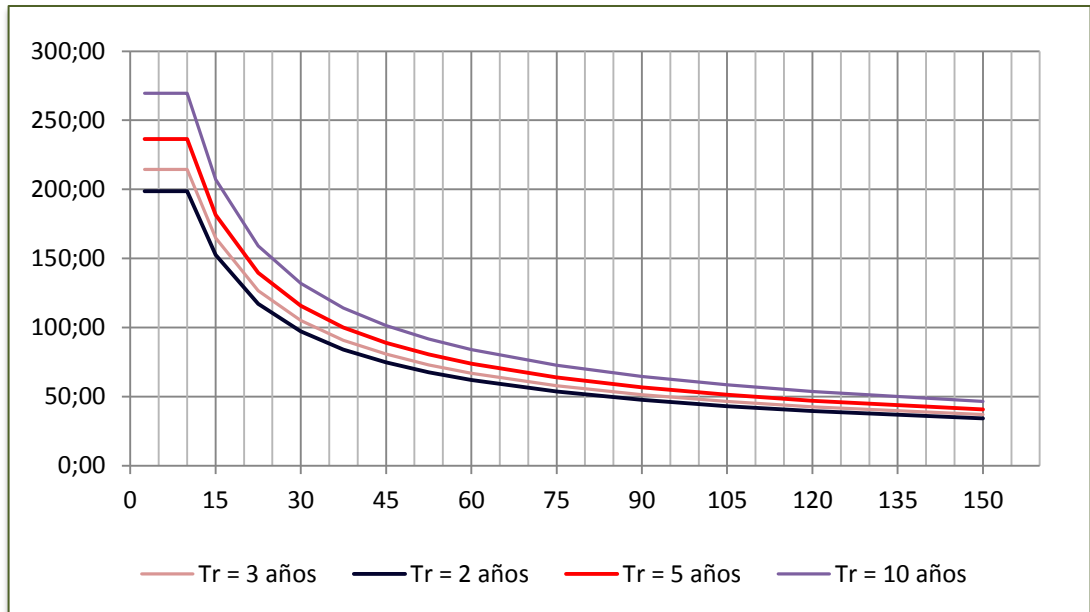
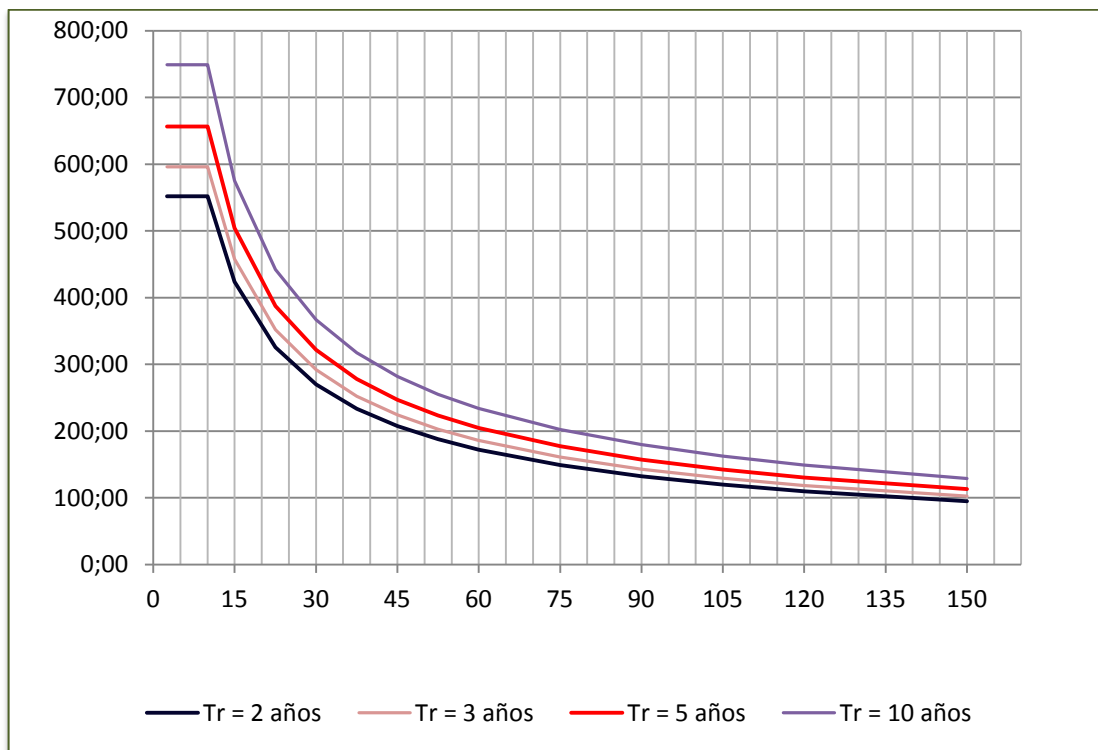


Figura 15: Curva IDF X=minutos Y= Intensidad (L/s/Ha)



6.2 PERIODO DE RETORNO DE DISEÑO

El periodo de retorno es el esperado o tiempo medio entre 2 sucesos importantes e improbables y con posibles efectos catastróficos, El periodo de retorno se asignara de acuerdo al grado de protección que se desee en el sistema de alcantarillado pluvial o combinado, según lo enunciado en la TABLA 4.3 “Grado de protección según el nivel de complejidad del sistema” y otros factores, como es el tipo de tramo, el área drenada y el tipo de terreno (plano o montañoso), TABLA 4.2, RAS 2000.

Tabla 17: Periodo de retorno o grados de protección

Características del área de drenaje	Mínimo (años)	Aceptable (años)	Recomendado (años)
<i>Tramos iniciales de zonas residenciales con aéreas tributarias menores de 2 ha.</i>	2	2	3
<i>Tramos iniciales de zonas comerciales o industriales, con aéreas tributarias menores de 2 ha.</i>	2	3	5
<i>Tramos de alcantarillados con aéreas tributarias entre 2 y 10 ha.</i>	2	3	5
<i>Tramos de alcantarillados con áreas tributarias mayores de 10 ha.</i>	5	5	10
<i>Canales abiertos de zonas planas y que drenan aéreas mayores de 1000 ha.</i>	10	25	25
<i>Canales abiertos de zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan aéreas mayores a 1000 ha.</i>	25	25	50

Fuente: RAS 2000, TABLA D 4.2

El periodo de retorno con el cual se evaluar y diseñara el sistema de alcantarillado pluvial o combinado del municipio será el siguiente:

Para los tramos iniciales y cuyas áreas sean menores a 10 hectáreas será de dos años otorgarle al sistema un grado de protección mínimo, y para los tramos con áreas de drenaje de más de 10 hectáreas se el grado de protección aceptable.

6.3 INTENSIDAD DE LA PRECIPITACIÓN

Para el presente trabajo la intensidad de la precipitación se obtendrá a partir de las curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia y la ecuación que los modela, el periodo de retorno y el tiempo de concentración del evento.

Cada curva presente en las Figuras 14 y 15 corresponde a un periodo de retorno diferente. Sin embargo para este trabajo se tomara los siguientes periodos de retorno; **2 años** en los tramos iniciales y **5 años** para las áreas tributarias de más de 10 hectáreas y el tiempo de concentración, las cuales se modelan con las siguientes ecuaciones:

6.4 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN T_c

Es el periodo de tiempo desde el inicio del evento hasta que la toda la cuenca es aportarte, es decir es el tiempo que tarda la gota que cae en el punto más alejado hasta llegar al punto de evacuación natural.

El tiempo de concentración equivale al tiempo de entrada al colector más el tiempo de recorrido en este.

$$T_c = T_e + T_r$$

Tiempo de entrada (T_e): Es el periodo que demora en llegar la gota de agua que cayó en la parte más alejada del área drenada hasta la entrada del colector, este tiempo puede estimarse utilizando la ecuación de Kerby, la cual es función de la longitud máxima de escorrentía, el coeficiente de retardo y la pendiente del punto más alejado al colector.

$$T_e = 1.44 * \frac{L * m}{S}^{0.4666667} \text{ minutos}$$

L = Longitud máxima de escorrentía en m .

m = Coeficiente de retardo Tabla D.4.6 Ras 2000.

S = Pendiente promedio del punto más alejado al colector m/m .

Tabla 18: Coeficiente de retardo

TIPO DE SUPERFICIE	m
<i>Impermeable</i>	<i>0.02</i>
<i>Suelo sin cobertura compacto y liso</i>	<i>0.10</i>
<i>Superficie sin cobertura moderadamente rugosa</i>	<i>0.20</i>
<i>Pastos</i>	<i>0.30</i>
<i>Terrenos arborizados</i>	<i>0.70</i>
<i>Pastos densos</i>	<i>0.80</i>

Fuente: RAS 2000, TABLA D 4.6

Tiempo de recorrido (T_r): Es el tiempo que toma el agua lluvia al viajar a través del colector, desde el punto de entrada hasta los pozos de inspección o el vertedero final.

$$T_r = \frac{L_c}{60 * V_c} \text{ minutos}$$

L_c = Longitud colector en m .

V_c = Velocidad del flujo en el colector m/s .

