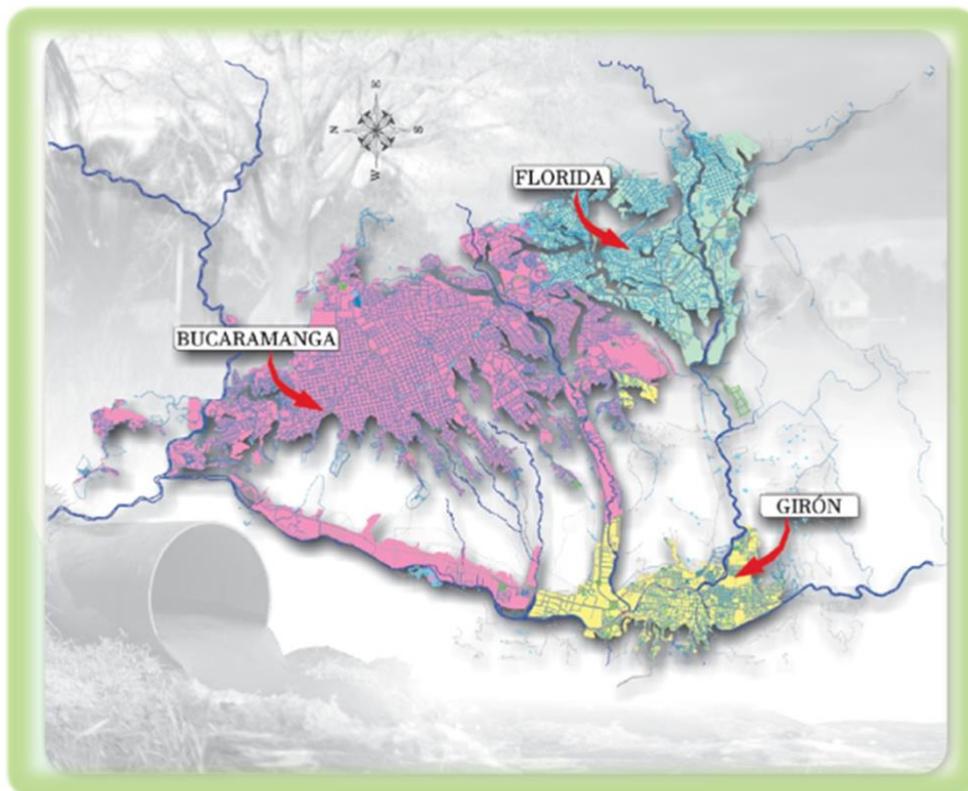


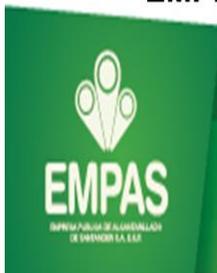
# ACTUALIZACIÓN Y AJUSTE AL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS – PSMV DE LOS MUNICIPIOS DE BUCARAMANGA, FLORIDABLANCA Y GIRÓN

2019 - 2028



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER

EMPAS S.A. ESP



## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>20</b>
<b>1. GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO</b> .....	<b>22</b>
1.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA .....	22
1.2. CLASIFICACIÓN DEL SUELO .....	23
1.2.1. Clasificación del suelo del Municipio de Bucaramanga .....	23
1.2.2. Uso del suelo urbano en el Municipio de Floridablanca .....	25
1.2.3. Uso Recomendado del suelo del Municipio de Floridablanca .....	26
1.2.4. Clasificación del suelo en Girón .....	27
1.2.5. Áreas de Expansión Urbana de Girón .....	28
1.3. PERÍMETRO SANITARIO Y COBERTURA DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO .....	29
1.3.1. Perímetro sanitario de Bucaramanga .....	30
1.3.2. Perímetro sanitario de Floridablanca .....	31
1.3.3. Perímetro sanitario de Girón .....	32
1.4. CORRIENTES HÍDRICAS EN LA ZONA DE ESTUDIO .....	32
1.4.1. Río de Oro .....	33
1.4.2. Río Frío .....	33
1.4.3. Quebrada La Iglesia .....	34
1.4.4. Río Suratá .....	34
<b>2. ANTECEDENTES</b> .....	<b>36</b>
2.1. ANTECEDENTES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO .....	36
2.2. ANÁLISIS DEL PSMV 1 (2009-2018).....	40
2.2.1. Población servida en el PSMV 1.....	42
2.2.2. Descripción del sistema de alcantarillado y tratamientos de aguas residuales .....	44
<b>3. DIAGNÓSTICO</b> .....	<b>61</b>
3.1. ÁREA DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO, SUSCRIPTORES, COBERTURA ACTUAL Y POBLACIÓN SERVIDA PARA EL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS - PSMV (2019 – 2028) .....	61
3.1.1. Proyecciones de población .....	65

3.2. CATASTRO DE REDES, DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EXISTENTE.....	66
3.2.1. Clasificación de la red de alcantarillado según su material .....	68
3.2.2. Pozos de inspección .....	69
3.2.3. Sumideros.....	70
3.2.4. Estructuras de separación .....	71
3.2.5. Sistemas de alcantarillado sanitario y vertimientos existentes .....	72
3.2.6. Sistema de alcantarillado Pluvial existente .....	75
3.2.7. Sistemas de alcantarillado combinado existente.....	76
3.2.8. Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales existentes .....	77
3.3. DEFINICIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJE SANITARIOS, PUNTOS DE VERTIMIENTOS EXISTENTES, TRAMOS Y FUENTES DE AGUA RECEPTORAS .....	78
3.3.1. Sistema Río Frío .....	78
3.3.2. Sistema de drenaje La Meseta.....	82
3.3.3. Sistema Río de Oro .....	86
3.3.4. Sistema Zona Norte .....	89
3.3.5. Sistemas especiales .....	92
3.3.6. Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales existentes .....	94
3.3.7. Canalizaciones .....	106
3.4. BALANCE DE PROGRAMAS, PROYECTOS, ACTIVIDADES E INDICADORES DEL PSMV .....	107
3.4.1. INFORME GLOBAL DEL PMS, PMRR Y LAS PTAR .....	107
3.4.2. INFORME DETALLADO DEL PMS, PMRR Y LAS PTAR. ....	117
3.4.3. RESULTADOS DE LOS INDICADORES DE SEGUIMIENTO DESARROLLADOS EN EL PSMV 1 .....	121
<b>4. CARACTERIZACIÓN DE LOS VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES Y DE LAS CORRIENTES RECEPTORAS ANTES Y DESPUÉS DE CADA VERTIMIENTO.....</b>	<b>127</b>
4.1. Caracterización de los veintiséis (26) puntos de vertimiento de aguas residuales base identificados y operados por la EMPAS S.A. ....	129
4.2. Caracterización de las corrientes receptoras de las descargas operadas por EMPAS S.A – Aguas arriba, Aguas abajo y sobre los veinticuatro (24) puntos de vertimiento de aguas residuales identificados y operados por la EMPAS S.A. ....	132
4.2.1. Caracterización de las corrientes receptoras de las descargas operadas por EMPAS S.A – Aguas arriba y Aguas abajo. ....	132

4.2.2. Caracterización de los veintiseis (26) puntos de vertimiento de aguas residuales identificados y operados por la EMPAS S.A. .... **¡Error! Marcador no definido.**

<b>5. PROYECCIONES DE LA CARGA CONTAMINANTE A CORTO MEDIANO Y LAGO PLAZO (2008-2017)</b> .....	<b>137</b>
<b>6. PROYECTOS PARA EL DESARROLLO Y CUMPLIMIENTO DEL PSMV</b> .....	<b>144</b>
6.1. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS PROGRAMAS, PROYECTOS Y ACTIVIDADES CON EL CRONOGRAMA E INVERSIONES.....	144
6.1.1. DESCRIPCIÓN DE PROGRAMAS Y PROYECTOS PARA EL DESARROLLO Y CUMPLIMIENTO DEL PSMV .....	144
6.1.2. CONSOLIDADO Y ALCANCE DE LOS PROYECTOS A NIVEL DEL PLAN MAESTRO SANITARIO-PMS, PLAN MAESTRO DE OPTIMIZACIÓN Y REPOSICIÓN DE REDES-PMORR Y LAS PTAR .....	150
6.1.3. PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES Y CRONOGRAMA DE INVERSIONES DEL PSMV .....	175
6.2. FORMULACIÓN DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO .....	181
<b>ANEXOS</b> .....	<b>183</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Generalidades de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón .....	22
Tabla 2. Clasificación del suelo municipal de Bucaramanga .....	23
Tabla 3. Uso del suelo urbano del municipio de Floridablanca .....	25
Tabla 4. Uso recomendado del suelo del municipio de Floridablanca.....	26
Tabla 5. Área urbana y rural de Girón .....	27
Tabla 6. Clasificación de los tramos de las principales corrientes hídricas en el área objeto de estudio. ....	35
Tabla 7. Suscriptores y participación Municipal – 2007 .....	42
Tabla 8. Censo 2005 - Poblaciones municipales, Departamento y Nación .....	44
Tabla 9. Proyecciones Anuales de Población en Cabeceras Municipales incluidas en el PSMV 1.....	44
Tabla 10. Cuantificación de infraestructura de alcantarillado de Bucaramanga, Floridablanca y Girón – 2007.....	45
Tabla 11. Dimensiones y distribución del alcantarillado de Bucaramanga, Floridablanca y Girón - 2006. ....	45
Tabla 12. Vertimientos puntuales de aguas residuales – 2009 (inicio del PSMV 1).....	52
Tabla 13. Longitud de reparación y reposición de infraestructura PMSV 1 (2009-2018) .....	60
Tabla 14. Suscriptores y participación Municipal. – abril de 2017.....	62
Tabla 15. Cuadro comparativo de los suscriptores del sistema de Alcantarillado de 2007 y los de 2017 .....	64
Tabla 16. Proyecciones anuales de población en cabeceras municipales. ....	65
Tabla 17. Cuantificación del alcantarillado de Bucaramanga, Floridablanca y Girón – 2017.....	67
Tabla 18. Dimensiones y distribución del alcantarillado de Bucaramanga, Floridablanca y Girón - 2017. ....	67
Tabla 19. Tramos clasificados por material – 2017 .....	69
Tabla 20. Pozos de inspección por tamaño – 2017 .....	69
Tabla 21. Pozos de inspección por Tapa – 2017 .....	70
Tabla 22. Sumideros por tipo – 2017 .....	71
Tabla 23. Sumideros por conexión al sistema de alcantarillado – 2017 .....	71
Tabla 24. Cantidad de alcantarillado Sanitario distribuido por material – 2017 .....	72
Tabla 25. Puntos de vertimientos de aguas residuales eliminados en el PSMV-1 (2009-2018).....	73
Tabla 26. Vertimientos de aguas residuales de Bucaramanga, Floridablanca y Girón – 2017 .....	74
Tabla 27. Puntos de vertimientos de aguas residuales por sistema de drenaje – 2017 .....	75
Tabla 28. Alcantarillado pluvial distribuido por material – 2017.....	75
Tabla 29. Alcantarillado combinado distribuido por material – 2017 .....	77
Tabla 30. Interceptores construidos Sistema Río Frío – 2017 .....	81
Tabla 31. Interceptores construidos Sistema Río de Oro-2017 .....	88
Tabla 32. Interceptores Construidos Sistema Zona Norte– 2017 .....	91
Tabla 33. Sistemas especiales – Sectores sin factibilidad de conexión a drenajes principales .....	92
Tabla 34. Canalizaciones de los Municipio de Bucaramanga, Floridablanca y Girón – 2017 .....	106
Tabla 35. Inversión de obras ejecutadas del PMS vs ejecución. ....	108

Tabla 36. Proyectos y estudios involucrados dentro del PMS desarrollados en el PSMV 1 .....	109
Tabla 37. Obras proyectadas vs obras ejecutadas de alcantarillado en el PMRR y PTAR .....	114
Tabla 38. Inversiones realizadas en el PSMV 1 .....	118
Tabla 39. Longitudes realizadas en el PSMV 1 .....	120
Tabla 40. Indicadores de seguimiento (2009-2011) para el PSMV 1 .....	124
Tabla 41. Indicadores de seguimiento (2012-2014) para el PSMV 1 .....	125
Tabla 42. Indicadores de seguimiento (2015-2017) para el PSMV 1 .....	126
Tabla 43. Vertimientos PSMV1 (2009-2018) .....	127
Tabla 44. Resultados de la caracterización de vertimientos identificados como base y operados por EMPAS S.A. ....	130
Tabla 45. Caudal, DBO <sub>5</sub> , SST y DQO por fuente receptora. ....	131
Tabla 46. Valores máximos y mínimos de los parámetros monitoreados. ....	132
Tabla 47. Clases de aguas según características de calidad referenciados en el Estatuto Sanitario de la CDMB. ....	133
Tabla 48. Resultados de la caracterización de las corrientes receptoras antes y después de cada vertimiento. ....	135
Tabla 49. Resultados de caracterización de acuerdo al Rango N. 1 - $\leq 625$ Kg/día Carga DBO <sub>5</sub> <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 49A. Resultados de caracterización de acuerdo al Rango N. 1 - $\leq 625$ Kg/día DBO <sub>5</sub> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 49B. Resultados de caracterización de acuerdo al Rango N. 1 - $\leq 625$ Kg/día DBO <sub>5</sub> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 50. Resultados de caracterización de acuerdo al Rango N. 2 - $625$ Kg/día $\leq$ Carga DBO <sub>5</sub> $\leq 300$ Kg/día .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 51. Resultados de caracterización de acuerdo al Rango N. 3 - $\geq 300$ Kg/día Carga DBO <sub>5</sub> <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 52. Cargas a corto plazo.....	139
Tabla 53. Cargas a mediano plazo. ....	140
Tabla 54. Cargas a largo plazo. ....	141
Tabla 55. Requerimientos para eliminar vertimientos. ....	142
Tabla 56. Indicadores de vertimientos. ....	143
Tabla 57. Longitudes e inversión realizada en el interceptor Menzulí .....	153
Tabla 58. Inversiones totales requeridas del PMS-PMORR y las PTAR .....	176
Tabla 59. Inversiones del Plan Maestro Sanitario-PMS (parte 1) .....	177
Tabla 59A. Inversiones del Plan Maestro Sanitario-PMS (parte 2) .....	178
.....	178
Fuente: Consultor.....	178
Tabla 60. Inversiones del PMORR y las PTAR .....	179
Fuente: Consultor .....	179
Tabla 61. Consolidado de Inversiones del PMS-PMORR y las PTAR.....	180
.....	180
Fuente: Consultor.....	180

Tabla 62. Indicadores de Seguimiento del Avance físico de Actividades e Inversiones programadas .....	182
---	-----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón .....	263
Figura 2. Clasificación del suelo municipal de Bucaramanga .....	264
Figura 3. Uso del suelo Municipio de Floridablanca .....	265
Figura 4. Uso recomendado de suelo del municipio de Floridablanca .....	26
Figura 5. Usos del suelo urbano Mapa 7F de Girón (Anexo 5).....	27
Figura 6. Área de Expansión Urbana del municipio de Girón .....	269
Figura 7. Perímetro Sanitario de Bucaramanga.....	32
Figura 8. Perímetro sanitario del municipio de Floridablanca.....	31
Figura 9. Perímetro sanitario del municipio de Girón .....	265
Figura 10. Estructura de separación típica del alcantarillado combinado .....	54
Figura 11. Interceptor Menzulí.....	80
Figura 12. Drenaje sistema La Meseta y sus corrientes receptoras de la escarpa de Bucaramanga	84
Figura 13. Localización proyecto de vivienda La Inmaculada. ....	93
Figura 14. Ubicación de la PTAR Río Frío. ....	95
Figura 15. Esquema de los procesos en la PTAR Río Frío.....	96
Figura 16. Proceso y Etapas de Modernización de la PTAR Río Frío .....	98
Figura 17. Ubicación original de las PTAR Río de Oro-La Marino y Norte.....	101
Figura 18. Esquema de obras del PGCE y el sistema de drenaje para La Meseta de Bucaramanga y su tratamiento no convencional. ....	104
Figura 19. Controles de cauce. ....	107
Figura 20. Distritos operativos del sistema de alcantarillado de la EMPAS .....	147

## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Cumplimiento PMS sistema Río Frío .....	110
Gráfica 2. Cumplimiento sistema Río de Oro .....	111
Gráfica 3. Cumplimiento sistema Zona Norte .....	112
Gráfica 4. Cumplimiento del Plan Maestro de Reposición de Redes-PMRR .....	115
Gráfica 5. Cumplimiento de Plantas de Tratamiento De Aguas Residuales - PTAR Río Frío .....	116
Gráfica 6. Cumplimiento Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales - PTAR Sistema Norte – Suratá .....	117
Gráfica 7. Inversiones del PMS-PSMV 1 .....	118
Gráfica 8. Inversiones del PMORR-PSMV 1 .....	119
Gráfica 9. Inversiones de las PTAR-PSMV 1 .....	119
Gráfica 10. Longitud del PMS-PSMV 1.....	120
Gráfica 11. Longitud del PMORR-PSMV 1.....	121

## LISTA DE ANEXOS

**ANEXO 1.** Cálculo de población

**ANEXO 2.** Vertimientos

**ANEXO 3.** Inversiones PMS, PMORR y PTAR

**ANEXO 4.** Planos

**ANEXO 5.** Figuras

**ANEXO 6.** Tablas

## GLOSARIO

**AFLUENTE.** Agua, agua residual u otro líquido que ingrese a un reservorio, o a algún proceso de tratamiento. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS 2000) Título A.

**AGUAS LLUVIAS.** Aguas provenientes de la precipitación pluvial. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**AGUAS RESIDUALES.** Desechos líquidos provenientes de residencias, edificios, locales comerciales, instituciones, fábricas o industrias. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**AIREACIÓN.** Proceso en el que se produce un contacto entre el aire y el agua con el objetivo de oxigenarla o de excluir gases o sustancias volátiles. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título C.

**ALCANTARILLADO DE AGUAS COMBINADAS.** Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte, tanto de las aguas residuales como de las aguas lluvias. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**ALCANTARILLADO DE AGUAS LLUVIAS.** Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de aguas lluvias. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**ALCANTARILLADO DE AGUAS RESIDUALES.** Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales domésticas y/o industriales. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**ALCANTARILLADO SEPARADO.** Sistema constituido por un alcantarillado de aguas residuales y otro de aguas lluvias que recolectan en forma independiente en un mismo sector. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**ALCANTARILLADO.** Conjunto de obras para la recolección, conducción, tratamiento y disposición final de las aguas residuales o de las aguas lluvias. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**AUTORIDAD AMBIENTAL COMPETENTE.** Es la encargada de la vigilancia, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso, aprovechamiento y control de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. (Artículo 1 Decreto 475 de 1998).

**CANAL.** Cauce artificial, revestido o no, que se construye para conducir las aguas lluvias hasta su entrega final en un cauce natural. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**CAPACIDAD HIDRÁULICA.** Caudal que puede manejar un componente o una estructura hidráulica conservando sus condiciones normales de operación. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**COLECTOR PRINCIPAL O MATRIZ.** Conducto cerrado circular, semicircular, rectangular, entre otros, sin conexiones domiciliarias directas que recibe los caudales de los tramos secundarios, siguiendo líneas directas de evacuación de un determinado sector. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**CONEXIÓN DOMICILIARIA.** Tubería que transporta las aguas residuales y/o las aguas lluvias desde la caja domiciliaria hasta un tramo secundario. Generalmente son de 150 mm de diámetro para vivienda unifamiliar. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**CONEXIONES ERRADAS.** Contribución adicional de caudal debido al aporte de aguas lluvias en la red de aguas sanitarias y viceversa. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**CONTAMINACIÓN O POLUCIÓN DEL AGUA.** Alteración de sus características organolépticas, físicas, químicas, radiactivas y microbiológicas como resultado de las actividades humanas o procesos naturales, que producen o pueden producir rechazo, enfermedad o muerte al consumidor. (Artículo 1 Decreto 475 de 1998).

**CUENCA HIDROGRÁFICA.** Área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un

curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título B.

**CUERPO RECEPTOR.** Cualquier masa de agua natural o de suelo que recibe la descarga del afluente final. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título B.

**DESARENADOR.** Componente destinado a la remoción de las arenas y sólidos que están en suspensión en el agua, mediante un proceso de sedimentación mecánica. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**DRENAJE.** Estructura destinada a la evacuación de aguas subterráneas o superficiales para evitar daños a las estructuras, los terrenos o las excavaciones. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**EFLUENTE.** Flujo proveniente de un sistema hidráulico. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título C.

**EMISARIO FINAL.** Colectores cerrados que llevan parte o la totalidad de las aguas lluvias, sanitarias o combinadas de una localidad hasta el sitio de vertimiento o a las plantas de tratamiento de aguas residuales. En el caso de aguas lluvias pueden ser colectores a cielo abierto. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**ESCORRENTÍA.** Volumen que llega a la corriente poco después de comenzada la lluvia. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES.** Componente de un sistema de alcantarillado de aguas residuales o combinado utilizado para evacuar por bombeo las aguas residuales de las zonas bajas de una población. Lo anterior puede también lograrse con estaciones elevadoras de aguas residuales. Una definición similar es aplicable a estaciones de bombeo de aguas lluvias. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**ESTRUCTURAS DE ENTREGA.** Estructuras utilizadas para evitar daños e inestabilidad en el cuerpo de agua receptor de aguas lluvias o residuales. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**INTERCEPTOR.** Conducto cerrado que recibe las afluencias de los colectores, y usualmente se construye paralelamente al cuerpo receptor principal, con el fin de evitar el vertimiento de las aguas residuales a éste, y llevar las aguas a las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR). (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**LAGUNA FACULTATIVA.** Laguna de coloración verdosa cuyo contenido de oxígeno varía de acuerdo con la profundidad y hora del día. En el estrato superior de una laguna facultativa primaria existe una simbiosis entre algas y bacterias, en presencia de oxígeno; en los estratos inferiores se produce una biodegradación anaerobia de los sólidos sedimentables. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000) Título A.

**LODOS ACTIVADOS.** Procesos de tratamiento biológico de aguas residuales en ambiente químico aerobio, donde las aguas residuales son aireadas en un tanque que contiene una alta concentración de microorganismos degradadores. Esta alta concentración de microorganismos se logra con un sedimentador que retiene los floculos biológicos y los retorna al tanque aireado. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000) Título A.

**POBLACIÓN SERVIDA.** Número de habitantes que son servidos por un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**POZO DE INSPECCIÓN.** Estructura en ladrillo y concreto reforzado, de forma cilíndrica, que remata generalmente es su parte superior en forma troncocónica y con tapa removible, la cual se construye con el objeto de permitir el acceso y mantenimiento de la estructura-pozo y en general del sistema de alcantarillado. (Normas Técnicas Para Diseño De Alcantarillado – Corporación Autónoma Regional Para La Defensa De La Meseta De Bucaramanga – CDMB).

**PRECIPITACIÓN.** Cantidad de agua lluvia caída en una superficie durante un tiempo determinado. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**PTAR.** Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**RAS 2016.** Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico - RAS 2016.

**REACTOR ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE (UASB)** Proceso continuo de tratamiento anaerobio de aguas residuales en el cual el desecho circula de abajo hacia arriba a través de un

manto de lodos o filtro, para estabilizar parcialmente de la materia orgánica. El desecho se retira del proceso en la parte superior; normalmente se obtiene gas como subproducto del proceso. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000) Título A.

**RED LOCAL DE ALCANTARILLADO.** Conjunto de tuberías y canales que conforman el sistema de evacuación de las aguas residuales, pluviales y combinadas de una comunidad, y al cual desembocan las acometidas de alcantarillado de los inmuebles. (Normas Técnicas Para Diseño De Alcantarillado – Corporación Autónoma Regional Para La Defensa De La Meseta De Bucaramanga – CDMB).

**RED PÚBLICA DE ALCANTARILLADO.** Conjunto de redes matrices y locales que conforman el sistema de alcantarillado (Normas Técnicas Para Diseño De Alcantarillado – Corporación Autónoma Regional Para La Defensa De La Meseta De Bucaramanga – CDMB).

**RED SECUNDARIA DE ALCANTARILLADO.** Conjunto de tuberías que reciben contribuciones de aguas domiciliarias en cualquier punto a lo largo de su longitud. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**SANEAMIENTO BÁSICO.** Actividades propias del conjunto de los servicios domiciliarios de alcantarillado y aseo. (Artículo 14.19 Ley 142 de 1.994). (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000) Título A.

**SARA.** Sistema de Administración de Redes de Alcantarillado. SIG Catastro de redes de EMPAS

**SEDIMENTACIÓN.** Proceso mediante el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**SUMIDERO.** Estructura diseñada y construida para cumplir con el propósito de captar las aguas de escorrentía que corren por las cunetas de las calzadas de las vías para entregarlas a las estructuras de conexión o cámaras de inspección de los alcantarillados combinados o de lluvias. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**SUSCRIPTOR.** Corresponde al usuario que se encuentra actualmente registrado en la base de datos de cada uno de los municipios en los que opera una persona prestadora del servicio público de alcantarillado; también se conoce como cliente o póliza. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

**TANQUE DE AIREACIÓN.** Cámara usada para inyectar aire dentro del agua. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000) Título A.

**TASA RETRIBUTIVA.** Es aquella que cobrará la autoridad ambiental competente a las personas naturales o jurídicas, de derecho público o privado, por la utilización directa o indirecta del recurso como receptor de vertimientos puntuales y sus consecuencias nocivas, originados en actividades antrópicas o propiciadas por el hombre, actividades económicas o de servicios, sean o no lucrativas. Cuando el usuario vierte a la red de alcantarillado, la autoridad ambiental competente cobrará la tasa únicamente a la entidad que presta dicho servicio. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título B.

**TRATAMIENTO ANAEROBIO.** Estabilización de un desecho por acción de microorganismos en ausencia de oxígeno. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000) Título A.

**TRATAMIENTO BIOLÓGICO.** Procesos en los cuales se intensifican la acción natural de los microorganismos para estabilizar la materia orgánica presente. Usualmente se utilizan para la remoción de material orgánico disuelto. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000) Título A.

**TRATAMIENTO CONVENCIONAL.** Procesos de tratamiento bien conocidos y utilizados en la práctica. Generalmente se refiere a procesos de tratamiento primario o secundario. Se excluyen los procesos de tratamiento terciario o avanzado. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000) Título A.

**TRATAMIENTO PRIMARIO.** Tratamiento en el que se remueve una porción de los sólidos suspendidos y de la materia orgánica del agua residual. Esta remoción normalmente es realizada por operaciones físicas como la sedimentación. El efluente del tratamiento primario usualmente contiene alto contenido de materia orgánica y una relativamente alta de DBO. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000) Título A.

**TRATAMIENTO SECUNDARIO.** Es aquel directamente encargado de la remoción de la materia orgánica y los sólidos suspendidos. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000) Título A.

**USUARIO.** Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta o como receptor directo del servicio. A este último usuario se le conoce también como consumidor. (Ley 142 de 1.994). (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D

**USUARIOS ESPECIALES DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO.** Es todo aquel usuario que pretenda descargar a la red de alcantarillado efluentes en caudales superiores a los máximos establecidos por la entidad prestadora de los servicios públicos y/o que contengan sustancias de interés sanitario en concentraciones superiores a las contempladas en el artículo 74 del decreto 1594 de 1.984, o las normas que lo complementen, adicionen, modifiquen o sustituyan. (Decreto 302 de 2000).

**USUARIOS NO RESIDENCIALES.** Los que se clasifican en comercial industrial, oficial, provisional, especial y bloque. (Resolución CRA 14 de 1.997).

**USUARIOS RESIDENCIALES.** Personas que forman parte de los núcleos familiares que se benefician con la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado. (Resolución CRA 14 de 1997).

**VERTIMIENTO.** Descarga final a un cuerpo de agua, a un alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2016) Título D.

## INTRODUCCIÓN

EMPAS S.A. E.S.P. tiene como misión ser la empresa prestadora del servicio público domiciliario de alcantarillado con un equipo humano altamente calificado y criterios de excelencia, que garantizan la gestión integral de sus procesos en procura de una mejor calidad de vida y la protección al medio ambiente, direcciona sus acciones al desarrollo de su visión, con la que pretende ser la empresa líder en Santander, en la prestación de servicios públicos domiciliarios, con una cultura organizacional fundamentada en valores, orientada al servicio, el mejoramiento continuo y el desarrollo ambiental sostenible.

Teniendo en cuenta la importancia que para la EMPAS S.A. E.S.P. representa el cumplimiento de los lineamientos ambientales y principalmente aquellas acciones encaminadas a la conservación, descontaminación y recuperación de las fuentes hídricas, se realiza el PSMV (2019-2028), al cual también llamaremos PSMV 2, con base en la resolución 1433 de 2004 y la reglamentación complementaria, en donde se establece la Metodología para presentación de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos-PSMV.

Dentro del desarrollo del PSMV 2 es necesario realizar el diagnóstico del sistema de alcantarillado urbano de los municipios de jurisdicción operados por la EMPAS S.A. E.S.P., correspondientes a Bucaramanga, Floridablanca y Girón, e identificar los vertimientos puntuales de aguas residuales, labor que se ha venido desarrollando hasta la fecha, gracias a la información recopilada en la empresa, partiendo del PSMV (2009-2018) o al que también llamaremos PSMV 1 y sus vertimientos establecidos y acordados con la autoridad ambiental, junto con el catastro de redes e infraestructura del sistema de alcantarillado que posee la empresa, el cual se encuentra integrado en un aplicativo tipo SIG (Sistema de Información Geográfica) identificado como el Sistema de Administración de Redes de Alcantarillado-SARA, y complementado con salidas de campo y datos estadísticos y de proyección recopilados en el Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE, entre otra información investigada.

Otro componente importante del PSMV es realizar las caracterizaciones de los vertimientos puntuales de aguas residuales y también las de los puntos estratégicos sobre los cuerpos hídricos, principales receptores de las aguas residuales y cuya recuperación es un objetivo primordial del presente plan. Con los parámetros medidos se puede estimar el grado de contaminación que producen los vertimientos y que tienen los cuerpos hídricos, esto nos permite proyectar como será el comportamiento de la carga contaminante en los próximos años, en este caso el periodo comprendido por el PSMV 2, con el fin de tomar medidas para avanzar en el saneamiento de los cuerpos receptores y el manejo adecuado de los vertimientos, planteando objetivos de reducción del número de descargas y acciones en procura de ser más amigables con el medio ambiente, por medio de proyectos que mejoren el sistema de alcantarillado en la captación y transporte adecuado, y aumento de la infraestructura para alcanzar la capacidad requerida y eficiencia normativa en el tratamiento de las aguas residuales, así como, campañas que concienticen a la población del buen uso de los sistemas de drenaje y estudios que busquen alternativas de mejora, entre otros esfuerzos que la EMPAS S.A. E.S.P. realiza por prestar un servicio integral.

## 1. GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio está comprendida por el perímetro urbano o de servicio para los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, actualmente operados por la Empresa Pública de Alcantarillado de Santander EMPAS S.A. E.S.P. Estos municipios y Piedecuesta forman el Área Metropolitana de Bucaramanga, en donde se presenta una cercanía urbanística en los límites de cada municipio que hacen integrar el desarrollo del territorio. Cuando se detallen los sistemas de drenaje sanitario se podrá conocer la continuidad municipal entre varios municipios. Por otra parte, cabe destacar que el sistema de alcantarillado urbano del municipio de Piedecuesta lo opera Piedecuestana de servicios S.A. E.S.P.