6.5 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Corresponde al grado de permeabilidad de la superficie sobre la cual cae la lluvia y nos determina teóricamente la capacidad de infiltración de este y del porcentaje de lluvia que se convertirá en escorrentía directa. Según los alineaditos técnicos propuestos en la RAS 2000 los cuales se muestran en la Tabla 19:

Para el diseño y evaluación de cualquier proyecto de evacuación de aguas lluvias se debe tener en cuenta el desarrollo urbano, los esquemas de ordenamiento territorial, y el uso potencial del suelo, con el fin de obtener un modelamiento acertado, ya que la urbanización, la construcción de vías y la disminución de las áreas verdes aumentan en gran medida los caudales picos que se generan durante una precipitación.

Tabla 19: Coeficiente de escorrentía o impermeabilidad

TABLA 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 casa contiguas, predominio de zona duras	0.75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre estos	0.69-0.75
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: RAS 2000, Tabla D.4.5

7. INVENTARIO Y DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA EXISTENTE

Para realizar un diseño adecuado del plan maestro de alcantarillado para un centro poblado se hace necesario conocer cada uno de los componentes que tiene el sistema actual, su estado y su comportamiento, con el único propósito de conocer sus puntos críticos, las dificultades que está presentando y los errores que se cometieron en su construcción pues en base a esto se plantearan las alternativas que solucionararan todas las dificultades encontradas.

7.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL ALCANTARILLADO EXISTENTE

Ya que la topografía juega un papel fundamental en el manejo de las aguas servidas y aguas lluvias, su estado actual y las posibles soluciones a la problemática encontrada, a razón de esto se partió con la información suministrada por la Secretaria de Planeación Municipal y con el chequeo mediante la realización de un levantamiento de baja precisión con una estación, con la que también se completó la información faltante, los datos obtenidos con la realización de esta actividad se encuentra plasmados en los anexos a este documento.

En general se puede afirmar que el sistema de alcantarillado existente no cubre todas las vías internas del casco urbano y la mayoría de los tramos de la red colectora de aguas servidas fue construida en tubería de gres con diámetros que oscilan desde las 6 pulgadas hasta las 12 pulgadas, por otra parte existe una serie de sumideros ubicados en algunos cruces de calles y carreras que se conectan a las redes de evacuación de aguas lluvias y 4 sumideros que se conectan a pozos de inspección del sistema de evacuación de las aguas negra.

7.2 INVENTARIO

Durante el trabajo de campo y el levantamiento topográfico, se hizo es registro de cada uno de los componentes del sistema, información con la cual se llenó una ficha técnica de cada uno de los pozos de inspección, en la, en donde se registró la ubicación del pozo, la profundidad de las tuberías (alturas clave y batea), el sentido del flujo, el caudal y el estado del de su estructura, como herramienta necesario para conocer las redes colectoras, su estado y algunas de las variables que se requieren para su evaluación, esta información se podrá consultaren en el ANEXO A.3 y en un SIG en donde se podrán consultar cada uno de los componentes del sistema, de manera confiable y rápida, el cual quedara abierto para su actualización.

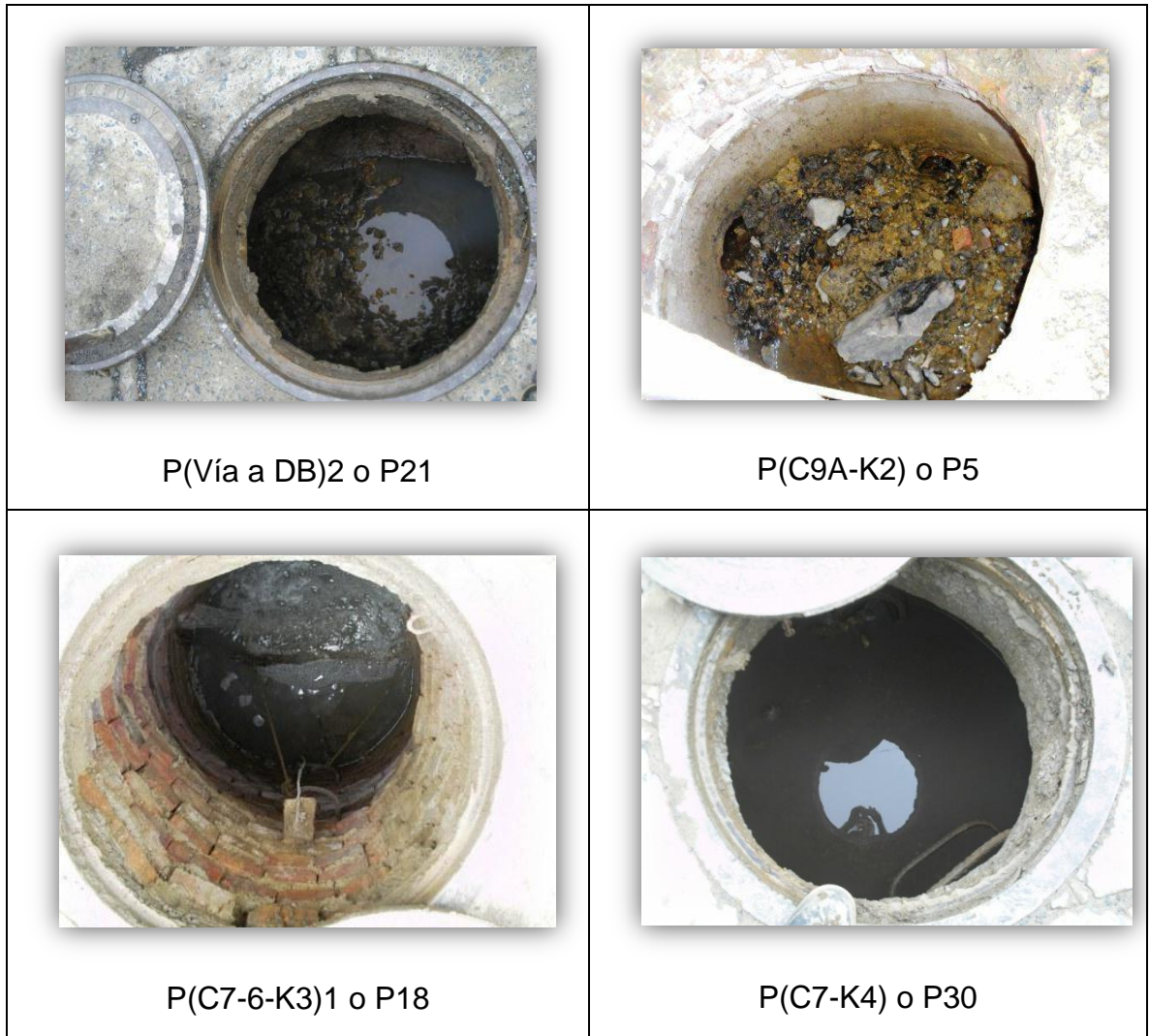
7.3 PROBLEMAS Y DIFICULTADES ENCONTRADAS EN EL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS SERVIDAS Y LLUVIAS

Para poder hacer el diagnosticar los sistemas de evacuación de aguas servidas y lluvias se hizo necesaria una revisión ocular de cada uno de los componentes del sistema, los vertimientos puntuales, el cauce de los caños a donde se están vertiendo las aguas servidas y la entrevista con los usuarios del sistema sobre los problemas que han evidenciado o han sufrido a causa del estado actual de las redes colectoras de las aguas servidas y lluvias del municipio. Actividades con las se evidencio lo siguiente:

- a. La poca importancia que le da la comunidad, la administración municipal y la empresa prestadora del servicio de alcantarillado a las redes de recolección de aguas servidas y lluvias en especial los pozos de inspección, pues en la mayoría de ellos se encontró acumulación de sedimentos y basuras, lo que

genera la obstrucción de las redes y el encharcamiento de estas aguas, el hábitat ideal para la aparición de vectores infectocontagiosos.

Figura 16: Pozos que requieren mantenimiento y limpieza.



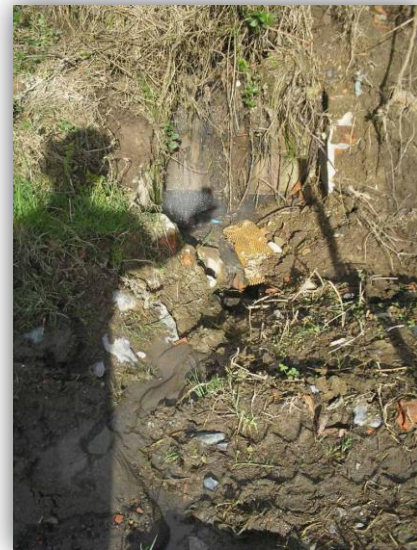
- b. A medida que se iba haciendo la inspección de los pozos, se pudo apreciar la falta de conciencia de la comunidad por la salud pública y el bienestar de la comunidad, pues se encontró varios lugares en donde los usuarios arrojan las aguas negras o parte de las aguas servidas a la calle antes de entrar

al sistema de evacuación de las aguas servidas lo que pone en riesgo la salud de la comunidad en especial los niños.