A continuación, se describen generalidades como la localización geográfica, clasificación del suelo, perímetros sanitarios de cada uno de los municipios involucrados y principales corrientes hídricas.

### 1.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

En la **Tabla 1** se presentan las generalidades de los tres municipios, en cuanto a superficie de su territorio, coordenadas y altitud:

**Tabla 1.** Generalidades de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón

GENERALIDADES			
MUNICIPIO	SUPERFICIE [Ha]	COORDENADAS	ALTITUD [msnm]
BUCARAMANGA	15.213	7°07'07"N 73°06'58"O	959
FLORIDABLANCA	9.869	7°03'53"N 73°05'23"O	925
GIRÓN	42.688	7°04'15"N 73°10'20"O	777
<b>TOTAL</b>	<b>67.770</b>		

**Fuente:** P.O.T. de Bucaramanga 2014, P.O.T de Floridablanca 2016 y P.O.T. de Girón 2010.

En la **Figura 1** se muestra la localización de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón. (Ver anexo 5)

## 1.2. CLASIFICACIÓN DEL SUELO

En el diagnóstico del PSMV, se revisó la clasificación del suelo según el POT de cada uno de los municipios con el fin de conocer que actividades y procesos se generaran en la zona urbana y sus vertimientos asociados. A continuación, se presenta la clasificación del suelo para cada municipio:

### 1.2.1. Clasificación del suelo del Municipio de Bucaramanga

El suelo urbano está constituido por las áreas del municipio destinadas a usos urbanos que cuenten con infraestructura vial y redes primarias de energía, acueducto y alcantarillado. De manera especial y para el sector de Chimitá por considerarse un desarrollo incompleto, se considera urbano y se permite resolver la prestación del servicio de alcantarillado mediante sistemas de manejo autosuficiente. Según el POT de Bucaramanga, la clasificación del suelo del municipio se divide en tres áreas principales: urbano, rural y de expansión, como se presenta en la **Tabla 2** y **Figura 2**.

**Tabla 2.** Clasificación del suelo municipal de Bucaramanga

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	ÁREA (Ha)
Urbano	3.328,02
Rural	11.716,22
Expansión	168,49
<b>TOTAL</b>	<b>15.212,73</b>

**Fuente:** POT de Bucaramanga 2013-2027

Según el POT de Bucaramanga 2013-2027, el suelo de expansión urbano está constituido por el territorio municipal que se habilitará para el uso urbano durante la vigencia del mismo. Mientras los suelos de expansión no se incorporen al perímetro urbano mediante planes parciales, se consideran suelos rurales con categorías de desarrollo o producción.

La zona proyectada de crecimiento de Bucaramanga es limitada por las condiciones del suelo para su desarrollo y se complementa con dificultades para la viabilidad de todos los servicios públicos; su localización se plantea para el sector norte aferente al sistema de alcantarillado de Los Colorados y Emisario Suratá, en donde ya se tiene infraestructura de alcantarillado por parte de la EMPAS S.A. E.S.P.

El suelo urbano actual corresponde a cerca del 22% del área el territorio del municipio de Bucaramanga y podría crecer hasta el 23% con las áreas de expansión urbana proyectadas, lo que demuestra la limitación de suelo nuevo disponible para su crecimiento, llevando a proceso de renovación urbana en gran parte de la Meseta y a integrarse al desarrollo metropolitano de los demás municipios que lo conforman - **Figura 2**. Clasificación del suelo municipal de Bucaramanga (Anexo 5)

Dentro del proceso de formulación del Plan de Ordenamiento Territorial de Bucaramanga 2013 - 2027, se propone la clasificación de nuevas áreas de expansión urbana, soportado entre otros, en:

Plano de zonificación predial de CEMEX COLOMBIA, en donde se localizan los predios, las dos (2) escombreras o botadores y una (1) cantera o área de extracción, se modifican las áreas de expansión vigentes localizadas al noroccidente del Municipio (Colorados), sobre la vía a la costa.

Plano del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga amb, donde se localiza, la PTAP Angelino, la zona de influencia declarada de utilidad pública a través de la Resolución No. 062 del Concejo Municipal, y la localización del tramo de la tubería de conducción y desagüe; la formulación del POT 2013 - 2027 plantea la localización de nuevas áreas de expansión denominadas Suratá Norte.

A partir del trabajo de campo realizado, se proponen nuevas áreas de expansión y se suprimen algunas de las áreas de expansión urbana vigentes, por las condiciones ambientales y uso actual del suelo.

Es importante conocer estas zonas de expansión del municipio de Bucaramanga con el fin de conocer las áreas de proyectos futuros y así dar una solución de saneamiento básico.

### 1.2.2. Uso del suelo urbano en el Municipio de Floridablanca

En el Plan de Ordenamiento Territorial formulado por Floridablanca en el año 2016, como se muestra en la **Figura 3**, se presentan 12 sectores en la zona urbana del municipio los cuales muestran las áreas y su respectivo uso. (Ver **Tabla 3**) El suelo urbano, corresponde al área del municipio, dotada de servicios públicos domiciliarios (acueducto, alcantarillado y energía) e infraestructura vial que posibilitan su urbanización y edificación. **Figura 3**. Uso del suelo del municipio de Floridablanca (Anexo 5)

**Tabla 3.** Uso del suelo urbano del municipio de Floridablanca

USOS DEL SUELO URBANO	Área (Ha)
Residencial	542,17
Comercial y servicios	86,51
Institucional o Dotacional	90,94
Recreacional	45,12
Industrial	17,72
Transporte	0,60
Protección Ambiental	299,18
Zonas verdes	97,77
Expansión urbana	22,08
DMI Zona de Recuperación para la Preservación ZRP	61,50
DMI Zona Urbana de Recuperación para la Producción ZUP	9,15
DMI Zona Suburbana de Producción ZSU	2,46
<b>SUBTOTAL*</b>	<b>1.275,19</b>

**Fuente:** POT de Floridablanca 2016

\*Esta sumatoria no incluye los valores correspondientes a vías, separadores y otros, los cuales sumados a los ítems de esta tabla generan un total cercano a 1.500 hectáreas, lo que equivale al área enmarcada dentro del perímetro urbano.

### 1.2.3. Uso Recomendado del suelo del Municipio de Floridablanca

El uso recomendado del suelo de Floridablanca está en la **Figura 4** y se representa en la **Tabla 4**.

**Tabla 4.** Uso recomendado del suelo del municipio de Floridablanca

USO RECOMENDADO	Área (Ha)
<b>FORESTALES</b>	
Protección total PT	431,12
Bosque Protector BP	1.553,34
Bosque Protector Productor BPP	709,43
<b>AGROPECUARIOS</b>	
Silvo Agrícola SA	3.138,56
Agro-Silvo-Pastoril ASP	1.039,03
<b>URBANIZABLES</b>	
Zona urbana y centros poblados U	1.598,83
Zona Expansión urbana EU	<b>521,37</b>
Desarrollo Suburbano Residencial SUB	130,88
Expansión Urbana. Zona aislamiento ambiental PTAR	95,87
<b>ÁREAS DE PROTECCIÓN</b>	
Zona de recuperación para la protección ZRP	507,22
<b>DISTRITO DE MANEJO INTEGRAL DE LOS RECURSOS NATURALES DE BUCARAMANGA</b>	
Zona de recuperación para la preservación DMI	102,47
Zona Urbana de producción	38,24
Zona Urbana de Recuperación para la producción	2,16
<b>SUBTOTAL</b>	<b>9.868,52</b>

**Fuente:** POT de Floridablanca 2016

**Figura 4.** Uso recomendado de suelo del municipio de Floridablanca (Anexo 5)

En la **Figura 4**, se presenta las diferentes clasificaciones del suelo y se identifica el área de expansión urbana en la zona rural del municipio de Floridablanca, el cual corresponde a las áreas que serán incorporadas al suelo urbano y por ende dotadas de servicios públicos e infraestructura durante la vigencia del POT. Estas áreas fueron seleccionadas en virtud del crecimiento histórico del área urbana hacia el sector occidental y sur, por sus características favorables a nivel topográfico e igualmente por sus condiciones de accesibilidad y conectividad hacia las zonas donde se están consolidando los nuevos desarrollos. Las áreas de expansión urbana de Floridablanca son Río frío y Aranzoque, Mensulí, área homogénea El Carmen, área homogénea La Cumbre, área homogénea El Bosque las cuales presentan vocación de uso residencial, comercial, institucional o dotacional e industrial, según los planes parciales. Las áreas menores homogéneas se encuentran en medio de suelo urbano, pero carecen de la totalidad de los servicios públicos para su desarrollo inmediato y

requieren mejoras puntuales para la implementación del respectivo plan parcial; en las proyecciones del nuevo PSMV se precisará las adecuaciones que debe tener el sistema Río Frío para su incorporación.

El suelo urbano del municipio de Floridablanca equivale aproximadamente al 16,2% del territorio y el de expansión urbana proyectado es cercano al 6%, lo que permite establecer que se tiene una zona importante para incorporar al desarrollo urbano que podría superar los diez (10) años del POT vigente, en donde la planificación y ejecución de las redes o sistemas primarios de servicios públicos, será vital para la construcción secuencial y ordenada del crecimiento urbanístico del municipio. En este aspecto se debe visionar la integralidad del Área Metropolitana, con las limitaciones de crecimiento de Bucaramanga y la oferta de Girón y Piedecuesta.

#### 1.2.4. Clasificación del suelo en Girón

En el municipio de Girón el suelo está clasificado como se muestra **Figura 5** y se describe en la **Tabla 5**.

**Tabla 5. Área urbana y rural de Girón**

Usos del Suelo		Girón (Ha)
Urbano	Urbano	922
	Protección	210
Rural	Expansión urbana	1.618
	Rural de protección	23.465
	Rural de producción	15.571
	Suburbano	752
	Centro poblado	150
<b>Total</b>		<b>42.688</b>

Fuente: Plan Integral de Desarrollo Metropolitano-PIDM (2016 – 2026).

**Figura 5.** Usos del suelo urbano Mapa 7F de Girón (Anexo 5)

### 1.2.5. Áreas de Expansión Urbana de Girón

Según el POT el municipio de Girón presenta áreas de expansión con vocación residencial:

Área de Expansión Valle de Río Frío. Área con vocación comercial e industrial e institucional, así como de equipamientos urbanos de escala y servicios administrativos que tendrán, un radio de acción en el área metropolitana.

Área de Expansión Valle Río de Oro Centro – Occidental (Vereda Carrizal y Sector A Campiña). Área de vocación residencial de baja y media densidad, que busca equilibrar los usos residencial (vivienda tradicional y VIS), comercial, dotacional y forestal protector.

Área de Expansión Valle de Llanadas. Área con vocación residencial de baja y media densidad, que busca equilibrar los usos residencial, comercial, dotacional, industrial y forestal protector.

Áreas de Expansión Valle Río de Oro Sur – Occidental (Vereda Languetas). Correspondientes a los sectores III-A y III-B, áreas con vocación residencial de baja y muy baja densidad, que busca equilibrar los usos residencial, comercial, dotación, industrial y forestal protector.

Área de Expansión y Valle Río de Oro Nor-Occidental (Vereda Bocas). Área con vocación residencial de alta y media densidad, que busca equilibrar los usos residencial, comercial, dotación, industrial y forestal protector.

La zona urbana representa menos del 3% del municipio de Girón (dado el gran tamaño que posee), y se proyecta cerca del 4%, que correspondería a un desarrollo mayor al propio suelo urbano actual,

situación que difícilmente sea desarrollada en un periodo de vigencia del POT (12 años o 3 periodos de gobierno), esto se evidencia con el avance que tiene desde su formulación en el año 2010, en donde se ha superado más del 60% del tiempo y las zonas proyectadas de expansión urbana no han sido desarrolladas en esa proporción y requerirán probablemente uno o varios periodo adicionales del POT para su incorporación urbana. Esta diversidad de zonas de expansión urbana del municipio, requieren de una planificación integral con los sistemas estructurantes de ordenamiento territorial, a nivel de vías, servicios públicos primarios y los equipamientos urbanos. De no ser así, se podría generar un desarrollo incontrolado y desordenado sin la infraestructura primaria básica antes de cualquier proyecto urbanístico, con la posibilidad de generarse vertimientos sanitarios aislados por la limitación en la oportuna construcción de la expansión de los sistemas primarios de las empresas de servicios públicos designadas por el municipio. Este tema se describirá en detalle en las proyecciones del PSMV.

En el municipio de Girón el suelo está clasificado como se muestra en la **Figura 6.** - Área de Expansión Urbana del municipio de Girón (Anexo 5)

### **1.3. PERÍMETRO SANITARIO Y COBERTURA DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO**

El perímetro sanitario urbano de cada municipio se establece de acuerdo a la red de servicio de agua potable y alcantarillado, en funcionamiento y con viabilidad inmediata para otorgar disponibilidad del servicio público respectivo. En los siguientes literales se presentan los perímetros sanitarios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón respectivamente.

La Cobertura equivale a las zonas con servicio formal en comparación con la totalidad del suelo urbano, en este caso es claro que, si los perímetros de servicios públicos son la base para establecer el perímetro urbano se debería tener el 100% de cobertura, pero existen algunos sectores en proceso de legalización o incorporación urbana en cada municipio, que corresponden a los asentamientos humanos localizados generalmente en suelos no urbanos y de desarrollo limitado, en donde mediante procesos de mejoramiento integral se evalúa su condición de riesgo y la factibilidad

técnica de los servicios públicos para ser consolidado o reubicado. En ese orden de ideas, se podrían tener sectores con clientes potenciales que poseen servicios parciales de acueducto (pila pública) y alcantarillado (tratamiento previo menor antes de descargar a corriente, vertimiento directo a corriente o ilegal a la red), que conllevan a reducir la cobertura de cada servicio, al considerar que a pesar de su aparente ilegalidad deben ser considerados para que en cumplimiento de procesos de consolidación urbana por parte de los municipios, se pueda dar su conexión individual en el futuro o se incorporen al suelo urbano de otras maneras (proyecto nuevos legales, arriendo, etc.)

Para el caso de la estimación de la cobertura en la prestación del servicio público de alcantarillado, EMPAS evalúa de manera global y aproximada (por lo dispendioso de hacerse en detalle con censos de viviendas), los sectores de cada municipio que poseen desarrollos subnormales y no estarían conectados legalmente al servicio, el cual induce una población potencial que puede llevar a futuros suscriptores, estos valores se suman a los suscriptores formales y finalmente se obtiene la cobertura del servicio de alcantarillado. Por tenerse dos drenajes en un sistema de alcantarillado, el sanitario y pluvial, puede haber aparentemente dos (2) coberturas, pero generalmente se estima la de tipo sanitario, entendiendo que tanto para la infraestructura existente y en cada nuevo proyecto urbanístico, se debe dar solución integral a los dos (2) drenajes del sistema de alcantarillado, ya sea en forma separada o combinada, dependiendo del tipo de alcantarillado existente en la zona de desarrollo.

Se tiene cerca de 250 pilas públicas en zonas subnormales que integran cerca de 12 mil familias o potenciales suscriptores y que al sumarlos a los cerca de 264 mil existentes en el año 2017, nos permite alcanzar un total de 276 mil suscriptores totales (formales y potenciales) y una cobertura del orden de 96%.

### **1.3.1. Perímetro sanitario de Bucaramanga**

El perímetro sanitario del municipio de Bucaramanga como lo define el POT, tiene una cobertura del casco urbano, encontrando áreas especiales con cobertura de agua potable pero sus desagües de residuos líquidos no están conectados al sistema de alcantarillado operado por la EMPAS S.A.

E.S.P., y vierten con permiso de la autoridad ambiental a la corriente cercana. Estas zonas están localizadas sobre la margen derecha del Río de Oro y corresponde a la zona industrial de la ciudad. Ver **Figura 7**.