Figura 17: Vertimientos a las vías o áreas comunitarias



Carrera 5 entre calles 6-5



Carrera 5 entre calles 6-5



Urbanizacion San Fernando

- c. Pese a que la cabecera municipal cuenta con un sistema para la evacuación de las aguas servidas, se encontró que aproximadamente 25% de todos los usuarios que puede beneficiar el sistema no están conectados a este, vertiendo

las aguas negras a través de los potreros a las quebradas aledaña (La Florida y El colegio) o los sumideros naturales cercanos, contaminando los cuerpos superficiales y subterráneos de aguas, convirtiendo estos sitios en focos de enfermedades y deteriorando los acuíferos de la región, esta problemática se debe a los siguientes factores:

- El primero a la mala planificación de los habitantes al construir sus viviendas y no darle la importancia a la evacuación segura de las aguas servidas a través de las redes colectoras que el municipio ha dispuesto para este fin.
- Segundo el costo económico de conducir las aguas servidas al sistema de evacuación de las aguas servidas de las viviendas antigua o viviendas ubicadas en las laderas, en donde optan arrojar las aguas servidas a través de los solares, en especial cuando existen sótanos con unidades sanitarias que se encuentran por debajo del nivel o las redes colectoras se encuentran a más de dos metros de profundidad.
- Tercero el no contar con una red colectora, lo que los obliga a llevar sus aguas servidas hasta un sumidero, para alejarlas de su inmueble este problema se presenta en el 2% de los usuarios del sistema.
- Y la última causa es la falta de compromiso de las administraciones (secretarías de gobierno y planeación) y la empresa prestadora del servicio, para brindar la asesoría técnica, para exigirles a la comunidad la construcción del sistema de sanitario y para la evacuación de las aguas lluvias acorde a la **NTC1500** y demás reglamentaciones vigente.

Los problemas mencionados anteriormente se ven asentados la ladera occidental del Barrio La Unión (Carrera 4° entre calles 5° y 3°) junto a la quebrada El Colegio, al costados oriental (Carrera 3° entre calles 6° y 5°) y norte de la ladera del barrio la Florida (Calle 6° entre carreras 3° y la salida a Villa Hermosa) y en la salida al Rio Minero junto al cementerio, zona que no cuenta con redes colectoras para la evacuación de las aguas negras.

Figura 18: Vertimientos de las aguas servidas sobre la quebrada el colegio entre el polideportivo y el embalsé



Caño el Colegio



Caño el Colegio



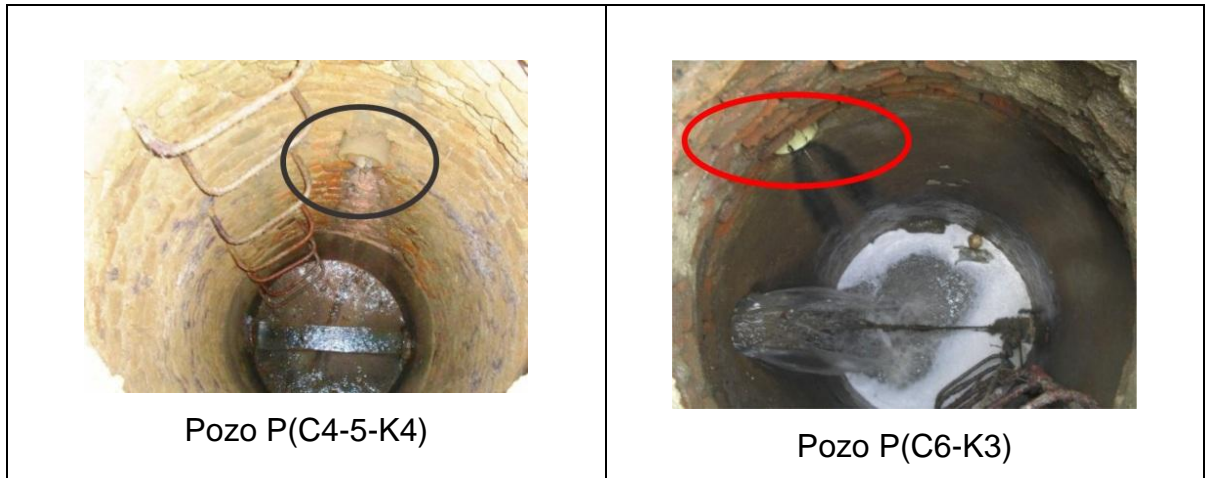
Caño el Colegio



Caño el Colegio

- d. Otra de las observaciones que se debe mencionar es la conexión de acometidas domiciliarias a los pozos de inspección, lo que es poco técnico y practico ya que estas acometidas a estos pozos lo único que van a generar es el aumento de los malos olores que se liberan y la incomodidad a las personas que hacen el mantenimiento a estos.

Figura 19: Acometidas Domiciliarias conectadas a pozos de inspección



- e. Durante la inspección al sistema se pudo ver en varias partes del sistema la constante improvisación, mala planificación y la falta de compromiso profesional, técnico y social de los constructores, supervisores de las obras que se realizan en beneficio de la comunidad como, la pavimentación de las vías las calles urbanas o la construcción y adecuación de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvia.

Uno de los problemas que se pudo evidenciar es el mal manejo que se hizo al cruce de la quebrada el colegio a la vía hacia la ESE (Centro de salud San Martín), en donde se hizo necesario la intervención de la sistema de alcantarillado y el curso principal del canal natural de drenaje de la cabecera municipal y cuyas soluciones al problema que esto traía no fueron las mejores, primero el paso de la quebrada se hizo en una tubería de 36", tubería que no es capaz de evacuar las aguas lluvias en eventos más intensos que se presentan en la cabecera municipal, por la gran acumulación de basura y sedimentos que allí se depositan, y para colmo se conectaron 2 pozos de inspección con una tubería en PVC obstruyendo el flujo de la quebrada poniendo en riesgo la tubería y creando embalsamiento en el caño, lo que está generando

colmatación de la tubería de 36", con ello disminuyendo su capacidad hidráulica.

Figura 20: Errores en el manejo de los canales naturales de drenaje y pasos de la tubería por los caños



Aguas arriba del paso del agua Quebrada El Colegio, vía La ESE.



Cruce de la tubería Quebrada El Colegio, vía La ESE aguas abajo.



Conexión de dos redes colectoras de aguas servidas dentro de un pozo de inspección del sistema de evacuación de las aguas lluvias.

Otro de estos errores constructivos se presenta en el sistema es, el cruce de la calles 7° con carrera 4° en donde se une conecta dos tramos colectores de aguas servidas dentro de un pozo de inspección del sistema de evacuación de las aguas

lluvias con una caja rectangular que obstruye el paso de las aguas lluvia y que ha generado la sedimentación de salidos dentro del tubo de evacuación de aguas lluvia, por donde también instalaron parte de la red colectora de aguas servidas.

Figura 21: Sedimentación de los colectores de las redes de evacuación de aguas lluvias.



- f. La cabecera municipal como se había mencionado anteriormente cuenta con un sistema de evacuación de las aguas lluvias abierto, es decir tramos de colectores independientes que poseen diferentes puntos de entrega, como es el caso de la red que se encuentra sobre las calles 8° y 7°, las cuales cuentan con la capacidad hidráulica suficiente para la evacuación de la escorrentía directa que llegan a sus sumideros, sin embargo algunos de colectores ubicados en estas calles, en especial aquellas vías urbanas sin pavimentar, se obstruyen y tapan fácilmente durante un fenómeno de lluvia, por la falta de limpieza, pues el arrastre de los sólidos por la escorrentía directa hace que se depositen en la rejillas de entrada, tapándola completamente,

obligando al agua a recorrer las vías de la cabecera municipal, hasta encontrarse con otro colector o depositar en las calles y carreras por las que viajan. Ver Figura 21.

Figura 22: Punto de descarga de las aguas lluvias



Punto de descarga de las aguas lluvias captadas en los sumideros de fondo ubicados en la carrera 3 al frente del parque central



Aliviadero colector de aguas lluvias urbanización Villa campestre

- g. Pese a que tiene algunas redes y sumideros construidos exclusivamente para la evacuación de las aguas lluvias de la cabecera municipal, todavía no se cuenta con las estructuras necesarias para hacer la entrega de estas aguas de manera segura a los canales naturales de drenaje, lamentablemente lo único que estamos ocasionado con esto es el deterioro de los taludes por donde el agua captada se ve obligada a pasar, generando erosión y socavación de los suelos. Ver Figura 22.
- h. Al inspeccionar todos los componentes del sistema de evacuación de las agua lluvias encontramos que en la mayoría de ellos hay falencias de tipo

constructivo, casos puntuales son los sumideros ubicados en la urbanización Villa campestre en donde estos están 10 cm por encima del nivel de la calle y el sumidero de salida a Florián en donde el curso de la escorrentía del agua durante una lluvia se embalsa en calles y deposita todos los sólidos allí convirtiendo la calle en un lodosa.

Figura 23: Errores constructivos en las estructuras de evacuación de las aguas lluvias.



- i. Al ver el comportamiento que tiene la escorrentía directa a través de las vías urbanas podemos apreciar la falta de sumidero para aguas lluvias en la carrera 3 junto a la Iglesia y la alcaldía, el cruce de la carrera 4 con calles 6 y la salida al río minero con el fin de evitar la incomodidad que generan las aguas lluvias a los transeúntes en estos sectores y el deterioro del capa de rodadura.

Figura 24: Puntos críticos que requieren la construcción de sumideros



Figura 25: Curso de la Quebrada El Colegio



- j. Al hacer el recorrido por el cauce del caño que sirve de canal natural de drenaje (Quebrada El Colegio) vemos que a esté le modificaron su curso natural lo que obligó al caudal se desviara por las cunetas de una vía urbana, continuando si recorrido por el lote adjunto al polideportivo en donde se formó una ciénaga, habitat ideal para la proliferación de mosquitos, para finalmente retornar a su cauce natural, lo que genera un problema ambiental y un problema geotécnico en este sitio logar destinado para la construcción de un cancha de futbol. Ver Figura 25.

Figura 26: Embalse aguas lluvias y aguas servidas sector la unión.



- k. El más grande problema que enfrenta la cabecera municipal es la evacuación y tratamiento de la aguas servidas y lluvias de la cabecera municipal en especial las que se reúnen o vierten en la quebrada El colegio ya que en el predio del señor Luis Parra detrás dela estación de servicio San Rafael, salida al Rio Minero, se está presentando el embalsamiento de estas aguas, ya que el canal de drenaje (una fisura o brecha en la roca) que naturalmente

evacuaba estas aguas se obstruyo por la acumulación de sedimentos y toda clase de basuras, lo que ha obligado al agua a buscar la salida por medio del suelo que las contienen y forman la represa, generando problemas de socavación de la estructura interna del suelo lo que ha generado hundimientos en un área mayor a 2 hectáreas afectando (dejando una familias sin hogar, poniendo en riesgo la vía que comunica el 80% de las veredas del municipio con la cabecera municipal),afectando los predios aguas abajo del punto del embalsamiento y a 39 familias de la vereda Saylan que tomaban el agua de un afloramiento de agua que se ha contaminado con las aguas provenientes del embalse. Ver Figura 26.

7.4 ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO ACTUAL.

La gran mayoría de la red del alcantarillado de la cabecera municipal está construida en tubería de gres de 6 y 8 pulgadas de diámetro. Revisando las reglamentaciones vigentes en materia de diseño, construcción y evaluación de los sistemas de evacuación de aguas servidas, podemos decir que la red colectora del sistema de alcantarillado, solo estaría en capacidad de transportar los caudales sanitarios.Sin embargo a partir de la investigación realizada en campo, la realidad que se observo es la siguiente:

Un gran número de las viviendas que conforman la cabecera municipal conducen parte de las aguas lluvias captadas en las cubiertas y patios hasta la vías urbanas o hasta los solares, por donde viajan hasta llegar a los sumideros para aguas lluvia o caños aledaños, la otra parte del aguas colectas por los inmuebles en patios y cubiertas son enviadas al sistema sanitario interno de la vivienda para luego conducir las hasta las redes colectora del sistema de alcantarillado. Esta realidad, nos lleva a pensar que el sistema existente está trabajando como un

alcantarillado semicombinado, siendo esta la condición más crítica para su evaluación.

7.4.1 Evaluación de conexiones erradas.

Para hacer un diagnóstico más acertado y cercano a la realidad, se realizó una investigación de campo en la cual se seleccionaron las manzanas representativas, se hallaron las áreas de patios y cubiertas que se conectan al sistema de alcantarillado existente, para luego compararlas con el área bruta de la manzana y el área construida y así poder determinar el porcentaje de área que está aportando aguas lluvias al sistema de alcantarillado sanitario. De esta investigación se puede afirmar que para las zonas más representativas de la urbanización actual que presenta el municipio, el área aportante promedio es del 17.67% del área bruta de la manzana, sin embargo para la zonas de influencia de las urbanizaciones Villa Campestre y San Fernando cuyas manzanas son las más desarrolladas y densamente construidas las áreas aportantes son del 10.41% y 27.55%. De igual forma para las áreas en proceso de consolidación y las áreas institucionales en donde predomina las zonas verdes inmuebles que generalmente no presentan un control interno de las aguas lluvias el aporte es del 5% y 3%.

Tabla 20: Porcentaje de áreas para el aporte de aguas lluvias al sistema de alcantarillado existente.

MANZANA	ÁREA BRUTA Ha	ÁREA CONSTRUIDA Ha		ÁREA APORTANTE Ha	
010	0.5544	0.2138	38.56%	0.0876	15.80%
014	0.4128	0.2462	59.63%	0.0862	20.88%
016	0.6654	0.2985	44.86%	0.1146	17.22%
TOTAL	1.6326	0.7584	46.45%	0.2884	17.67%
Urbanización Villa Campestre					
031	0.6916	0.4320	62.46%	0.0720	10.41%
Urbanización San Fernando					
U SF	1.4990	0.4130	27.55%	0.4130	27.55%
<i>La nomenclatura y área bruta de cada manzana se obtuvo del EOT, las áreas de construidas y aportante del trabajo realizado en campo.</i>					

Por otro lado con la realización del trabajo de campo y la entrevista con algunos residentes del sector La Florida, se pudo comprobar que en la, calle 6 entre la carrera 3 y la vía a Villa Hermosa (manzana No 003) la escorrentía directa captada en un área de 0.529 hectáreas, entra a la red colectora de este sector a través de las cubiertas y patios (conexiones erradas) o por medio de dos sumideros de fondo construidos en la vía, razones por las cuales los tramos (son tres) del alcantarillado de este sector serán evaluados como un alcantarillado combinado.

7.4.2 Evaluación de caudales pluviales

Los caudales generados durante las precipitaciones sobre el área urbana y semiurbana del municipio, se dividen en las que se conectan al sistema de alcantarillado existente a través de las conexiones erradas y las que se escurren a las vías que en la mayoría de casos se conectan al sistema de alcantarillado pluvial por medio de sumideros.

Para el cálculo de los caudales pluviales, lo primero que se hace es establecer las áreas afrentes de aporte o de drenaje a cada tramo, definida como un porcentaje del área aportante para conexiones erradas o por la topografía del terreno para evaluación del alcantarillado pluvial, el tipo de superficie sobre el cual viajara la escorrentía directa antes de llegar a los sumideros y las áreas tributaria de la parte alta del casco urbano.

Establecidas las áreas tributarias de cada sector, se aplicó el método racional, siguiendo lo analizado y mencionados en el capítulo 6, con el fin de determinar el caudal de evaluación y diseño del sistema tanto para las conexiones erradas en la evaluación del sistema de alcantarillado sanitario, como en el sistema de alcantarillado pluvial.

7.5 REVISIÓN DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL SISTEMA ACTUAL

La revisión del alcantarillado de la capacidad hidráulica, del alcantarillado existente se hizo en 2 fases; la primera consistió en la evaluación de las redes colectora del sistema de alcantarillado sanitario y la segunda en la en la evaluación del alcantarillado pluvial en las zonas donde existe, para cada una de estas fases se hizo lo siguiente:

Para la evaluación del sistema de alcantarillado sanitario, se consideró como caudal de diseño, el caudal de las aguas residuales más el caudal generado en cubiertas, patios y sumideros que son conectado a través de la red sanitaria del inmueble al sistema, dado que estas son las condiciones en las que se presenta el mayor caudal convirtiéndose en la condición más desfavorable para la capacidad del sistema. La forma de obtener estos caudales fue la siguiente:

- a. Conocer la, longitud, la pendiente, el diámetro, el material de la tubería y la densidad poblacional de cada uno de los tramos de la red colectora.
- b. Establecer las áreas tributarias; área de influencia de la red colectora, área construida, área aportante para el caudal pluvial (un porcentaje del área de influencia de la red colectora) y sus acumulados.
- c. A partir del área aportante para el caudal pluvial y de las curvas de IDF (Intensidad, duración y frecuencia), y la aplicación del método racional mencionado en el Capítulo 6 se obtuvo el caudal por conexiones erradas.
- d. Aplicar la metodología establecida en el Capítulo 5 para obtener el caudal de diseño.
- e. Conocido el caudal de diseño y las propiedades geométricas de la red, se puede hacer el cálculo la capacidad máxima de cada tramo, velocidad y energía que pierde durante el recorrido, y con esto poder determinar si el sistema está en capacidad de evacuar las aguas servidas y lluvias de la cabecera municipal o ya requiere algunos ajustes.

En la evaluación de las redes del alcantarillado pluviales se aplicó la siguiente metodología:

- Conocer la, longitud, la pendiente, el diámetro, el material de la tubería de cada uno de los tramos de la red colectora pluvial.
- Establecer los caudales pluviales mencionados anteriormente.
- A partir del área aferente y utilizando la metodología mencionada en el Capítulo 6, establecer los caudales pluviales de diseño.
- Evaluar la capacidad de la red, para poder determinar su estado.
- De acuerdo con los resultados del chequeo, los cuales son presentados en los Anexo B, se puede ver que el sistema está en capacidad de evacuar las aguas servidas, pero al tenerse en cuenta el caudal generado durante las precipitaciones que entra al sistema como caudal de conexiones erradas, comienza a presentarse problemas en aquellos tramos cuya pendiente es menor al 1% y donde se presenta la mayor concentración de caudales. Por otro lado se pudo comprobar que el sistema de alcantarillado pluvial existente está en capacidad de evacuar la escorrentía directa que se presenta en sus áreas tributarias. Ver Anexo B.

8. SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA ENCONTRADA EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Para definir una solución a la problemática encontrada en el sistema de alcantarillado, primero se analizó cual sería el lugar más adecuado para la instalación de la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR, con el fin de direccionar todos los caudales sanitarios hasta dicho sitio.

Por otro lado se pudo comprobar con el trabajo de campo y mediante la evaluación hidráulica del sistema, que las aguas servidas se están transportando por un alcantarillado semicombinado, razón por la cual se hace necesario prever los alivios y/o separaciones de caudal sanitario y pluvial, garantizando que por la red existente solo viajen caudales sanitarios y así poder prevenir el colapso (rebose de las aguas a través de algunos pozos) del sistema en los puntos críticos.