Para el periodo 2006 – 2011 EMPAS S.A. E.S.P. adoptó el perímetro previsto por la CDMB y realizó actualizaciones como fue la exclusión de la zona industrial atrás mencionada y se amplió la cobertura de algunas zonas de expansión desarrolladas y algunos asentamientos consolidados localizados principalmente en el norte, áreas de Los Colorados, El Pablón y otras se habilitaron con la construcción y puesta en funcionamiento del Interceptor Los Colorados y Emisario Suratá, cuyo vertimiento provisional se hace al Río de Oro y la entrega final será a la futura Planta de Tratamiento del Norte o Río de Oro. Igualmente se incorporó el corredor, industrial, aledaño al colector sanitario La Iglesia y la prolongación de los asentamientos residenciales localizados en la zona oriental cercana al Barrio Buenos Aires. Ante la nueva vigencia planteada por el POT de segunda generación (2013 – 2027). EMPAS S.A. E.S.P. definió el nuevo perímetro sanitario para el municipio de Bucaramanga, el cual se presenta en la **Figura 7**.

### **1.3.2. Perímetro sanitario de Floridablanca**

El perímetro sanitario de Floridablanca encierra un área de 12.200 Ha aproximadamente y se define en los sectores donde la empresa presta o cuenta con disposición para llevar el servicio de alcantarillado. En la zona Norte de Floridablanca está limitado principalmente por los barrios de Bellavista, Prados de Fátima, Hacienda San Juan, Belencito, Santa Helena, Balcón de Alares, La Esmeralda y el Barrio José A. Morales, entre otros. Por otra parte, en el sector oriental, está limitado por el Barrio El Carmen, García Echeverry, Caracolí, Villa Coram, Jardín del Limoncito, Los Andes y la Turena, entre otros. En el sector del sur está limitado por los barrios Cracovia, primavera, Buenos Aires, Ciudadela Los príncipes, Gonzales Chaparro, Quintas del Campestre y un sector aledaño a la PTAR Río Frío comprendido por 102 Ha aproximadamente. Para terminar, en la parte occidental se encuentra limitado por los barrios Club House, la facultad de UNAB Medicina, Villa España, Villa Mallorca, Portales del Campestre y El Dorado, entre otros. El perímetro sanitario de Floridablanca se indica en la **Figura 8**.

### 1.3.3. Perímetro sanitario de Girón

El perímetro sanitario del municipio de Girón está definido al norte principalmente por la zona industrial Chimitá ubicada en la margen derecha del Río de Oro, al occidente está conformado por los barrios Carrizal, San Antonio del Carrizal, Balcones de Alejandría, Betania, Bellavista, Campestre Norte, Paraiso, Quintas del Llanito, Jardín de la Aldea, Palmeras, Balcones de Girón, Ciudadela del Oriente, Brisas de la Campiña, Aldea Alta, Aldea Baja, Eloy Valenzuela, La Campiña, Balcones del Sur, Sagrado Corazón y Altos del Tejar, entre otros. Por otra parte, al sur lo conforman los barrios de El Gallineral, Santa Cruz, Primero de Mayo, Corviandi, Río Prado, Arenales del Campestre, Arenales IV, Altos de Arenales, Arenales de Girón, Mirador de Arenales, Bahondo, El Progreso, Jardín de Arenales, Villa de Los Caballeros, Riviera del Río, Villas de San Juan, La Meseta, El Consuelo, Portal del Campestre, Angulito, Cristal Alto, Villampiss, Vida en Primavera, Brisas de Provenza, Villa Don Juan I, Villa de Don Juan II Etapa, Prados de Cataluña, Brisas del Campo, Alpes del Campestre, Almenares de San Juan, Girón Campestre y Villamil, entre otros. Por último, al oriente se encuentran los barrios de Quintas de San Isidro, Urbanización San Jorge, Quintas de San Ignacio, Las Mil Maravillas, Caneyes, Portal del Río Frío, Castilla Real, Corte Real I, Rincón de Girón, Portal de Castilla, Villa Sandra, Casas de Comultrasan, Quebrada Las Pilas, Eliecer Fonseca y La Esmeralda, entre otros. En la **Figura 9**. Se enuncia el perímetro sanitario de Girón el cual encierra los barrios o sectores anteriormente mencionados.

**Figura 7.** Perímetro Sanitario de Bucaramanga, Floridablanca y Girón. (Anexo 5)

## 1.4. CORRIENTES HÍDRICAS EN LA ZONA DE ESTUDIO

Existen cuerpos hídricos de gran importancia en el área de jurisdicción de la EMPAS considerados en los objetivos de calidad de la autoridad ambiental y por ende en el PSMV, de los cuales es pertinente destacar las cuatro (4) principales corrientes urbanas que se relacionan con el sistema de alcantarillado, ellas son el Río Frío (incluye las quebrada Menzulí y Zapamanga), Río de Oro, Quebrada La Iglesia y el Río Suratá; tales corrientes son las receptoras de los vertimientos sanitarios puntuales, ya sea directa o indirectamente, y su recuperación es parte importante del objetivo

principal del PSMV, el cual debe buscar el mejoramiento del recurso hídrico y del medio ambiente en general.

Se describe a continuación cada una de ellas y en el **Anexo 4** se encuentra el Plano corrientes hídricas donde se presenta la localización:

#### **1.4.1. Río de Oro**

El Río de Oro nace en la microcuenca Oro Alto sobre la cota de los 2.800 msnm en la Vereda Santa Rita y desemboca en el Río Lebrija en territorio de la Vereda Bocas del Municipio de Girón.

La red hidrológica de la subcuenca del Río de Oro está conformada por corrientes tributarias delimitadas para su ordenamiento y manejo por cinco microcuencas: Oro Alto que comprende el área de nacimiento del Río de Oro, Río Lato, microcuenca que tiene como tributario el Río de su nombre que nace en esta microcuenca, Río Frío con su tributario principal el Río Frío, Oro Medio y Oro Bajo que recibe la red principal de la Subcuenca del Río de Oro para hacer entrega al Río Lebrija.

De la subcuenca Río de Oro (bajo medio), depende la microcuenca Ruitoque cuyo afluente El Roncados (Uso agropecuario y para acueducto)

Esta arteria fluvial posee trayectos urbanos en Piedecuesta, Girón y Bucaramanga, en estos dos (2) últimos municipios, lo conforman desde el sector de Bahondo y transita en Girón cerca de 7,1 km hasta la confluencia con la Quebrada Chimitá (con los aportes del Río Frío y la Quebrada La Iglesia), a partir de allí recibe el sistema de corrientes menores afluentes del sistema de drenaje La Meseta (Quebradas La Cuyamita, La Marino, La Argelia, Dos aguas, Las Navas, Chapinero, La Picha y Motosín) y hasta su confluencia con el Río Suratá y formar el Río Lebrija, tiene un tramo compartido en cerca de 9 km y es límite municipal entre Bucaramanga (margen derecha) y Girón (margen izquierda).

#### **1.4.2. Río Frío**

Esta subcuenca afluente del Río de Oro (bajo medio) tiene las siguientes microcuencas:

Río Frío Alto: Con afluentes como: Dos Aguas, Aguablanca (el uso de esta fuente es para el acueducto). También pertenecen la Bejuca, La Carbona (uso agropecuario).

Río Frío Bajo: Con afluentes como: Ruitoque, (uso agropecuario)

Zapamanga: Con afluentes como: La Cascada, La Despensa, Suratoque (usos agropecuarios), y San Antonio con los dos usos. De igual forma las urbanas de Las Minas, El Penitente, Las Pilas, Las Mojarras, La Calavera, entre otras.

Aranzoque Menzulí, con afluentes La Guayana (con los dos usos), La Ronda en el sector urbano.

El Río Frío tiene un gran trayecto urbano de 12,3 km, comprendido desde el sector del barrio El Limoncito en Floridablanca hasta la confluencia con el Río de Oro en Girón. Es límite territorial entre estos dos (2) municipios, en un tramo comprendido desde la confluencia con la Quebrada La Cuellar hasta la Quebrada Aranzoque.

#### **1.4.3. Quebrada La Iglesia**

Esta corriente totalmente urbana posee un área de drenaje de 2.108,5 ha y un perímetro de 30 km, una longitud de 9.5 km y un factor de forma rectangular. Las corrientes afluentes y de nacimiento en su cabecera son las Quebradas La Flora y La Cascada y recibe en su trayecto a las Quebradas La Guacamaya, El Macho, El Bueno, El Carrasco (límite municipal entre Bucaramanga y Girón) y la Chocoita y otros drenajes menores. La altura máxima de la subcuenca se encuentra a 1600 msnm y la mínima de 700 msnm. Posee un factor de compacidad de 1.82, que nos indica una menor tendencia a las inundaciones.

#### **1.4.4. Río Suratá**

Nace en la microcuenca del Río Suratá alto sobre la cota de los 2800 m.s.n.m. y la red hidrológica de la subcuenca está conformada por cinco corrientes tributarias delimitadas en orden ascendente para su ordenamiento y manejo por microcuencas así: Río Vetas, Río Suratá Alto, Río Charta, Río Tona y en la parte final de la microcuenca Río Suratá Bajo, conformando el tributario principal Río Suratá.

Posee un trayecto urbano en el municipio de Bucaramanga, partiendo desde el sector de Chitota o la PTAP Bosconia hasta la confluencia con el Río de Oro, en una longitud aproximada de 5,1 km.

En la **Tabla 6** se ofrece un consolidado de información complementaria de las corrientes hídricas como; cota inicial, cota final y longitud. De este resumen podemos observar que longitud de cada corriente pertenece a cada municipio y comparar estos valores con respecto a la longitud total de cada una, esto permite tener una proporción de que porcentaje de cada una de ellas transita por el sector urbano. Por ejemplo: el Río Frío tiene una gran longitud que transita por el sector urbano, cercano a la mitad de su longitud con un 43,9%, La quebrada La Iglesia en su totalidad está enmarcada en el urbanismo y, por último, El Río de Oro y El Río Suratá tienen un porcentaje bajo en el sector urbano, con el 25% y 8,2% respectivamente.

De lo anterior concluimos, que casi la tercera parte de la longitud total de estos cuerpos hídricos principales transita por el sector urbano, por lo que podríamos decir que es de gran responsabilidad velar por el saneamiento de estas corrientes hídricas.

**Tabla 6.** Clasificación de los tramos de las principales corrientes hídricas en el área objeto de estudio.

Principales corrientes hídricas en el área objeto de estudio															
Corriente	Cotas (m.s.n.m.)		LTC (km)	Tramos de las corrientes para la zona urbana											
	Ci	Cf		Bucaramanga		Floridablanca		Girón		Girón/ Floridablanca		Bucaramanga/Girón		Total	
				LU (km)	%LTC	LU (km)	%LTC	LU (km)	%LTC	LU (km)	%LTC	LU (km)	%LTC	LU (km)	%LTC
Río Frío	2.850	696	28	0	0	5,9	21,1	4,9	17,5	1,5	5,4	0	0	12,3	43,9
Quebrada La Iglesia	925	687	9,5	7	73,7	0	0	2,5	26,3	0	0	0	0	9,5	100
Río Suratá	2.800	628	62	5,1	8,2	0	0	0	0	0	0	0	0	5,1	8,2
Río de Oro	2.800	628	64,5	0	0	0	0	7,1	11	0	0	9	14	16,1	25
<b>Total</b>			<b>164</b>	<b>12,1</b>		<b>5,9</b>		<b>14,5</b>		<b>1,5</b>		<b>9</b>		<b>43</b>	

**Nomenclatura:** - Cota inicial (Ci)

- Longitud de la corriente en la zona urbana (LU)

- Cota final (Cf)

-  $(LU/LTC)*100$  está definido como (%LTC)

- Longitud Total de la Corriente (LTC)

**Fuente:** Consultor

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1. ANTECEDENTES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Dentro de la continua mejora en el sistema de alcantarillado se encuentra la formulación de planes y proyectos como; el Plan Maestro de Reposición de Redes – PMRR, el Plan Maestro de Alcantarillado Sanitario – PMS y la formulación y optimización de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales – PTAR, entre otros. Para la formulación de los diferentes planes y proyectos fue necesario justificar con argumentos la necesidad en un proceso que ya abarca gran tiempo. En este caso el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV direcciona sus objetivos hacia un sistema más eficiente y amigable con el medio ambiente.

El Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV, “es el conjunto de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas e inversiones, necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, los cuales deben estar articulados con los objetivos y las metas de calidad y uso que defina la autoridad ambiental competente para la corriente, tramo o cuerpo de agua” (Resolución 1433 de 2004). El horizonte mínimo del PSMV es de 10 años.

A continuación se hace una breve descripción en el tiempo, resaltando que así como es importante el saneamiento de las corrientes, también lo ha sido el proceso de drenaje desde su recolección hasta la descarga de las aguas, esto para destacar el arduo trabajo que anteriormente, realizó la CDMB y que actualmente es liderado por EMPAS S.A. E.S.P., obteniendo un sistema de alcantarillado Integral, que ha venido mejorando desde sus comienzos con las implicaciones de vertimientos indebidos en La Meseta de Bucaramanga, siendo uno de los detonantes de los procesos erosivos que dio nacimiento al Plan General de Control de la Erosión-PGCE, y los que se tenían y fueron generándose con el crecimiento urbano en el resto de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, y fundamentaron la formulación del Plan Integral de Saneamiento Ambiental y control pluvial de Bucaramanga y su Área Metropolitana-PISAB I y II.

## Historia

De acuerdo con el libro “70 años de la ingeniería en Santander” de la sociedad Santandereana de Ingenieros – 1937-2007, se recopila la información que argumentó la creación de la CDMB con sus diferentes planes para mitigar la erosión, realizados para la defensa solo de la meseta en un comienzo, pero que posteriormente ampliarían su zona de atención, con una misión centrada en la gestión y conservación del medioambiente y los recursos naturales renovables.

En este libro se describe que en el mes de junio de 1.952 se produjo un desmoronamiento de un pequeño tramo de la calzada de la vía de acceso al coliseo de ferias de Bucaramanga, por lo cual el recién electo alcalde de Bucaramanga Luis Fernando Sanmiguel Clavijo informó al Ministro de Obras Públicas, Doctor Jorge Leyva, sobre el proceso erosivo que comenzaba en Bucaramanga.

Se contrató con la misión técnica conocida como R.J. Tipton & Asociados, un estudio para determinar las causas de la erosión y asumir las soluciones correspondientes. Se hicieron chequeos de las lluvias y con otro grupo técnico se trabajó hasta agosto de 1.954, terminándose el estudio conocido como “Plan Tipton”.

El estudio reveló el origen del problema de la erosión, a partir de un alcantarillado inapropiado: El que se había proyectado en 1.938 era insuficiente ya que se había diseñado para una población de sólo 65.000 habitantes, y en 1960 se aproximaba a las 200.000 personas, además era antitécnico, porque tenía mil bocas y todas derramaban las aguas en los taludes.

La CDMB tuvo como objetivo fundamental brindar solución al problema de la erosión en Bucaramanga, para lo cual se diseñó un plan de trabajo luego de haber obtenido los conceptos de los estudios propios de la problemática. Este plan se dividió en dos etapas fundamentales:

Un plan básico que abarcó todos los aspectos que tenían incidencia en el problema de la erosión y que ha sido desarrollado en varios años y etapas. La primera fase comprendía la realización de diversos estudios de factibilidad técnica y económica, que permitirían planificar las obras. Una segunda fase incluiría la realización de proyectos y diseños específicos de obras civiles, a la vez que la adquisición de las zonas necesarias para adelantarlas. Se contemplaba, de otro lado, el estudio de recuperación por reforestación de tales zonas. Los mayores esfuerzos habrían de dirigirse a la construcción de las obras prospectadas, la reforestación de las áreas recuperadas y la remodelación urbana de la zona afectada por la erosión.

Paralelamente, con el plan a largo plazo, la Corporación programó un plan de ejecuciones inmediatas que permitiría eliminar los focos críticos que se presentaban en algunos lugares de Bucaramanga.

Con la cooperación de la Secretaría de Obras Públicas del Municipio se adelantaron rápidamente varias obras de carácter urgente. En 1.968 la corporación mostraba ya las primeras obras de defensa, consistentes en la canalización de las quebradas La Joya y la Rosita, y la estabilización de los taludes del Barrio La Joya, que era uno de los más afectados por la erosión.

En marzo de 1.973 se continuó con los programas trazados al comienzo para mitigar la erosión y se proveen otros para asegurar las obras de defensa y los planes complementarios. Se fortalecieron aquellas prioridades y se establecieron las políticas de recuperación urbana que habían sido señaladas en el despegue de la institución.

El Doctor Virviescas Pinzón y el grupo de técnicos bajo su mando elaboraron los estudios correspondientes para solicitar un empréstito internacional que asegurara la financiación de las obras vitales requeridas por la ciudad.

Fue así como el 31 de mayo de 1.977 se suscribió en Bogotá el préstamo con el Banco Interamericano de Desarrollo, por la suma de 7.5 millones de dólares, dirigidos a la construcción de una serie de obras civiles para el control de la erosión, distribuidas en los siguientes proyectos:

Plan Maestro de Alcantarillado, Estructuras de Vertimiento, Control de Cauces, Estabilización de Taludes y Vías Perimetrales.

Las obras programadas con el empréstito se concluyeron el 30 de abril de 1.984. Es importante resaltar la participación del Gobierno Nacional en la financiación del programa con un aporte de 19 millones de dólares.

A partir de 1.984 la CDMB, vino construyendo las obras requeridas para controlar la contaminación hídrica del Área Metropolitana, formulando el Plan Integral de Saneamiento Ambiental y control pluvial de Bucaramanga y su Área Metropolitana-PISAB I y II, con el importante concurso del Gobierno Holandés, oferente de una asesoría de casi cuatro años y la firma consultora Hidroestudios, llevándose a cabo los proyectos que dieron paso a la construcción de los Interceptores que conducen las aguas negras hasta el sitio de la PTAR Río Frío y los sistemas de saneamiento del Río de Oro y la zona Norte de Bucaramanga, aspectos que dieron beneficio integral a los tres (3) municipios que conforman el área de jurisdicción del sistema de alcantarillado que operaba la CDMB y entregado a EMPAS S.A. E.S.P. en el 2006.

Se precisa que la formulación del PSMV se inició en el año 2004 emitida por medio de la resolución 1433, la cual buscaría dar continuidad a los proyectos que en el PISAB se venían ejecutando y requerían recursos para su culminación, direccionado a los faltantes y proyectos de crecimiento para suelos de expansión urbana (concepto del nacimiento de los POT con la Ley 388/97) de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón.

## 2.2. ANÁLISIS DEL PSMV 1 (2009-2018)

Uno de los objetivos del PSMV es ir evaluando las mejoras en el sistema de alcantarillado, esto lo observamos en sus componentes; la realización del diagnóstico de la red de alcantarillado, la reducción de las cargas contaminantes, la formulación de los diferentes proyectos de alcantarillado para hacer más eficaz el sistema, los esfuerzos por aumentar el caudal tratado de aguas residuales y demás componentes con los cuales se busca el saneamiento de las corrientes urbanas, fundamentalmente con el tratamiento de las aguas residuales generadas por el sistema de alcantarillado y la eliminación de los vertimientos existentes, garantizamos la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales.

En cuanto al diagnóstico de la red de alcantarillado, comparar el nuevo PSMV 2 con el PSMV 1, permite tener un balance del comportamiento del sistema de alcantarillado y del consolidado de la infraestructura de la Red, con el que se quiere llegar a tomar estrategias o medidas en procura de tener un mejor sistema con un carácter integral.

Con el documento existente, el PSMV 1, se tiene un punto de partida en este camino direccionado hacia un sistema de alcantarillado cada vez más completo, sostenible y amigable con el medio ambiente y con este diagnóstico se pueden inferir las necesidades de programas, proyectos y actividades, como también se visiona el crecimiento y los cambios que pueda haber.

En la primera parte del documento, se llevará a cabo un diagnóstico detallado de los antecedentes del sistema de alcantarillado, el área de prestación, cobertura y población servida, la descripción de la infraestructura y de los sistemas tratamiento de aguas residuales existentes. Además de la identificación de los sistemas de drenaje sanitario principales y sus vertimientos puntuales sanitarios existentes.

En los antecedentes descritos, se resaltó la labor de la CDMB, como la entidad encargada del manejo y control ambiental de trece (13) municipios del Departamento de Santander, la cual dentro de sus funciones ha tenido la revisión, aprobación y seguimiento del PSMV para cada uno de ellos y específicamente el correspondiente para Bucaramanga, Floridablanca y Girón, bajo la responsabilidad actual de la EMPAS S.A. E.S.P. Se destaca nuevamente que la CDMB fue en su momento la entidad prestadora del servicio público de alcantarillado, pero luego de octubre de 2006 surge EMPAS S.A. E.S.P. la cual es la actual operadora del sistema en los tres municipios.

El PSMV se constituyó con la información física y documental entregada por parte de la CDMB a EMPAS S.A. E.S.P. en el momento de la creación de esta última, entre la que se encontraba la infraestructura de alcantarillado existente, la valoración de la misma, su cartografía análoga y Digital y los documentos de programación para la operación del sistema de alcantarillado y el saneamiento de las corrientes, condensados en dos (2) documentos básicos, la “Actualización del Plan Integral de Saneamiento Hídrico y control pluvial para Bucaramanga, Floridablanca y Girón-PISAB” y el “Estudio de Costos y Tarifas para la prestación del servicio de alcantarillado en los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, período 2006 – 2015”, en donde se incluye la proyección de actividades y obras del Plan Maestro de Reposición de Redes – PMRR y de expansión de redes para los tres (3) municipios.

La metodología empleada para la formulación del PSMV 1, fue la de citar y extractar apartes de los planes de la CDMB mencionados, actualizándolos y ajustándolos a las políticas de la EMPAS S.A. E.S.P. para la administración del servicio de alcantarillado. Además, se tomó como documento de apoyo elaborado por la EMPAS S.A. E.S.P., el Plan de acción, Gestión y Resultados – PAGR 2007 – 2010, el cual tiene como fuente primaria, los dos (2) documentos que se tenían de la CDMB y se adaptó la continuidad en gran parte de los proyectos de inversión, acorde a las condiciones de disponibilidad de recursos propios de la nueva empresa.

### 2.2.1. Población servida en el PSMV 1

Estaba conformada por la zona urbana de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón con 194.912 suscriptores (a dic. De 2007), los estratos subsidiados conformaban el 61% (1,2 y 3) y junto con el 4 (como neutral), sumaban del orden del 83%, los estratos solidarios (5 y 6) representaban el 7%, la parte comercial se aproximaba al 9% y en menor participación estaba el 1% con industrial y otros, esto repercutía en forma importante en los ingresos recaudados por tarifa, los cuales eran la fuente principal de aportes de inversión. En la **Tabla 7** observamos los suscriptores presentes por municipio en 2007.

**Tabla 7.** Suscriptores y participación Municipal – 2007

TIPO DE SUSCRIPTOR	SUSCRIPTORES (2007)			SUSCRIPT. TOTALES	APORTE (%)
	B/MANGA	FLORIDAB.	GIRÓN		
Estrato 1	12.708	4.853	3.937	21.498	11,0
Estrato 2	15.976	19.298	7.800	43.074	22,1
Estrato 3	28.278	18.008	8.590	54.876	28,2
Estrato 4	34.640	7.298	532	42.470	21,8
Estrato 5	3.373	3.171	60	6.604	3,4
Estrato 6	6.985	268	9	7.262	3,7
Comercial	14.785	1.705	960	17.450	9,0
Industrial	277	21	73	371	0,2
Oficial	502	132	66	700	0,4
Especial	114	28	10	152	0,1
Temporal	297	94	20	411	0,2
Provisional	19	9	16	44	0,02
<b>Subtotal</b>	<b>117.954</b>	<b>54.885</b>	<b>22.073</b>	<b>194.912</b>	<b>100</b>
<b>Participación</b>	<b>61%</b>	<b>28%</b>	<b>11%</b>	<b>100%</b>	

Fuente: EMPAS S.A. E.S.P.

Por otra parte, los asentamientos estaban excluidos dentro de la cobertura del servicio de alcantarillado operado por la EMPAS S.A. E.S.P., por ser desarrollados sin viabilidad técnica del servicio o en proceso de consolidación y/o reubicación por parte de los municipios, estos grupos representaban una población cercana a los 30 mil habitantes del año 2007 y 3.4% de la población

total proyectada de las tres (3) cabeceras municipales, la cual se aproximaba a los 885 mil habitantes. Los asentamientos eran: El Pablón, Villa Lina, Villa Patricia, Don Juan y La Torre, Zarabanda, Camilo Torres, Cuyanita, algunos sectores de Buenos aires y Buenavista, El Rincón de la Paz, Carlos Pizarro, Andina de Gas, Convivir, Granjas de Provenza, Luz de Salvación, Sectores de la Q. Guacamaya y Q. La Iglesia, Valle de los Caballeros, Riveras del Río, Las Marías, Los Bambúes, La Inmaculada, La Isla, Brisas del Río, Bellavista La Palmita, Altos del Carrizal, Suratoque, entre otros.

Estos grupos de asentamientos no estaban incluidos en los análisis de datos de población, caudales y caracterizaciones a reportar dentro del PSMV y la Tasa Retributiva, porque no eran suscriptores ni estaban operados por la EMPAS S.A. E.S.P. y eran una responsabilidad municipal, dentro de sus funciones de ordenador territorial. Por lo anterior, la cobertura del alcantarillado era del orden del 96,6%, para una población cercana a los 855 mil habitantes del año 2007.

En la **Tabla 8**, se plasmaron las poblaciones de Bucaramanga, Floridablanca y Girón existentes en 2005, compuestas por cabecera y resto, seguidamente se mostró la participación de la sumatoria de las tres cabeceras municipales a nivel departamental y nacional. Estos datos corresponden a el censo realizado por el DANE en el 2005, siendo este el último censo realizado por este departamento y la base principal de las proyecciones de población de las tres cabeceras municipales incluidas en el PSMV 2.

**Tabla 8.** Censo 2005 - Poblaciones municipales, Departamento y Nación

TERRITORIO	CABECERA	RESTO (Habitantes)	TOTAL	DISTRIB.
BUCARAMANGA	509.135	7.325	516.460	57%
FLORIDABLANCA	243.773	10.827	254.600	28%
GIRÓN	117.986	17.874	135.860	15%
<b>TOTALES:</b>	<b>870.894</b>	<b>36.026</b>	<b>906.920</b>	<b>100%</b>
DISTRIB. BFG:	96%	4%	100%	
<b>SANTANDER:</b>	1.425.893	531.882	1.957.775	4,5%
PARTICIP. EMPAS:	<b>61%</b>			
<b>COLOMBIA:</b>	31.889.299	10.999.293	42.888.592	100%
PARTICIP. EMPAS:	<b>2,7%</b>			

Fuente: DANE

En la **Tabla 9** se presentan las proyecciones de población incluidas en el PSMV 1 para los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón descritas anualmente de 2006 a 2011.

**Tabla 9.** Proyecciones Anuales de Población en Cabeceras Municipales incluidas en el PSMV 1

MUNICIPIO	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	(Habitantes)					
BUCARAMANGA	511.029	512.736	514.305	515.878	517.116	518.233
FLORIDABLANCA	245.385	246.678	247.877	248.988	250.041	251.021
GIRÓN	121.541	125.149	128.823	132.549	136.360	140.254
<b>TOTALES:</b>	<b>877.955</b>	<b>884.563</b>	<b>891.005</b>	<b>897.415</b>	<b>903.517</b>	<b>909.509</b>

Fuente: PSMV 1 (2009 – 2018)

## 2.2.2. Descripción del sistema de alcantarillado y tratamientos de aguas residuales

Se contó con la información correspondiente al estudio de valoración hecho por la CDMB en 2006, el cual fue elaborado por esta entidad para estimar el aporte de activos a EMPAS S.A. E.S.P. y basado en estimativos del consultor, de este documento se extrajo la longitud estimada de redes instaladas al 2007, por un orden de 813 Km (58% Bucaramanga, 27% Floridablanca y 15% Girón) dato que incluye los sistemas de alcantarillado tanto separado como combinado en los tres municipios de

jurisdicción de la EMPAS S.A. E.S.P., Además, del balance de pozos y sumideros como infraestructura complementaria del sistema de alcantarillado, la cual era de 18.000 unidades, tanto para pozos como sumideros. En la **Tabla 10** se consolida la información mencionada.

**Tabla 10.** Cuantificación de infraestructura de alcantarillado de Bucaramanga, Floridablanca y Girón – 2007.

INFRAESTRUCTURA	MUNICIPIO			TOTAL	Distribución
	B/MANGA	FLORIDAB.	GIRÓN		
<b>1. Alcantarillado (m)</b>					
a. Sanitario	35.000	68.312	58.558	161.870	20%
b. Pluvial	15.000	47.294	34.968	97.262	12%
c. Combinado	418.942	105.127	30.002	554.071	68%
<b>Subtotal alcant. (m):</b>	<b>468.942</b>	<b>220.733</b>	<b>123.528</b>	<b>813.203</b>	<b>100%</b>
Distribución:	58%	27%	15%		
<b>2.Pozos (u)</b>	<b>9.230</b>	<b>5.570</b>	<b>3.200</b>	<b>18.000</b>	
Distribución:	51%	31%	18%		
<b>3.Sumideros (u)</b>	<b>9.100</b>	<b>6.100</b>	<b>2.800</b>	<b>18.000</b>	
Distribución:	51%	34%	16%		

**Fuente:** Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV 1 (2009-2018) – EMPAS S.A. E.S.P.

En la **Tabla 11** se presenta el consolidado de las redes de alcantarillado de Bucaramanga, Floridablanca y Girón a 2006 clasificadas por diámetro, en un rango de 8” a 36” y otro de 1m a 2,44m.

**Tabla 11.** Dimensiones y distribución del alcantarillado de Bucaramanga, Floridablanca y Girón – 2006.

DIÁMETRO	I-INVENTARIO DE REDES – 2006			
	LONGITUD		DISTRIBUCIÓN	
	INDIVIDUAL	ACUMULADO	INDIVIDUAL	ACUMULADO
	(m)		(%)	
8”	272.346	272.346	35,7	35,7
10”	145.490	417.836	19,1	54,7
12”	86.803	504.639	11,4	66,1
14”	33.971	538.610	4,5	70,6

DIÁMETRO	I-INVENTARIO DE REDES – 2006			
	LONGITUD		DISTRIBUCIÓN	
	INDIVIDUAL	ACUMULADO	INDIVIDUAL	ACUMULADO
	(m)		(%)	
16"	50.787	589.396	6,7	77,2
18"	23.995	613.391	3,1	80,4
21"	32.194	645.585	4,2	84,6
24"	34.412	679.997	4,5	89,1
27"	11.353	691.350	1,5	90,6
30"	16.225	707.575	2,1	92,7
33"	5.023	712.598	0,7	93,4
36"	10.018	722.615	1,3	94,7
1 m	11.076	733.691	1,5	96,1
1,1 m	5.998	739.689	0,8	96,9
1,2 m	5.601	745.290	0,7	97,7
1,3 m	6.315	751.605	0,8	98,5
1,4 m	2.489	754.094	0,3	98,8
1,5 m	3.473	757.567	0,5	99,3
1,6 m	2.314	759.881	0,3	99,6
2 m	1.018	760.899	0,1	99,7
1,8 m	808	761.707	0,1	99,8
2,15 m	420	762.127	0,1	99,9
2,29 m	783	762.910	0,1	100
2,44 m	295	763.205	0,04	100
<b>TOTAL</b>	<b>763.205</b>	<b>763.205</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV 1 (2009-2018) – EMPAS S.A. E.S.P.