El manejo de las aguas lluvias es uno de los principales problemas que tiene la cabecera municipal, en el presente trabajo se plantea el diseño de un canal colector pluvial con el fin de canalizar las aguas que viajan a través de la quebrada el colegio, a donde lleguen los caudales captados por las redes pluviales existente y los caudales de alivios que se presenten en algunos tramos del sistema sanitario. A continuación se hace la presentación del procedimiento de la solución al sistema.

8.1 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

La administración municipal previo este trabajo, contrato con la Universidad Industrial de Santander, “EL INVENTARIO Y DIAGNÓSTICO DEL PLAN DE MANEJO INTEGRAL PARA LA DESCONTAMINACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA Y DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DE LA CABECERA MUNICIPAL DE LA BELLEZA SANTANDER”, en donde se estableció, el tipo de tratamiento que se debía hacer a las aguas servidas. De acuerdo con la información encontrada en este documento la planta deberá ser de tipo convencional, con un sistema de tratamiento: preliminar (aliviadero de excesos, cribado y desarenador), primario y secundario (UASB-Upflowanaerobicssludgeblanke - y filtro aeróbico de alta taza) y terciario (secado de lodos), cuya ubicación será al sur del casco urbano vereda Saylan mínimo a 500 metros del casco urbano y a 30 metros del cuerpo receptor.

8.2 ALTERNATIVA DE DISEÑO PARA SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

La cabecera municipal de La Belleza en la actualidad cuenta con un alcantarillado sanitario, al cual se le han conectado las aguas lluvias de algunas cubiertas y patios, caudales que no pueden ser transportados por las redes. Además el vertimiento de las aguas servidas y lluvias se está haciendo dentro del perímetro urbano a caños cuyos caudales en la época seca no superan los 5 L/s. Razones suficientes por las que se hace necesario adecuar, construir y reemplazar algunas de las redes colectoras, para garantizar que la totalidad de las aguas servidas sean tratadas antes de verterse al cuerpo de agua receptor.

Con el fin de plantear una alternativa para el manejo de las aguas servidas y lluvias viable desde el punto económico, técnico y constructivo, se tuvo en cuenta

lo siguiente; la topografía, la capacidad hidráulica de las redes existentes, la ruta más corta del emisario final y las zonas de expansión de la cabecera municipal. Por otro lado, conociendo los puntos críticos del sistema existente, se prevé proponer estructuras de alivio y/o separación de caudales, garantizando que los caudales sanitarios lleguen hasta la PTAR.

Para dar solución a la problemática ocasionada con el manejo de las aguas servidas y la baja capacidad hidráulica del sistema existente se analizaron las siguientes alternativas; reposición de tuberías existentes, pozos de alivio, proyección de colectores y estructuras de separación, las cuales se describen a continuación:

8.2.1 Reposición de tuberías existentes

La reposición de las tuberías existentes es aplicable en donde se dificulte la construcción de una red paralela, el inconveniente que presenta es la necesidad de reponer las acometidas domiciliarias, en el presente trabajo se sugiere cambiar la red colectora de los siguientes tramos:

Del pozo P(C4-K4) al pozo P(C3-4-K5) y del P(C4-K4) al pozo P(C5-K5) sector la unión carrera 4, la razón por la cual se hace esta sugerencia, es la baja capacidad hidráulica de estos tramos (diám de 6"), para evacuar los caudales sanitarios y pluviales que entran al sistema. Por otro lado en este sector el 65% de los usuarios que pueden ser beneficiados por el sistema, no se encuentran conectados a éste, vertiendo las aguas servidas a las laderas y caños vecinos o a las redes de otras vías, a través de las casa o de los lotes de sus vecinos, lo que genera servidumbres y problemas sociales y ambientales. Lo que se busca con el remplazo de estos colectores y sus acometidas domiciliarias, es obligar al usuario a conectarse y a exigirle la clausura de los vertimientos puntuales que tengan.

Otro tramo del sistema de alcantarillado que se debe reemplazar es el tramo comprendido entre el pozo P(C6-K4) hasta el pozo P(C5-K3), la razón por la cual se hace esta sugerencia es debido a las pendientes en este sector (frente al parque principal) las cuales son menores al 0.75% disminuyendo notablemente la capacidad hidráulica del sistema, además se presenta una sedimentación excesiva, obligando a la empresa prestadora del servicio a estar constantemente sondeando estos tramos de la red.

En el plano 2 de 2 y en el Anexo C de se pueden consultar los detalles.

8.2.2 Pozos de alivio

La alternativa más económica y funcional de las estructuras de separación de caudales sanitarios y pluviales; para la solución de los problemas generados por los excesos de agua lluvia en las redes de alcantarillados existentes, la idea es instalar una tubería de alivio por encima de las tuberías de los pozos de inspección existentes, para evacuar los caudales excedentes de la capacidad de la tubería aguas abajo, hacia un colector de alivio, adicionalmente, el sistema de alivio no profundiza las tuberías de alivio favoreciendo al colector receptor, en caso de presentarse dificultades con los niveles de entrega.

El principio de diseño de los pozos de alivio, se basa en ajustar la diferencia entre la HW (altura de la lámina de agua) de la tubería de alivio y la tubería existente de salida, de tal forma que la diferencia de salida sea como mínimo la mitad del diámetro de salida de la tubería existente. Cuando el caudal de alivio es muy alto con respecto al caudal a evacuar la diferencia del HW son igualmente altos, por lo tanto en estos casos la altura de salida se debe establecer con base a la altura de la lámina de agua de la tubería existente cuyo valor deberá estar entre $\frac{3}{4} \phi_s$ y ϕ_s del diámetro de salida.

Dado el alto costo de la tubería y su renovación, se proyectaron los pozos de alivio Pa(C6-K3) y el Pa(QC-16), para disminuir el caudal sanitario que se manejará aguas debajo de estos, la ubicación de estas estructuras se podrá ver en el plano 2 de 2 Anexo D.

8.2.3 Adecuación del sistema actual

Después de haber hecho inspección de los pozos que componen la red de colectores de las aguas servidas, saber cuál es el recorrido que ella tiene y de saber cuál es la capacidad hidráulica de cada uno de los componentes de la red, se puede afirmar, que con la realización de algunas modificaciones a la red y pozos de inspección se lograría que las aguas servidas tomen otras rutas a través de los colectores existentes, conduciéndolas de la parte alta de la cabecera municipal a un sector donde sea más fácil y económico la construcción de un colector con la capacidad hidráulica para llevar los caudales sanitarios y los caudales pluviales que ingresan al sistema por los patios y cubiertas hasta un emisario final y posteriormente a la PTAR, con lo que se evitaría la reposición de tuberías y la construcción de pozos de alivio aprovechando los componentes preexistentes en el sistema.

Con las adecuaciones al sistema, se busca hacer llegar los caudales que se generan en los siguientes sectores; sector vía a Jesús María y sector Villa Campestre, carrera cuarta Vía al colegio (sector Las Palmeras) hasta el pozo P(C8-K4) y de este conducir los caudales captados hasta el pozo P(C8-K5) y luego al pozo P(C7-K5), en otro sector en donde se sugiere hacer esta adecuación es el sector Los Alpes para permitir que las aguas servidas lleguen hasta el pozo P(C7-K5), para seguir su viaje por la carrera 5 hasta el emisario final.

Otro sector que se debe intervenir es el sector vía a Florián en donde se debe instalar una red colectora nueva aprovechando los pozos existente, para llevar las

aguas servidas generadas en el sector La Florida, El centro y La Primavera del pozo P(C5-4-K3)1 hasta el pozo P(C4-Vía a F) y de esta manera continuar su recorrido por la vía a Florián hasta el emisario final.

Algunos de los tramos con mejor alineamiento técnico en el sistema de alcantarillado actual son la red sanitaria paralela a la quebrada El Colegio y la ubicada sobre la calle 6 vía a la ESE San Martín, sin embargo su capacidad hidráulica fue afectada por la improvisación durante la pavimentación de estas calles, ya que conectaron dos pozos con una tubería de diámetro menor a la tubería de llegada, dejándola expuesta a las condiciones del ambiente y en riesgo al obstruir un canal de drenaje. Por esta razón se sugiere unir los pozos P(C6-QC)1 y P(C6-QC)2 y cambiar o instalar la tubería de la red colectora desde el pozo P(C6-QC)2 hasta el pozo P(QC-13) en tubo PVC estructural de 14", con lo que se garantiza la disminución de la vulnerabilidad del sistema de evacuación de las aguas servidas, teniéndose la capacidad hidráulica necesaria para garantizar el flujo del caudal sanitario y pluvial de los sectores antes mencionados.

Los detalles de estas adecuaciones se presentan en la hoja de cálculo de diseño hidráulico realizada y en el plano "Alternativa de diseño del sistema de alcantarillado de la cabecera municipal". Anexo D plano 2 de 2.

8.2.4 Colectores proyectados para el alcantarillado sanitario.

A continuación se presentan las principales obras que deberían ejecutarse para garantizar la existencia de un sistema de alcantarillado eficiente en la cabecera municipal, que evacue las aguas servidas producto de las actividades diarias y la conduzca a la planta de tratamiento, descontaminando los canales naturales de drenaje del casco urbano, garantizando un entorno más saludable. En los Anexos C se presenta la evaluación hidráulica de los colectores proyectados y en el Anexo

D Plano 2 de 2., los detalles de cada alternativa propuesta como solución al manejo de las aguas servidas de la cabecera municipal de La Belleza.