Se identifica un total de 813.203 m de redes de alcantarillado a 2007 para Bucaramanga, Floridablanca y Girón (ver **Tabla 10**), comparado con 1.020.341 m de redes de alcantarillado a 2017 nos indica que la red incrementó en 207.138 m aproximadamente en los últimos 10 años, representando un aumento del 25,5%. Dicha infraestructura corresponde a las redes ejecutadas por los desarrollos urbanísticos y entregadas a la empresa para su operación y se complementa con los sistemas de alcantarillado propios ejecutados por la empresa; esto demuestra el compromiso de EMPAS S.A. E.S.P. por ampliar su cobertura y brindar un mejor servicio.

Gracias al catastro del Sistema de Información Geográfica-SIG SARA con el que cuenta EMPAS S.A. E.S.P., se puede llevar un recuento más detallado y preciso año a año de las redes, dada la facilidad para almacenar, organizar y consultar la información. Esta herramienta nos permite realizar análisis estadísticos de una manera más sencilla y ordenada.

### **Sistema de Alcantarillado**

Encargado de recolectar, transportar y dar disposición final a las aguas de tipo sanitario, pluvial y combinado, mediante infraestructura hidráulicamente dimensionada que sirve de drenaje para evitar problemas de contaminación e inundación.

Las aguas sanitarias conectadas al sistema de alcantarillado corresponden principalmente a los residuos líquidos de tipo doméstico (más del 90%) y aportes menores de establecimientos comerciales, institucionales y pequeña industria, asimilable ambientalmente por la red receptora, la cual tiene como objetivo primario eliminar o evitar descargas a las corrientes, para luego ser llevadas a sitios de tratamiento contribuyendo a el saneamiento de las corrientes hídricas.

Las aguas de tipo pluvial son aportadas al sistema de alcantarillado pluvial o combinado y son originadas tanto de las precipitaciones sobre las áreas urbanizadas, en forma interna (sistema intradomiciliario) o externa mediante estructuras de captación (sumideros, cunetas, otros), como también las recibidas por otras áreas recolectadas de cauces naturales o canalizaciones y zonas verdes aferentes al sistema de alcantarillado. El objetivo del sistema de alcantarillado pluvial es evitar problemas de inundación de las áreas desarrolladas, tanto al interior de las edificaciones como en las vías y demás zonas aledañas del urbanismo, integrando adecuadamente su descarga o entrega a la corriente receptora de su drenaje, mediante condiciones hidráulicas de disipación de energía en estructuras especiales de transición con el cauce, evaluando en algunos casos, las condiciones de erosión marginal y del fondo de la corriente, que pudiese justificar la necesidad complementaria de obras de protección marginal o canalización integral.

Los alcantarillados son de tipo separado cuando los caudales residuales y de aguas lluvias son captados y transportados en forma independientes desde el interior de las viviendas en las redes intradomiciliarias y mediante conexiones domiciliarias separadas se conectan a la red sanitaria y pluvial para ser llevados hasta su entrega a tratamiento o a corriente, según corresponda. En este caso existe alcantarillado sanitario y pluvial ubicados paralelamente y en diferente nivel en su trazado en planta y perfil, respectivamente. Sus ventajas se dan porque los caudales independientes tienen buen funcionamiento cuando están conectados adecuadamente, benefician el sistema de alcantarillado para facilidad en el tratamiento de las aguas residuales y disposición de aguas lluvias a las corrientes, no producen impactos ambientales y generan facilidad operativa del sistema. Como desventaja del sistema de alcantarillado separado, se tiene cuando al interior de las edificaciones se hacen conexiones intradomiciliarias indebidas entre uno y otro sistema, generándose las conocidas conexiones erradas de tipo sanitario y pluvial, siendo las de mayor afectación ambiental la que ocasiona que los aportes sanitarios se conecten a la red pluvial, ocasionado contaminación de las corrientes saneadas. Es claro que los mayores costos de inversión se dan en este tipo de sistema, con dos (2) redes de alcantarillado, pero que, por los problemas de saneamiento y las obras en las PTAR, son la de mayor tendencia a construir.

Los alcantarillados combinados se tienen con una red unificada que capta y transporta las aguas sanitarias y pluviales hasta sitios complementarios para el tratamiento de aguas residuales y la disposición adecuada de aguas lluvias a las corrientes. Son los sistemas más comunes en los alcantarillados antiguos, en donde esta red se llevaba y entregaba a corrientes sin tratamiento, generándose los vertimientos contaminantes. Con las obras de saneamiento, estos sistemas requieren “separar” eventualmente en forma diluida sus caudales sanitarios y pluviales, con el fin de realizar la conexión de los caudales sanitarios a los interceptores maestros para traslado a las PTAR y por otra parte, mediante estructuras especiales de alivio o estructuras de separación, se deja continuar el caudal “permanente” de aguas residuales al interceptor y los excesos estimados del caudal pluvial se descargan o entregan en forma adecuada a otro colector pluvial o generalmente a la corriente de su cuenca de drenaje natural. Su ventaja se tiene en los menores costos del sistema por la red unificada, pero se tienen inconvenientes por problemas de taponamiento y obstrucciones de las estructuras de separación, que pueden llevar al desvío del caudal permanente de aguas

residuales hacia el sistema de alivio de aguas lluvias, ocasionando contaminación de las corrientes saneadas.

EMPAS S.A. E.S.P. tiene un trabajo importante de atención al programa de conexiones erradas en los sistemas separados y la atención operativa de las estructuras de separación que sirven a los colectores combinados.

En algunos sectores se tienen sistema de alcantarillado de tipo “semicombinado”, en donde nacen de una sola red intradomiciliaria y conexión domiciliaria, aportando aguas sanitarias y eventualmente aguas lluvias conectadas a un sistema de alcantarillado sanitario, en donde se podría llamar un aporte por conexiones erradas de aguas lluvias al sistema de aguas negras, pero su estimación no se hace con los parámetros normativos establecidos en las normas propias de EMPAS S.A. E.S.P. y el RAS (resolución 330/2017 y Título D/2016), el cual tiende a ser muy bajo y no refleja la realidad del gran aporte de aguas lluvias a la red, sino como lo que corresponde, es decir un caudal pluvial estimado con su área aferente y con métodos de cálculo aplicados para esos casos. En esa evaluación hidráulica y de dimensionamiento, la red sanitaria puede quedar justa o incapaz para eventos de alta precipitación y/o si realmente pudiera funcionar adecuadamente cuando estos se presenten. Es pertinente precisar que, en estos casos, la red sanitaria con conexión errada importante de aguas lluvias o “semicombinada”, no recibe aportes de aguas lluvias externas a las edificaciones, procedente de techos y las que transitan superficialmente por la escorrentía vial, captadas mediante sumideros y estructuras afines, de hacerlo pasaría a ser una red combinada y debe modelarse hidráulicamente y dimensionarse como tal.

En cuanto a la descripción del sistema de alcantarillado operado por EMPAS S.A. E.S.P. en su jurisdicción urbana, se observa que se mantiene el mismo modelo de alcantarillado descrito en el PSMV 1, en donde ha habido acciones en procura de aumentar la cobertura, optimizar los colectores existentes, aumentar el caudal tratado de las aguas residuales, realizar el continuo mantenimiento y limpieza del sistema y reposición de redes, entre otras. También se resalta la ejecución de campañas con las que se busca concientizar a las personas del buen uso de los diferentes sistemas de drenaje y de no ser causantes de la contaminación provocada por la mala disposición de residuos sólidos al sistema de alcantarillado y también de evitar las conexiones erradas en las redes que

alteran el funcionamiento óptimo del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, afectando su capacidad hidráulica y contaminación de corrientes ya saneadas.

En el PSMV 1 se habló del sistema de alcantarillado sanitario y los vertimientos existentes a 2007, del alcantarillado pluvial, del alcantarillado combinado, del sistema de tratamiento de aguas residuales y una breve descripción del Plan Maestro de Reposición de Redes – PMRR, para Bucaramanga, Floridablanca y Girón, componentes que resumiremos a continuación.

### **Alcantarillado Sanitario y vertimientos existentes**

Respecto a los sistemas de alcantarillado sanitario y los vertimientos existentes, se describió un sistema sanitario compuesto por la red que recibe las aguas sanitarias derivadas de las estructuras de separación del sistema de alcantarillado combinado, la red sanitaria del sistema de alcantarillado separado y los interceptores implementados y proyectados a la fecha, creados con el fin de descontaminar las corrientes afectadas por las descargas directas de las aguas residuales, estos últimos, desarrollados desde la implementación del PISAB en el año 1983.

Las redes de alcantarillado sanitario correspondían al 20% de la totalidad de la infraestructura en el 2007 para los tres (3) municipios, equivalente 161.870 m. Actualmente representan el 33% (340.365 m) de toda la red de alcantarillado que tiene valor de 1.020.341 m (ver **Tabla 17**), indicando estos valores el incremento de redes locales de alcantarillado e interceptores sanitarios para saneamiento de corrientes.

El perímetro sanitario se define hasta donde existen redes de acueducto y alcantarillado en funcionamiento, de forma tal que permitan derivar conexiones domiciliarias y con ello asegurar la prestación eficiente de los servicios de acueducto y alcantarillado. En el documento anterior se definía que el perímetro sanitario establecía la cobertura del sistema a nivel de contexto urbano, en donde se tiene la infraestructura capacitada para las condiciones de saturación de estos desarrollos

y se contemplan conexiones futuras por fuera de este perímetro, las cuales están definidas por las áreas de expansión urbana.

A pesar de este avance en la proyección de las redes existentes y el avance de las obras del PISAB formulado en 1.983, en 2007 se tenían una PTAR y cerca de 33 vertimientos de aguas residuales con descarga a las cuatro corrientes hídricas principales que cruzan el sector urbano; Río Frío, Quebrada La Iglesia, Río de Oro y Río Suratá, descritas en el aparte de generalidades. Vertimientos que distribuían sus descargas de la siguiente forma; 3 en Río Frío, 10 en La Quebrada La Iglesia, 14 en Río de Oro y 6 en el Río Suratá.

Actualmente con el avance de obras del PSMV se ha logrado ejecutar colectores sanitarios y conexiones entre los sistemas de drenaje, logrando la eliminación de doce (12) vertimientos y reduciendo a sólo 21 para el PSMV 2, distribuidos de la siguiente forma; 3 que descargan sus aguas en el Río Frío, 1 en la quebrada La Iglesia, 12 en el Río de Oro y 5 en el Río Suratá.

Esta reducción en el número de vertimientos se da como el cumplimiento en uno de los objetivos propuestos por el PSMV 1 y se da de la siguiente forma; en los sistemas de Vegas de Morrórico en Suratá (1), se unifican los vertimientos de Q. La Rosita, Q. La Joya y Q. Seca en un vertimiento nombrado como Q. Chimitá (2) y principalmente en la Quebrada La Iglesia (9), la cual trae múltiples beneficios para el sistema de alcantarillado, tales como; tener mejor control en las descargas, en cuestión de caracterizaciones, facilidad en el mantenimiento y tener más tramos de agua descontaminados en los cuerpos receptores, entre otros beneficios.

El PSMV 1 proyectó la eliminación de seis (6) vertimientos para reducir a veintisiete (27) en la finalización del periodo, pero se avanzó en el proceso del saneamiento eliminándose un número mayor de vertimiento hasta llegar a veintiuno (21).

Todos estos cambios en el sistema se generan proyectados en una línea de acciones encaminadas a realizar el futuro tratamiento de las aguas residuales, que es el objetivo final del PSMV, y aunque la reducción de vertimientos es un buen avance, esto debe ser complementado por obras que garanticen el tratamiento de las aguas residuales, labor en la cual el EMPAS S.A. E.S.P. trabaja arduamente gestionando la construcción de nuevas obras, como la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales - PTAR del Río de Oro.

En la **Tabla 12** se identifican y localizan los vertimientos iniciales para el PSMV 1, sus corrientes hídricas receptoras y los sistemas de drenaje.

**Tabla 12.** Vertimientos puntuales de aguas residuales – 2009 (inicio del PSMV 1)

TRAMO	CORRIENTE	No.	VERTIMIENTO	SISTEMA	TRATAMIENTO Y TIPO	PUNTOS	
Río De Oro RO4A a RO-01	Río Frio	1	Bypass PTAR Río Frio (eventual en picos)	Río Frio 1	No	2	
		2	PTAR Río Frio	Río Frio 1	Si - Convencional		
	Q. La Iglesia	3	La Angelina	Río de Oro - La Marino	No	10	
		4	La Flora - Tejar - La Salle	Río de Oro - La Marino	No		
		5	Nueva Granada - La Victoria	Río de Oro - La Marino	No		
		6	El Macho - La Bomba	Río de Oro - La Marino	No		
		7	La Guacamaya	Río de Oro - La Marino	No		
		8	Ciudadela Sur - Barrio Bucaramanga	Río de Oro - La Marino	No		
		9	Diamante II - San Luis	Río de Oro - La Marino	No		
		10	Manuela Beltrán - Ciudad Valencia	Río de Oro - La Marino	No		
		11	El Porvenir	Río de Oro - La Marino	No		
		12	La Chocoita	Río de Oro - La Marino	No		
		13	La Esmeralda	Río de Oro - La Marino	No		
	Río de Oro	14	Interceptor Río de Oro Margen Derecha	Río de Oro - La Marino	No	5	
		15	Interceptor Río de Oro Margen Izquierda	Río de Oro - La Marino	No		
		16	El Palenque	Río de Oro - La Marino	No		
		17	El Carrizal	Río de Oro - La Marino	No		
		18	Zona Industrial Chimitá	Río de Oro - La Marino	No		
		Río de Oro	19	Q. La Rosita	Meseta - Río de Oro	Si - No convencional	7
			20	Q. La Joya	Meseta - Río de Oro	Si - No convencional	
			21	Q. Seca	Meseta - Río de Oro	Si - No convencional	
			22	Q. La Cuyamita	Meseta - Río de Oro	Si - No convencional	
			23	Q. Las Navas	Meseta - Río de Oro	Si - No convencional	
	24		Q. Chapinero	Meseta - Río de Oro	Si - No convencional		
	25		Q. La Picha	Meseta - Río de Oro	Si - No convencional		
	26		Villas de San Ignacio - Café Madrid I	Norte - Río de Oro	No	2	
	27		Café Madrid II	Norte - Río de Oro	No		
Río Suratá SA-03 a SA-01	Río Suratá	28	Vegas de Morrórico Parte Alta	Norte - Suratá	No	5	
		29	Vegas de Morrórico Parte Baja	Norte - Suratá	No		
		30	Chitota	Norte - Suratá	No		
		31	Barrio Nuevo - La Escuadra	Norte - Suratá	No		
		32	Barrio Las Delicias	Norte - Suratá	No		
		33	Emisario Suratá - Kennedy	Norte - Río de Oro	No	1	

**Fuente:** Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV 1 (2009-2018) – EMPAS S.A. E.S.P.

### **Alcantarillado pluvial**

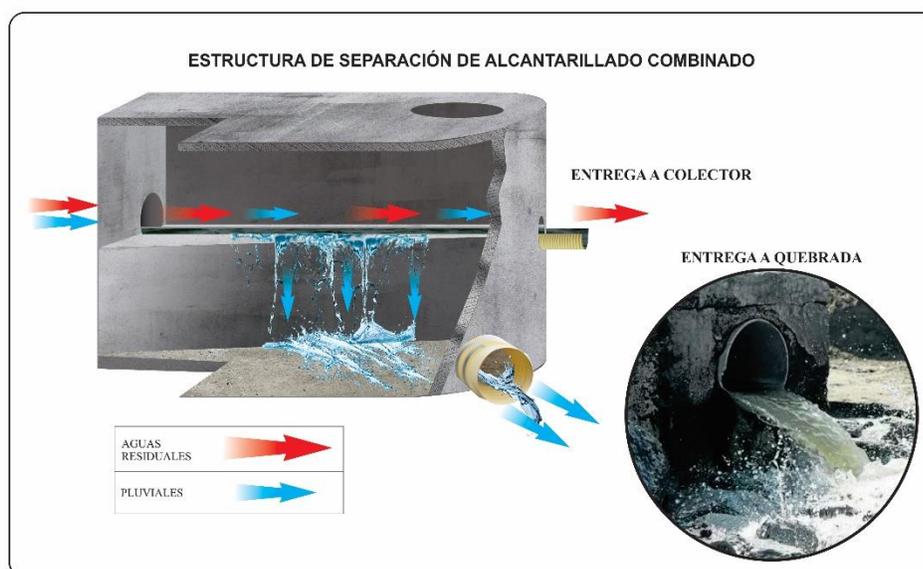
Se ubican principalmente en los sectores con alcantarillado separado mediante redes locales para el control de aguas lluvias de las nuevas urbanizaciones en los tres (3) municipios, que obedecen principalmente a los proyectos urbanísticos aprobados desde la implementación del PISABI y II (1.983), y forman parte de sistemas de drenaje separado desde el interior de las edificaciones. También se puede encontrar en colectores independientes y sectorizados, construidos para optimizar las redes combinadas y semicombinadas existentes de los desarrollos urbanos antiguos, es decir localizados principalmente en los cascos de Floridablanca y Girón y los barrios con más de 30 años de formación en el momento en que se realizó el PISAB I y II, tales como: El Reposo, La Trinidad, La Cumbre, Ciudad Valencia, Caldas, El Dorado, La Libertad, Santa Ana, Villabel, La Campiña, Eloy Valenzuela, El Poblado, Santa Cruz, entre otros, y Adicionalmente las redes de alivio de las estructuras de separación, propia de los alcantarillados combinados, las cuales descargan sus vertimientos a los cuerpos de agua más cercanos.

Estos colectores pluviales descargaban sus aguas a las corrientes más cercanas, donde en sus entregas se habían realizado estructuras especiales de disipación de energía y transición hidráulica con la corriente, con el fin de evitar procesos erosivos marginales y del fondo del cauce, dando lugar en algunos casos, a la construcción de sectores de canalización para proteger la corriente de este tipo de descargas.

La longitud de redes pluviales estimadas en el documento anterior era del orden de 97.262 m que correspondían al 12% del total de la red de alcantarillado existente. Actualmente la red de alcantarillado pluvial corresponde al 15% del total de la red de alcantarillado, representado con un valor de 152.499 m. (Ver **Tabla 17**).

## Alcantarillado combinado

Es un sistema que recoge y transporta las aguas sanitarias y pluviales en forma combinada, pero que debido a la magnitud del caudal pluvial se requiere su separación en línea para el tratamiento de sus aguas residuales (ver **Figura 10**), generando algún grado de contaminación cuando se disponen indebidamente en los cauces naturales, ya que la dilución o el sistema de separación no funciona adecuadamente.



**Figura 10.** Estructura de separación típica del alcantarillado combinado  
**Fuente:** Consultor.

Este tipo de alcantarillado es propio de la meseta de Bucaramanga y zonas antiguas de Floridablanca y Girón, en el PSMV 1 representaba el 68% de la infraestructura existente que correspondía a 554.071 m de redes (más de la mitad del total de 813.203 m). Actualmente la red de alcantarillado de tipo combinado tiene una longitud de 527.477 m y representa el 52% del total de las redes, las cuales se estiman en 1.020.341 m.

En este tipo de alcantarillado se hace necesaria la proyección de las estructuras de separación (ver **Figura 10**) con el objetivo de transportar el caudal sanitario a los interceptores, los cuales lo llevaran a las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales – PTAR, y en temporadas de lluvia, esta estructura permite el alivio del caudal de aguas lluvias descargando a la corriente más cercana. Estas estructuras son muy importantes ya que permiten disminuir los caudales pluviales de los colectores en línea combinados y por consiguiente el de entrada a las PTAR, evitando el sobredimensionamiento de esta infraestructura y facilitando el tratamiento. En el PSMV 1, se evidenció la existencia de 80 estructuras de separación construidas desde la implementación del PISAB en 1.983, actualmente, en Bucaramanga, Floridablanca y Girón existen alrededor de 97 estructuras de separación, las cuales se dividen en; 55 para el Sistema Río Frío, 28 para el Sistema Río de Oro y 14 para el Sistema Zona Norte, dicha infraestructura se detallará más adelante y se espaciará su ubicación en planos. (Ver **Anexo 4**).

### **Sistemas de Tratamiento de aguas residuales existentes.**

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Río Frío se ha realizado en el marco del Plan Integral de Saneamiento Hídrico y Control Pluvial de Bucaramanga y su Área Metropolitana (PISAB) y es la primera de las tres (o cuatro) que se tenían proyectadas y que tenían por finalidad, garantizar el completo tratamiento de las aguas residuales domésticas de Bucaramanga, Floridablanca y Girón.

La PTAR Río Frío trataba para el año 2007, las aguas residuales domésticas generadas por la población de Floridablanca (250 mil Hab.) y la zona sur de Bucaramanga (70 mil Hab.), que le permitían una capacidad instalada de 0,64 m<sup>3</sup>/s, lo que conocemos como tratamiento convencional.

Esta PTAR se encuentra ubicada en el Kilómetro 5 del anillo vial que comunica los municipios de Floridablanca y Girón en el Departamento de Santander, su diseño se inició en 1.984 con apoyo de los países bajos y las obras de la primera fase terminaron en 1.991.

La PTAR Río Frío es una sucesión lineal de unidades de tratamiento biológico, a través de las cuales las aguas residuales fluyen hidráulicamente por gravedad, mediante los sistemas preliminar [ Cribado grueso – 5 cm y fino – 3 mm, desarenador (1)], primario – anaerobio [Reactores UASB (4) ] y secundario anaerobio [ Laguna facultativa (2)], que permite principalmente la remoción de la carga orgánica en términos de  $DBO_5$ , alcanzando eficiencias del 73% y 10%, respectivamente para los sistemas primarios y secundarios y un total de 83%, para el efluente vertido al Río Frío, superando el mínimo (80%) establecido en el decreto 1954/84 y que se deberá regir por la nueva resolución 0631 de 2015, enfocado a un valor de cumplimiento de parámetros fisicoquímicos con valores límites máxima permisibles.

En el PSMV 1 se enunció que la PTAR debido a estar trabajando a su máxima capacidad en horas pico, se vio necesaria su ampliación y modernización. Como punto de partida el objetivo general del proyecto de modernización de la PTAR Río Frío es ampliar y modernizar la planta dentro del marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) para el abatimiento de Gases Efecto Invernadero (GEI).

La PTAR se proyecta para una capacidad máxima de 2,0  $m^3/s$  conformada por un sistema de cribado optimizado y 2 desarenadores, 7 reactores UASB y 4 módulos de tanque de aireación – decantador.

Los diseños de ampliación y modernización de la PTAR de Río Frío, así como el proyecto de MDL, propone la explotación y aprovechamiento del metano generado en los reactores UASB (cerca del 75% del componente del biogás y 60% del total emitido en la PTAR), mediante la implementación de

un sistema de captura, conducción, almacenamiento y generación neta de energía, que será destinada fundamentalmente para el mejoramiento del tratamiento secundario de las aguas residuales.

Se proyecta reemplazar las lagunas facultativas, por un sistema combinado aeróbico anóxico tipo lodos activados, el cual utiliza la energía producida por el biogás para la inyección de aire requerida en este tratamiento; como resultado final se obtiene un sistema secundario que no compromete el uso de energía externa para su operación.

El cambio en la tecnología dará lugar a reducciones de GEI ( $\text{CH}_4$  – y  $\text{N}_2\text{O}$ ) y del impacto por olores ofensivos del  $\text{H}_2\text{S}$  no sólo por la eliminación de las lagunas sino por la optimización del sistema de captura y biofiltración, para permitir una combustión limpia.

Actualmente el sistema de drenaje río Frío es el único que posee tratamiento convencional de aguas residuales, el cual está conformado por el total de Floridablanca y el sur de Bucaramanga con un 11%. En la PTAR Río Frío se tratan alrededor de 14 millones de  $\text{m}^3$  de agua al año, adicionalmente se le da tratamiento a los subproductos de esta, que son el lodo representados por 90 a 150  $\text{m}^3$  al mes y de biogás que son alrededor de 6.000  $\text{m}^3$  al día. Respecto a la modernización y ampliación de la PTAR Río Frío se han adelantado las obras de terminación del tanque de aireación número uno, lo que permitirá posteriormente hacer el arranque del primer tren de tratamiento anaerobio con el que se busca la reducción de los olores ofensivos. Adicionalmente, se va a ampliar la capacidad de la planta de 0,5  $\text{m}^3/\text{s}$  a 1  $\text{m}^3/\text{s}$  en la primera etapa. Es decir, cuando se ponga en funcionamiento el primer tren de tratamiento se logrará una capacidad instalada de 1  $\text{m}^3/\text{s}$ . También se gestionaron ante el Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio recursos para la terminación de las obras del UASB número 5, el cual complementa las obras de modernización de la planta de tratamiento y permitirá junto con el primer tren de tratamiento alcanzar la capacidad de 1  $\text{m}^3/\text{s}$ .

Los sistemas de drenaje Río de Oro y Norte – Suratá continúan sin tratamiento de aguas residuales, esto busca ser mitigado con el desarrollo de la nueva planta de tratamiento PTAR Río de Oro. Es así como se logró concertar con todas las entidades de la región como; la Gobernación de Santander, la Alcaldía de Bucaramanga, la Alcaldía de Girón, el Área Metropolitana de Bucaramanga, la CDMB, la ESANT y la EMPAS S.A. E.S.P. como líder del proceso, la consecución de recursos para garantizar el cierre financiero de este proyecto.

De esta manera en diciembre de 2016 se firmó el convenio número 168 que permitirá el desarrollo de la etapa de pre-inversión de la PTAR Río de Oro. Esto corresponde a todo lo que son la factibilidad y los diseños definitivos para poder de esa manera iniciar el proceso de consecución de recursos y contratación de las obras de construcción de la PTAR Río de Oro.

Actualmente la empresa adelanta una convocatoria para la etapa de preinversión (estudios de factibilidad y diseños definitivos) de la PTAR del Río de Oro, donde se estarán invirtiendo \$ 10.400 millones, el costo aproximado del proyecto es de \$ 250.000 millones, se estima que en el año 2.019 se tengan los diseños definitivos y que luego del cierre financiero y proceso constructivo, la planta sea puesta en funcionamiento para su Etapa 1 entre el 2025 y 2028 (finales del PSMV 2).

El Río de Oro es una de las corrientes que se beneficiarán con el programa de Saneamiento de Vertimientos (SAVER) del Gobierno Nacional y hace parte de las cuatro (4) cuencas priorizadas para su saneamiento.

Por otra parte, el sistema de drenaje de la meseta de Bucaramanga, con un 49% de la población municipal, cuenta con un tratamiento no convencional, el cual consta de un recorrido que realizan las aguas desde su vertimiento en la parte alta de la escarpa occidental, donde termina la zona urbanizada, hasta la entrega de sus aguas en el respectivo cuerpo de agua.

Las aguas de cada entrega pasan por una estructura de vertimiento y luego por un sector donde está realizado el control del cauce, donde en este tránsito se tiene una remoción cercana al 50% de la carga contaminante. Actualmente se realizan labores de mantenimiento preventivo o recuperación en estas estructuras para garantizar el funcionamiento correcto.

Se cuenta con alrededor de 18 entregas en zona de escarpa de esta índole, donde la empresa realiza labores de recuperación de placas de fondo, así como de los canales de entrega, los cuales son afectados por la fuerza de las mismas aguas que transportan, De no realizar el respectivo mantenimiento, lo anterior puede amenazar la estabilidad de los suelos en el sector aledaño y la de la misma estructura.

También se realizan mantenimientos preventivos de rigor debido a la saturación que sufren estos canales por efectos antrópicos. Más adelante en la sección de descripción del sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales existentes se ampliará la información correspondiente al tratamiento de aguas residuales no convencional.

### **Plan Maestro de Reposición de Redes – PMRR**

La Empresa Pública de Alcantarillado de Santander EMPAS S.A. E.S.P. está comprometida con renovar la red a medida que cumple su vida útil. Las obras son programadas anualmente para optimizar el sistema de alcantarillado, así mismo se atiende el llamado de los usuarios, quienes son los principales veedores del sistema de alcantarillado. El hecho de tener identificados los sectores de reposición de redes permite que este proceso se realice de una forma ordenada, y cabe resaltar que se tiene como prioridad la reposición por falla en un tramo, debido a su connotación de urgencia, que la reposición por cumplimiento de vida útil o las obras requeridas para expansión de infraestructura. Gracias a este plan se está fortaleciendo la responsabilidad en el componente de continuidad del servicio.

Para tener un control acerca de la longitud de redes que se actualizan o renuevan, se cuenta con un indicador de reposición de redes para mejorar el funcionamiento del sistema; en el **Tabla 13** se muestra el seguimiento de la longitud de reparación y reposición de infraestructura de alcantarillado semestral y anual para las vigencias 2009 a 2017, en donde para el periodo se proyectó reponer cerca de 40,5 km y se renovó 61,8 km, siendo 52,6 % superior a lo estimado, producto de recursos propios y gestión empresarial de apoyo externo para adelantar el PMRR.

**Tabla 13.** Longitud de reparación y reposición de infraestructura PMSV 1 (2009-2018)

AÑO	REPARACIÓN Y REPOSICIÓN DE INFRAESTRUCTURA			PROYECTADO AÑO (m)
	LONGITUD EJECUTADA (m)			
	SEMESTRE I	SEMESTRE II	TOTAL AÑO	
2009	---	5.781	5.781	4.500
2010	6.381	2.756	9.137	4.500
2011	3.335	6.103	9.438	4.500
2012	2.030	5.247	7.277	4.500
2013	3.002	5.837	8.839	4.500
2014	2.846	2.042	4.888	4.500
2015	3.735	1.909	5.644	4.500
2016	1.071	3.967	5.038	4.500
2017	1.213	4586	5.799	4.500
<b>TOTAL</b>	<b>23.613</b>	<b>38.228</b>	<b>61.841</b>	<b>40.500</b>

**Fuente:** EMPAS S.A. E.S.P.

### 3. DIAGNÓSTICO

La realización del diagnóstico se basó en la revisión del Sistema de Información Geográfica del catastro de redes SARA, salidas de campo y de información existente en las diferentes bases de datos como planos, libros, normas y demás archivos, que permitieron realizar el consolidado de la información necesaria para el desarrollo del documento.

#### 3.1. ÁREA DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO, SUSCRIPTORES, COBERTURA ACTUAL Y POBLACIÓN SERVIDA PARA EL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS - PSMV (2019 – 2028)

La base de suscriptores perteneciente al área comercial de EMPAS S.A. E.S.P. permite vislumbrar el área de prestación del servicio, cobertura y población servida. La población servida está conformada por la zona urbana de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, la cual cuenta con 261.337 usuarios (a abril de 2017), representados en la **Tabla 14**.

De esta información se observa que los estratos subsidiados están presentes con el 56,5 % (1, 2 y 3) y sumados con el estrato 4 (como neutral), suman 81,8 %, los estratos solidarios (5 y 6), representan el 8,5% y la parte comercial se aproxima al 8,9%, y en menor participación (0,8%), se tiene industrial y otros.