Colector Sanitario Carrera 5 de la calles 9 y 5: Con la construcción de este colector lo que se busca es llevar las aguas de Villa Campestre, Las Palmera y Los Alpes por la carrera 5, con el fin de disminuir el caudal que tendría que pasar por la red colectora ubicada por la carrera 3 y llega al vertimiento potrero, además esta vía aún no ha sido pavimentada, lo que haría económica su construcción.

Este colector tendría su inicio en el pozo P(C9-K4) y terminaría en el pozo P(QC-13), este colector tendrá una longitud aproximada de 485 metros y sus diámetros de construcción serán de 8, 12 y 16 pulgadas en tubería PVC estructural.

Colector Sanitario Quebrada El colegio sector La Unión: Como se había mencionado con anterioridad es de suma importancia la adecuación de los colectores que recogen las aguas servidas del sector el colegio y la urbanización San Fernando en el sector El Chico (de P(C6-QC)1 hasta P(QC-13)), y la construcción del colector de la carrera 5; ya que este tramo tiene como función unir estos caudales y los generados en la carrera 4 sector la unión, llevándolos desde el pozo P(QC-13) hasta el pozo Pa(QC-16). Este tramo tendrá una longitud de 190 metros aproximadamente en tubería PVC estructural de 20 pulgadas, con una pendiente del 1% y su función será la de evacuar las aguas servidas y lluvias de patios y cubiertas del 68% de los habitantes del casco urbano.

Una característica de este tramo es la existencia de un pozo de alivio P(QC-16), con el que se busca entregar el caudal en exceso que se transporta a la quebrada El Colegio, para solo entregar al Emisario Sanitario 1 un caudal sanitario, con ello se reducirán los costos de construcción de la alternativa.

Colector sanitario carrera 4 salida al río Minero: Debido a la ausencia de un sistema de recolección de aguas servidas en este sector, se hace necesario instalar una red colectora que vaya desde el pozo P(C3-4-K5) hasta el pozo P(Vía al RM)3, en tubería PVC estructural de 8” con una longitud de 121 metros aproximadamente, y por donde se conducirán las aguas servidas captadas desde la carrera 4 con calle4 hasta el cruce de la vía al Río Minero con la vía a la vereda Saylan, las cuales serán conectadas a un emisario final del pozo P(Vía al RM)3 hasta el pozo P(87 E1)vía a Saylan, la construcción de esta red permitirá que los habitantes de este sector, se conecten y eviten la contaminación de las aguas subterráneas que se vienen generando, al dejar de arrojar las aguas servidas a los sumideros naturales existentes y potreros aledaños a esta parte del casco urbano, mejorando sus condiciones ambientales.

Colector sanitario Vía a Florián: Lo que se busca con la instalación de dos tramos en el sector la unión junto a la plaza de ferias, es garantizar el libre recorrido de las aguas servidas que se son generadas por los usuarios presentes sobre la carrera 3 desde la calle 8, el sector La Florida hasta el cruce de la vía a Florián con la calle 4 y las captada en la carrera 2 entre calles 4 y 3 y de forma segura entregarlas a un emisario final. Los tramos mencionados son los siguientes; de P(C4-Vía a F) a P(C3-Vía a F) y de P(C3-K2) a P(C3-Vía a F), los detalles se encuentran en el Anexo D Plano 2 de 2 (alternativa de diseño). Anexo D.

8.2.5 Emisarios sanitarios finales

Después de haber planteado una alternativa para la conducción de las aguas servidas del municipio hasta las afueras del casco urbano y dada la topografía de la cabecera municipal se hace inviable la construcción de un solo emisario sanitario final, razón por la cual se hace necesario proyectar tres tramos; el primero encargado de trasportar las aguas servidas desde el pozo Pa(QC-16)

hasta un pozo de inspección P(Planta 1) cercano a la PTAR, el segundo es el encargado de conducir las aguas que se generan en la carrera 3 entre calles 4 y 3 y las producidas en el matadero, cuyo inicio se da en el pozo P(MATADERO 2) para terminar en la vía a Saylan pozo P(89 E1), y el tercer emisario final, es el más largo y tiene que construirse por la vía a Florián y por los potreros de la vereda Saylan pasando por la parte alta de la planta de compostaje para conectarse con el primer emisario final en la vía a Saylan y luego llegar hasta el pozo P(Planta 1) cercano a la PTAR. Los detalles se encuentran en los Anexos C y D.

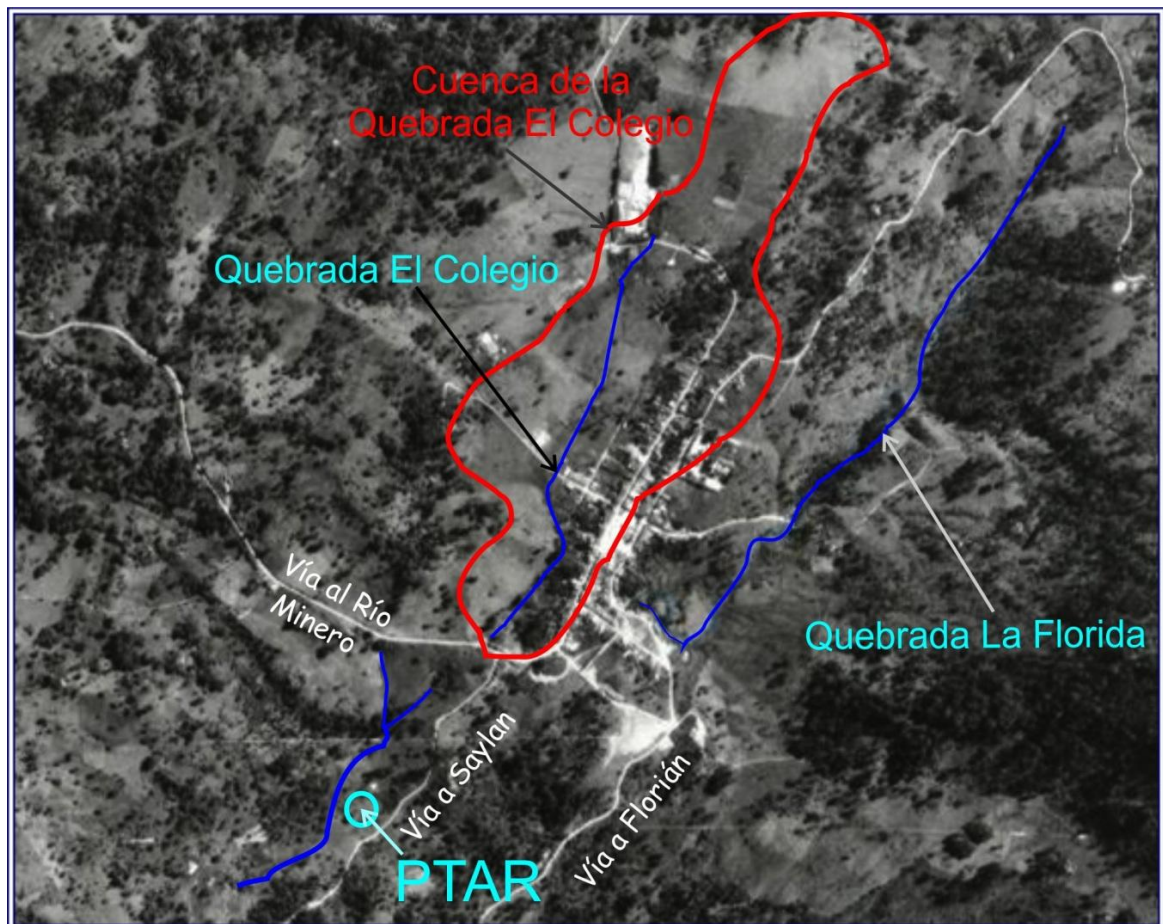
8.2.6 Estructuras de separación

Durante la temporada de lluvias se generan caudales de exceso los cuales viajan a través del sistema colector de aguas servidas, sin embargo en algunos puntos del sistema se sugiere la construcción de pozos de aliviopara los caudales pluviales, sin embargo se tendrían caudales muy altos, para los cuales el tratamiento no sería económicamente viable, razón por la cual se deberá construir una estructura de separación, que garantice solo la entrada a la planta de tratamiento del caudal que se considera sanitario, el cual se determinara mediante el análisis y el monitoreo de los vertimientos del casco urbano del municipio y que no debería ser menor a 20L/s debido a la dificultad constructiva de las cañuelas en la estructura de separaciónpara caudales menores. La estructura más utilizada y sugerida para tal fin es un aliviadero lateral cuya punto de ubicación será entre el pozo P(Planta 1) y la entrada a la planta, como se indica en el plano Alternativa al diseño del sistema de alcantarillado de la cabecera municipal. Anexo D.

8.3 ALTERNATIVA DE DISEÑO PARA SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL Y EVACUACIÓN DE LAS AGUAS LLUVIAS DEL CASCO URBANO

Durante la evaluación del sistema de alcantarillado pluvial se pudo ver que este solo estaba compuesto por unas redes colectoras con la capacidad hidráulica para evacuar los caudales generados de sus área aferentes, sin embargo aún no se tiene una cobertura en todas las áreas donde la escorrentía directa causa malestar e inconvenientes a los habitantes de la cabecera municipal, razón por la cual se sugiere la construcción de las redes de colectores que se mencionaran a continuación y la canalización de la quebrada El Colegio.

Figura 27: Cuenca hidrográfica de la quebrada el colegio.



Fuente:Fotografía aérea La Belleza 1990 IGAC y El autor.

Durante el trabajo de campo se comprobó que el principal canal natural de drenaje del casco urbano es la quebrada El Colegio, cause por el cual viajan las agua captadas en un área mayor a 31 hectáreas pertenecientes al perímetro urbano y áreas de expansión del casco urbano y 8 hectáreas que aportan aguas arriba de la laguna del colegio Don Bosco Sede A, caudales que al unirse generan un embalsamiento en el sector la unión detrás de la estación de servicio San Rafael, volumen de agua que se infiltra a través del suelo ocasionando graves problemas geotécnicos en la salida hacia el Río Minero y fincas aledañas, como solución a estaproblemáticase plantea la canalización de esta quebrada en tubería desde la vía al colegio hasta la calle 6 vía a la ESE y con una sección prismática desde la calle 6 hasta la estrada al sumidero natural que tenía la quebrada para finalizar con construcción de un túnel de 70 metros que permita la evacuación de los caudales pluviales generados en la cuenca, restableciendo el curso natural de esta quebrada y permitiendo el paso del emisario que transportara las aguas servidas del 68% de los .habitantes de la cabecera municipal.

8.3.1 Colectores proyectados para el alcantarillado pluvial.

Para dar solución a los problemas que tiene la cabecera municipal con el manejo de las escorrentías directas, se planteó lo siguiente:

Primero la construcción de una redsobre la calle 9 entre carreras 4 y la quebrada El Colegio desde el pozo P(C9-K4)ALL hasta su punto de descarga, red que tendrá una longitud de 180 metros en concreto o PVC de 16 y 24 pulgadas, además deberá contarcon 6 sumideros de fondo con lo que se garantice la entrada del caudal pluvial de su área aferente a la red.

Segundola construcción de una red que capte el caudal pluvial que se genera en el sector el colegio hasta el cruce con la calle 12 vía a Berlín,red que deberá drenar un área mayor a las 23 hectáreas y que además canalizara la quebrada el

colegio entre el pozo P(C12-Via a DB)ALL y el pozo SF(C6-QC)1ALL canal por el cual se debe transportar las aguas captadas por las redes construidas y proyectadas de las calles 9, 8 y 7, para luego entregar este caudal a un canal de sección prismática y así garantizar la continuidad en su recorrido.

Y tercero la implementación de una red pluvial en tubería PVC estructural de 14" y 16" desde el P(C6-Via a VH)2ALL hasta el pozo P(C5-K3)ALL y luego hasta llegar al punto de vertimiento Potreros, para aliviar los problemas causados por las aguas lluvias que son captadas por el sistema de alcantarillado sanitario de los inmuebles de un área mayor a 0.52 hectáreas, caudales que hacen colapsar las redes colectoras de las aguas servidas al sobrepasar su capacidad hidráulica en este sector, además se evitara la erosión que se está causando a los taludes de los sectores la Florida y El Centro por el vertimiento de las aguas lluvias de los sumideros ubicados sobre la carrera 3 al frente del parque central. Por otro lado la construcción de esta red le permitirá al municipio construir dos sumideros de fondo sobre la carrera 3 junto al palacio municipal, y así evitar el molesto encharcamiento y sedimentación de arena y lodo que se presenta durante los periodos lluviosos en esta esquina.

8.3.2 Canalización de la quebrada El Colegio

Sabiendo la importancia que tiene esta quebrada, al ser el canal natural de drenaje del casco urbano de la cabecera municipal de La Belleza al encontrarse sobre la zona de expansión urbana, sobre la cual pasan vías vehiculares y ser la causante de uno de los problema más grandes que tiene el municipio, se plantea como alternativa de solución la construcción de un canal trapezoidal con longitud de 350 metro. Entre el K0+000 y K0+350 cuya sección tendrá una base de 1.40 metros, dos paredes inclinadas con una relación 0.25:1 y una altura de 1.20 metros, el cual tendrá una pendiente del 0.75% con tres escalones de 40 centímetros cada 100 metros con lo que se garantizara el regiménté flujo uniforme,

y un canal de sesión en forma de arco a través de 70 metros de roca desde K0+350 hasta K0+420 con la misma pendiente del canal trapezoidal, cuya base debe ser de 1 metro, altura de 2.05 metro y su arco con un radio de 0.50 metros, para restablecer el flujo natural de esta quebrada y permitir la evacuación los caudales pluviales en las épocas de invierno, con el objetivo de evitar el embalsamiento que está generando problemas geológicos y ambientales a la cabecera municipal de La Belleza.

El caudal con el que se diseñó el canal corresponde al caudal obtenido utilizando la metodología establecida en el Capítulo 6, teniendo como área aportante la totalidad de la cuenca para un periodo de retorno de 2 años, sin embargo viendo la importancia de evitar el embalse de las aguas lluvias el periodo de retorno con el que se diseñó la obra especial (túnel) fue de 5 años con el fin de disminuir el grado de vulnerabilidad del sistema. Los caudales que se obtuvieron para el diseño, se presentan en el anexo G

CONCLUSIONES

El sistema de alcantarillado de la cabecera municipal de La Belleza, construida durante los años 80 están en capacidad de evacuar las aguas servidas generadas por las actividades diarias, sin embargo no están en capacidad de evacuar la totalidad de la aguas lluvias que se capta en patios y cubiertas que entran al sistema a través de las redes sanitarias de los inmuebles y que año a año va en aumento debido a la construcción de nuevas edificaciones y la ampliación de las áreas impermeables en los inmuebles dentro del área urbana.

La poca importancia que se da al manejo de las aguas servidas, ya que aún no se tiene una cobertura en la totalidad de los inmuebles del municipio, acostumbrándose a la presencia de vertimientos puntuales de aguas servidas dentro del casco urbanos, lo que genera malos olores, y proliferación de vectores, que trasportan a las viviendas bacterias patógenas, que podrían desencadenar una epidemia.

La entidad responsable del suministro de agua potable, alcantarillado y aseo de la cabecera municipal “ADMINISTRACION PUBLICA COOPERATIVA ACUEDUCTO, ASEO Y ALCANTARILLADO DE LA BELLEZA”, aun no es consciente de la importancia de la buena administración de la redes del sistema de alcantarillado y de la creación de planes de contingencia y mejoramiento del servicio, con los que se logre: primero reducir el consumo de agua en la cabecera municipal con el fin de reducir los aportes domésticos, comerciales e industriales y segundo concientizar, incentivar y exigir a los suscriptores del alcantarillado a reducir el aporte generado por las conexiones erradas, es decir buscar que las aguas lluvias captadas en la cubierta y los patios sean llevadas aún sistema de

evacuación de aguas lluvias, medidas que mediano y largo plazo disminuirán los costos del manejo y tratamiento de las aguas residuales.

Pese a la existencia de un EOT, de un plan maestro de acueducto y alcantarillado, que están desactualizado y un Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), que las administraciones no han comenzado a aplicar los lineamientos técnicos de dichos documentos, para la expansión urbana y el manejo de los vertimientos, además se ha permitido la construcción en áreas en donde aún no existen redes de alcantarillado, permitiendo la construcción de letrinas o el vertimiento de las aguas negras a los potreros y sumideros naturales, lo que genera focos de vectores infectocontagiosos, convirtiéndose esta acción en un problema de salud pública que afecta a toda la comunidad residente en el casco urbano y zonas aledañas.

Debido a la falta de una política que a corto, mediano y largo plazo con la que se busque una solución al problema existente en materia de saneamiento básico; que involucre a la administración, la empresa prestadora del servicio, y la comunidad, dicha política deberá concebir programas y proyectos con los que se puedan buscar recursos en el ministerio de Ambiente y Desarrollo, en el Departamento Nacional de Planeación, la Gobernación de Santander con los que se busque trascender del papel, diagnóstico, y diseño a los hechos, construcción y puesta en funcionamiento.

La escasa educación a la población de La Belleza en especial a niños y jóvenes, a los que no se les ha instruido sobre el uso eficiente del agua, como medida para la reducción del caudal de aguas negras que se generan en la cabecera municipal, a la comunidad en general en especial a los maestros y oficiales sobre el porqué no se deben conectar las bajantes de cubiertas y los sifones de los patios al sistema sanitario del inmueble, en aquellas zonas de la cabecera municipal donde existen redes para la evacuación de aguas lluvias, acciones que disminuirían

notablemente el costo de construcción y mantenimiento del alcantarillado y de la puesta en funcionamiento de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Medidas que reducirían significativamente el impacto ambiental que se causa causando a ambiente.

Con la realización de este proyecto se plantean algunas preguntas; ¿La escasa importancia que le damos al manejo de las aguas residuales, desde su origen, captación, transporte y tratamiento solo es una problemática de este municipio, o se da en la mayoría de municipios del país?, en el ámbito local, si el casco urbano de La Belleza Santander, presenta estos problemas con el manejo de las aguas servidas y no ha actualizado en 10 años su plan maestro de alcantarillado, en qué estado se encontrarán algunos centros poblados como La Quitaz, El Rubí y Los Valles en donde la inversión en saneamiento básico es menor, ¿En qué estado se encuentra su alcantarillado?, ¿Cuál es su cubrimiento, si existe?, ¿Se tiene un plan maestro de alcantarillado o los alineamientos técnicos para su construcción?, ¿Cuál es el destino de los recursos que llegan al municipio por saneamiento básico, todos los gastamos en construcción y repotenciación de acueductos o dejamos una parte para la evacuación y tratamiento de las aguas servidas, pues al hacerse el suministro de agua a una familia surge la necesidad de evacuar y tratar las aguas servidas o dejamos que esta familia contamine un cuerpo de agua, caño quebrada, laguna o cuerpos de agua subterránea, sin preocuparnos por ello?.

RECOMENDACIONES

La estrategia para empezar a dar solución a la problemática encontrada en el sistema de alcantarillado de la cabecera municipal es la siguiente:

Recomendaciones a corto plazo (0 a 3 años):

Por parte de la Entidad prestadora del servicio:

El mantenimiento constante de las redes, pozos de inspección y limpiezas de las rejillas que componen las redes del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, en especial antes y durante la temporada de lluvias. Lo recomendado es 1 vez cada seis meses, para los pozos de inspección y tramos de colectores (red sanitaria) y 1 vez cada mes en las rejillas de los sumideros de aguas lluvias.

Aplicar el estudio tarifario y bajar el consumo máximo mensual permitido por suscriptor de 30 m³ al mes pasar 20 m³, lo que obligaría a la comunidad a hacer un uso más eficientemente el agua, que además de reducir el caudal sanitario en las redes y puntos descargas sobre los cuerpos receptores, disminuiría notablemente el costo de tratamiento para agua que se provee a la cabecera municipal.

Estructurar un plan de mejoramiento para la prestación del servicio de alcantarillado, que tenga como meta disminuir los caudales sanitarios haciendo más eficiente la utilización del suministro de agua potable, reduciendo las conexiones erradas, y buscando la cobertura del 100% en la cabecera municipal.

Firmar convenios con la administración municipal para la puesta en marcha de los planes de mejoramiento de los sistemas de alcantarillado y acueducto con el fin de tener un mejor servicio, y no transmitir al usuario el costo de esta actividad, actividad exigida por la superintendencia de servicios públicos.

Realizar monitoreo a los puntos de vertimiento, para conocer los caudales, las características químicas y biológicas de las aguas vertidas, con una periodicidad de al menos 2 veces al año, con el objeto de contar con la información más precisa para determinar los parámetros de diseño de la PTAR.

Por parte de la administración:

Buscar viabilizar por parte de la CAS (Corporación Autónoma de Santander), el sitio donde se deberá construir la PTAR, para la adquisición del predio, con el objeto de saber al detalle cual será la ruta que deberán tener los emisarios finales.

Realizar los estudios geotécnicos, con los que se pueda determinar el costo de la construcción del túnel o la implementación de otra alternativa (estación de bombeo o desvío), para evacuación de las aguas lluvias y servidas que se están embalsando en el sector La Unión sobre la Quebrada El Colegio

Hacer una actualización del plan maestro de alcantarillado, con base en la información contenida en este documento.

La elaboración de un proyecto que esté formulado por fases para la aplicación del plan maestro de alcantarillado, en donde se establezcan los presupuestos, con los que se puedan buscar recursos en las entidades departamentales, nacionales e internacionales por parte de las administraciones y así poder contar rápidamente con un sistema de alcantarillado eficiente.

Que la administración municipal, alcalde (sa) y concejo, creen una política a largo plazo para empezar a dar solución a la problemática que vive el municipio en materia de saneamiento básico, donde se establezca como prioridad la reducción del consumo del agua potable en la cabecera municipal, la conducción y el tratamiento de las aguas residuales, tanto en la cabecera municipal como en las viviendas rurales, con el objetivo de poder contar con un ambiente saludable, en donde intervengan todos la comunidad, la empresa prestadora de servicios y la administración pública.

Por parte de la Secretaria de Planeación Municipal, Secretaria de Gobierno y la Empresa Prestadora del Servicio, solicitar la licencia de construcción y ser muy exigente en el manejo y evacuación de las aguas lluvias y servidas de los inmuebles, claro está, que esto se deberá hacer a la par de la educación y asistencia técnica a los maestros y oficiales de construcción en la importancia de la aplicación de la NTC 1500 CÓDIGO COLOMBIANO DE FONTANERÍA y el poder contar con un inventario sobre las redes, su ubicación y profundidad a la que se encuentra en cada una de las calles del municipio.

Recomendaciones a mediano plazo (3 a 8 años):

La educación de los habitantes del municipio sobre la importancia de hacer un uso racional del agua, como una medida para la reducción de los caudales sanitarios, lo que haría más económico su tratamiento, esta tarea a pesar de ser ardua y de constante aplicación, debe implementarse en los planteles educativos con los niños y jóvenes, pues educar un niño hoy es tener mejor hombre mañana.

Construcción del colector pluvial en el sector La Florida y carrera 3 frente al parque principal, la conexión de los sumideros que están conectados al sistema de alcantarillado sanitario o transportan las aguas detrás de los inmuebles sobre el talud de este sector, como medida primordial para la mitigación de los efectos que

están causando las aguas lluvias en el barrio La Florida, además de buscar la reducción de los aportes por las conexiones errada al sistema de alcantarillado en la carrera 3 entre calles 8 y 5, para disminuir el caudal sanitario que deberá ser tratado en la PTAR.

La necesidad de construir una obra especial (túnel en forma de arco) o otra alternativa (desvío o estación de bombeo) para la canalización del embalse que se presenta en el sector la unión detrás de la estación de servicio San Rafael como solución al problema geotécnico que están causando las aguas lluvias y servidas en esta parte del casco urbano, y que además servirá para cruzar las redes sanitarias y poder llevar las aguas negras hasta el lugar donde será construida la PTAR.

Comenzar la reposición e instalación de las tuberías, para adecuar el sistema de alcantarillado, minimizando el grado de vulnerabilidad actual, a causa de la existencia de tramos de colectores en la red cuya capacidad hidráulica es insuficiente para evacuar los caudales pluviales que entran al sistema durante las fuertes precipitaciones, que hacen colapsar el sistema, en especial los ubicados junto al parque central del P(C6-K4) al P(C6-K3) y del P(C6-K3) al P(C5-K3).

La construcción de los colectores sanitarios de la carrera 5 (calle 9 hasta la calle 5) y de la quebrada El Colegio (desde la vía la ESE calle 6 hasta la entrada de la obra especial (túnel) del pozo P(Cd6-QC)2 hasta el pozo de alivio Pa(QC-16), redes por las que se pretenden evacuar más de 68% de las aguas servidas del municipio y que se unirá a un emisario final, lo que garantizara la llegada de estos caudales a la PTAR.

Dar cobertura con el sistema de alcantarillado sanitario, al 100% de los usuarios que tiene el servicio de agua potable en especial la salida al Río Minero, la vía a

Florián, construcción el colector sanitario desde el pozo P(C4-K4) hasta el pozo P(87-E1) ubicado sobre la vía a la vereda Saylan.

Recomendaciones a largo plazo (8 a 12 años):

Construcción de la PTAR y los emisarios finales, para eliminar definitivamente, los vertimientos dentro del casco urbano de la cabecera municipal y garantizar el tratamiento de las aguas servidas generada por los habitantes del casco urbano.

Construcción del colector pluvial sobre la calle 9 desde la carrera 4 hasta la quebrada El colegio.

Canalización de la quebrada El colegio desde su origen en la laguna del colegio Don Bosco Sede A, hasta la entrada del túnel y posterior entrega a su cauce natural, con lo que se lograra el drenaje controlado y eficiente de la esorrentía directa que se produzca dentro del casco urbano y el resto de la cuenca natural de esta quebrada.

Recomendaciones a futuro plazo (a más 12 años):

Velar por el correcto manejo de los componentes del sistema de alcantarillado, su mantenimiento preventivo, la expansión de las redes de manera técnica, siguiendo el plan maestro de alcantarillado y reglamentaciones vigentes.

BIBLIOGRAFÍA

ALCALDÍA MUNICIPAL DE LA BELLEZA SANTANDER, SECRETARIA DE PLANEACIÓN MUNICIPAL. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV, 2006. 92p.

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, DIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE. Resolución 1096/2000 de noviembre de 2000. Por la cual se adopta el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000). TÍTULOS A, B Y D.

TERENCE J McGHEE. Abastecimiento de agua y alcantarillado Ingeniería Ambiental. Traducido por Agudelo Quigua Daniel Antonio. 4 ed. Bogotá D.C.: McGraw-Hill, 1999. 602p.

UNDA OPAZO Francisco. Ingeniería Sanitaria Aplicada A Saneamiento Y Salud Pública. 1 ed. México D.F: Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana, 1969. 435p.

VEN TE CHOW, MAIDMENT David R, MAYS Larry W. Hidrología Aplicada. Traducido por SALDARRIAGA Juan G. 1 ed. Bogotá D.C.: McGraw-Hill, 2000. 584p.

VEN TE CHOW. Hidráulica De Canales Abiertos. Traducido por SALDARRIAGA Juan G, 1 ed. Bogotá D.C.: McGraw-Hill, 2004. 667p.

ANEXOS

Los anexos se presentan en el archivo y un CD ajunto a este documento, por su tamaño.