**Tabla 14.** Suscriptores y participación Municipal. – abril de 2017

TIPO DE SUSCRIPTOR	SUSCRIPTORES Abr. - 2017			SUSCRIPT. TOTALES	APOORTE (%)
	B/MANGA	FLORIDAB.	GIRÓN		
Estrato 1	14.881	5.574	4.923	25.378	9,7%
Estrato 2	21.818	23.330	9.758	54.906	21,0%
Estrato 3	36.380	20.649	10.334	67.363	25,8%
Estrato 4	50.742	13.718	1.769	66.229	25,3%
Estrato 5	5.680	6.801	13	12.494	4,8%
Estrato 6	8.760	849	2	9.611	3,7%
Comercial	18.624	3.024	1.691	23.339	8,9%
Industrial	56	10	27	93	0,04%
Oficial	522	151	76	749	0,3%
Especial	144	53	21	218	0,1%
Temporal	603	171	83	857	0,3%
Provisional	57	15	28	100	0,04%
<b>Subtotal</b>	<b>158.267</b>	<b>74.345</b>	<b>28.725</b>	<b>261.337</b>	<b>100%</b>
<b>Participación</b>	<b>61%</b>	<b>28%</b>	<b>11%</b>	<b>100%</b>	

**Fuente:** Comercial EMPAS S.A. E.S.P.

El crecimiento de los usuarios adscritos a la Empresa Pública de Alcantarillado de Santander EMPAS S.A. E.S.P fue de aproximadamente 66.425 suscriptores, lo que representa un crecimiento del 3 % anual.

En la **Tabla 15** se observa un cuadro comparativo entre en los suscriptores de 2007 y los del 2017. Se observa una pequeña disminución de suscriptores de los estratos 1, 2 y 3 (-4,8%) y un aumento de los estratos 4 y 5 (4,9%), pasando del 61,3 % en el 2007 para los tres primeros al 56,5 % en el 2017 y aumentado del 25,2 % al 30,1 % en los estratos 4 y 5 en el mismo periodo, estos datos permitirán un mejor equilibrio entre los estratos y sus subsidios solidarios, apoyando también el sistema tarifario de la empresa.

Se reitera que la cobertura para los usuarios formales se acercaría al 100%, pero que en cada uno de los municipios se tienen algunos asentamientos humanos por fuera del perímetro urbano y con cierta factibilidad del servicio de alcantarillado, pero que deben surtir un trámite de legalización para incorporación al suelo urbano, de igual forma, otros sectores menores se encuentran en zona de riesgo alto no mitigable y/o sin condiciones técnicas para llegar al servicio de alcantarillado, llevando a un balance de cobertura que oscila entre 95 y 96%, en la medida que estos sectores poseen pilas públicas y serían potenciales suscriptores para el futuro servicio individual.

**Tabla 15.** Cuadro comparativo de los suscriptores del sistema de Alcantarillado de 2007 y los de 2017

<b>CUADRO COMPARATIVO DE SUSCRIPTORES</b>											
TIPO DE SUSCRIPTOR	BUCARAMANGA		FLORIDABLANCA		GIRÓN		SUSCRIPTORES TOTALES		APORTE (%)		CAMBIO APORTE (%)
	AÑO		AÑO		AÑO		AÑO		AÑO		
	2007	2017	2007	2017	2007	2017	2007	2017	2007	2017	
Estrato 1	12.708	14.881	4.853	5.574	3.937	4.923	21.498	25.378	11	9,7	-1,3
Estrato 2	15.976	21.818	19.298	23.330	7.800	9.758	43.074	54.906	22,1	21	-1,1
Estrato 3	28.278	36.380	18.008	20.649	8.590	10.334	54.876	67.363	28,2	25,8	-2,4
Estrato 4	34.640	50.742	7.298	13.718	532	1.769	42.470	66.229	21,8	25,3	3,6
Estrato 5	3.373	5.680	3.171	6.801	60	13	6.604	12.494	3,4	4,8	1,4
Estrato 6	6.985	8.760	268	849	9	2	7.262	9.611	3,7	3,7	-0,05
Comercial	14.785	18.624	1.705	3.024	960	1.691	17.450	23.339	9	8,9	-0,02
Industrial	277	56	21	10	73	27	371	93	0,2	0,04	-0,2
Oficial	502	522	132	151	66	76	700	749	0,4	0,3	-0,1
Especial	114	144	28	53	10	21	152	218	0,1	0,1	0,01
Temporal	297	603	94	171	20	83	411	857	0,2	0,3	0,1
Provisional	19	57	9	15	16	28	44	100	0,02	0,04	0,02
<b>Subtotal</b>	<b>117.954</b>	<b>158.267</b>	<b>54.885</b>	<b>74.345</b>	<b>22.073</b>	<b>28.725</b>	<b>194.912</b>	<b>261.337</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	
<b>Participación</b>	<b>60,5%</b>	<b>60,6%</b>	<b>28,2%</b>	<b>28,4%</b>	<b>11,3%</b>	<b>11,0%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>			

Fuente: Comercial EMPAS S.A. E.S.P. y elaborado por el Consultor

### 3.1.1. Proyecciones de población

Se realizó la proyección de población para Bucaramanga, Floridablanca y Girón teniendo en cuenta el método que mejor se ajustó a la tendencia observada en los censos realizados para cada municipio, todos estos censos han sido realizados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE, posteriormente, para tener un mejor grado de certeza en los resultados se tomaron varias tasas de crecimiento a lo largo del periodo de proyección en cada municipio. En la **Tabla 16** se observan las proyecciones anuales de población en cabeceras municipales con las tasas de crecimiento usadas para cada municipio.

En el **Anexo 1** se realiza el análisis detallado, de donde se obtuvieron los datos mostrados en la **Tabla 16**.

**Tabla 16.** Proyecciones anuales de población en cabeceras municipales.

PROYECCIÓN DE POBLACIÓN-MÉTODO GEOMÉTRICO							
Año	Bucaramanga		Floridablanca		Girón		Total Habitantes B/F/G
	Tasa de crecimiento (i)	Habitantes	Tasa de crecimiento (i)	Habitantes	Tasa de crecimiento (i)	Habitantes	
2018	0,99%	584.731	1,71%	311.794	2,23%	164.301	1.060.826
2019		590.504		317.136		167.960	1.075.599
2020		596.334		322.569		171.700	1.090.603
2021		602.222	1,58%	327.659	2%	175.141	1.105.021
2022		608.168		332.829		178.650	1.119.646
2023		614.172		338.081		182.229	1.134.482
2024		620.236		343.415		185.881	1.149.532
2025		626.360		348.834		189.605	1.164.799
2026	0,92%	632.115	1,46%	353.936	1,82%	193.058	1.179.108
2027		637.922		359.112		196.574	1.193.607
2028		643.783		364.364		200.153	1.208.300

Fuente: Consultor

### 3.2. CATASTRO DE REDES, DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EXISTENTE.

De acuerdo con el catastro de redes del SARA que posee la EMPAS, el cual tiene un avance superior al 95% de recopilación de la información de la infraestructura del sistema de alcantarillado de los tres (3) municipios, se consolidó la información en la **Tabla 17** y las secuentes de este capítulo, en donde se observa que el municipio de Bucaramanga cuenta con el mayor porcentaje de alcantarillado combinado, con un valor de 77%, en comparación con los otros dos (2) municipios en donde se tiene más alcantarillado separado, con un valor para el alcantarillado sanitario de 51% en Floridablanca y 53% en Girón, más de la mitad del alcantarillado, por otro lado, los valores correspondientes al alcantarillado pluvial son de 23% y 28% para Floridablanca y Girón respectivamente.

También se puede extraer de esta tabla la cantidad de pozos y sumideros existente para cada uno de los tres (3) municipios, así como la longitud total de sus redes clasificada en el tipo de alcantarillado hasta el año 2017.

Es de resaltar que del total de las redes de alcantarillado el 51,7% de estas son de tipo combinado, lo que induce a que requiera un número importante de estructuras de separación de caudales para repartir en forma diluida sus aportes de aguas negras a los colectores sanitarios para su posterior saneamiento en las PTAR y los alivios de excesos de aguas lluvias para descargar en forma adecuada a las corrientes receptoras. Las estructuras de separación se encuentran identificadas para cada uno de los sistemas y forman parte de la infraestructura complementaria que es sensible a taponamientos y obstrucciones y requiere de atención permanente operativa para evitar anomalías en su funcionamiento y repercuta en contaminación de las corrientes ya saneadas.

**Tabla 17.** Cuantificación del alcantarillado de Bucaramanga, Floridablanca y Girón – 2017

INFRAESTRUCTURA	MUNICIPIO 2017			TOTAL	Distribución
	B/MANGA	FLORIDAB.	GIRÓN		
<b>1. Alcantarillado (m)</b>					
a. Sanitario	90.340	152.734	97.291	340.365	33%
b. Pluvial	33.812	67.604	51.083	152.499	15%
c. Combinado	414.251	79.334	33.891	527.477	52%
<b>Subtotal alcant. (m):</b>	<b>538.403</b>	<b>299.672</b>	<b>182.265</b>	<b>1.020.341</b>	<b>100%</b>
Distribución:	53%	29%	18%		
<b>2. Pozos (u)</b>	<b>15.575</b>	<b>9.568</b>	<b>5.476</b>	<b>30.619</b>	
Distribución	51%	31%	18%		
<b>3. Sumideros (u)</b>	<b>7.745</b>	<b>2.437</b>	<b>1.079</b>	<b>11.261</b>	
Distribución	69%	22%	10%		

**Fuente:** SARA-Catastro de redes de la EMPAS

El inventario del sistema de alcantarillado a 2017 está compuesto por 1.020.341 km redes, incrementando en un 25,5% comparado con el año 2007 que se contaba con 813,203 km.

En la **Tabla 18** se puede observar un inventario de las redes del sistema de alcantarillado clasificadas por diámetro en cuatro rangos principales; el primer rango es la longitud de tubería con diámetro <8", seguidamente se observa la longitud de tubería con diámetro entre 8" y 36", luego la longitud de tubería con un diámetro entre 1 m y 2,39 m, y por último la longitud de red con diámetro >2,39 m, para un total de 1.020.341 m.

**Tabla 18.** Dimensiones y distribución del alcantarillado de Bucaramanga, Floridablanca y Girón - 2017.

DIÁMETRO	I-INVENTARIO DE REDES-2017			
	LONGITUD		DISTRIBUCIÓN	
	INDIVIDUAL	ACUMULADO	INDIVIDUAL	ACUMULADO
	(m)		(%)	
<8"	23.847	23.847	2,3	2,3
8"	328.997	352.845	32,2	34,6
10"	189.191	542.036	18,5	53,1
12"	136.100	678.136	13,3	66,5
14"	37.086	715.222	3,6	70,1
15"	76	715.298	0,01	70,1
16"	79.867	795.165	7,8	77,9
18"	34.875	830.040	3,4	81,3
20"	6.743	836.783	0,7	82,0
21"	28.146	864.929	2,8	84,8
24"	47.402	912.331	4,6	89,4

DIÁMETRO	I-INVENTARIO DE REDES-2017			
	LONGITUD		DISTRIBUCIÓN	
	INDIVIDUAL	ACUMULADO	INDIVIDUAL	ACUMULADO
	(m)		(% )	
26"	550	912.881	0,1	89,5
27"	24.570	937.450	2,4	91,9
28"	733	938.183	0,1	91,9
29"	359	938.542	0,04	92,0
30"	13.553	952.095	1,3	93,3
31"	1.525	953.621	0,1	93,5
33"	6.456	960.076	0,6	94,1
35"	959	961.035	0,1	94,2
36"	11.240	972.275	1,1	95,3
1m	15.183	987.458	1,5	96,8
1,04m	93	987.552	0,01	96,8
1,07m	105	987.657	0,01	96,8
1,1m	6.379	994.036	0,6	97,4
1,2m	6.253	1.000.288	0,6	98,0
1,3m	5.677	1.005.966	0,6	98,6
1,4m	2.871	1.008.836	0,3	98,9
1,5m	3.772	1.012.609	0,4	99,2
1,6m	2.993	1.015.602	0,3	99,5
1,7m	280	1.015.882	0,03	99,6
1,8m	1.111	1.016.992	0,1	99,7
1,9m	272	1.017.264	0,03	99,7
2m	2.098	1.019.362	0,2	99,9
2,11m	702	1.020.064	0,1	100,0
2,39m	162	1.020.226	0,02	100,0
>2,39 m	115	1.020.341	0,01	100,0
<b>TOTAL</b>	<b>1.020.341</b>	<b>1.020.341</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: SARA

### 3.2.1. Clasificación de la red de alcantarillado según su material

La red de alcantarillado de Bucaramanga, Floridablanca y Girón está compuesta principalmente de tuberías rígidas (Gres, Concreto, ladrillo) en un 79% de la longitud y el restante 21% de la longitud lo conforman las tuberías flexibles (PVC, PRFV, PEAD), para un total de 28.369 tramos aproximadamente. Es importante tener en cuenta que gran parte de la red requiere ser incluida en programas del PMRR, evaluando sus condiciones hidráulicas y estructurales, logrando con esto optimizar la red de alcantarillado en cada reposición. La **Tabla 19** muestra las tuberías instaladas clasificadas por material al año 2017.

**Tabla 19.** Tramos clasificados por material – 2017

<b>Tramos clasificados por material</b>				
<b>MATERIAL</b>	<b>TRAMOS (u)</b>	<b>DISTRIBUCIÓN DE TRAMOS (%)</b>	<b>LONGITUD (m)</b>	<b>DISTRIBUCIÓN (%)</b>
ARMCO	28	0,1%	1.618	0,2%
CONCRETO REFORZADO	2.307	8,1%	105.840	10,4%
CONCRETO SIMPLE	2.012	7,1%	105.599	10,3%
GRES	16.854	59,4%	578.516	56,7%
LADRILLO	227	0,8%	14.011	1,4%
POLIESTER REFORZADO F.V.	6	0,02%	186	0,02%
PVC	6.730	23,7%	203.067	19,9%
NO DETERMINADO	205	0,7%	11.504	1,1%
<b>TOTAL</b>	<b>28.369</b>	<b>100%</b>	<b>1.020.341</b>	<b>100%</b>

Fuente: SARA

### 3.2.2. Pozos de inspección

Se realizó para cada uno de los municipios una clasificación de los pozos de inspección según el tamaño del diámetro. En la **Tabla 20** se presentan los resultados, encontrándose que los diámetros que prevalecen en los tres (3) municipios son los menores a 1,20 m (96%).

**Tabla 20.** Pozos de inspección por tamaño – 2017

<b>Pozos de Inspección por Tamaño</b>					
<b>Municipio</b>		<b>Dp ≤ 1.20</b>	<b>1.20 &lt; Dp ≤ 1.80</b>	<b>Dp &gt; 1.80</b>	<b>Total</b>
<b>BUCARAMANGA</b>	<b>Valor (u)</b>	14.994	463	118	15.575
	<b>Propio</b>	96%	3%	1%	100%
	<b>B/F/G</b>	51%	52%	52%	51%
<b>FLORIDABLANCA</b>	<b>Valor (u)</b>	9.284	199	85	9.568
	<b>Propio</b>	97%	2%	1%	100%
	<b>B/F/G</b>	31%	23%	37%	31%
<b>GIRÓN</b>	<b>Valor (u)</b>	5.230	221	25	5.476
	<b>Propio</b>	96%	4%	0,5%	100%
	<b>B/F/G</b>	18%	25%	11%	18%
<b>TOTAL</b>	<b>Valor (u)</b>	29.508	883	228	30.619
	<b>B/F/G</b>	96%	3%	1%	100%

Fuente: SARA

Las tapas de los pozos de inspección en su mayoría son en concreto reforzado (57,8%), combinada con núcleo en Hierro Fundido y concreto reforzado (30,2%) y en Hierro fundido (12%). En la **Tabla 21** se puede observar una clasificación de los pozos de inspección por tapa.

**Tabla 21.** Pozos de inspección por Tapa – 2017

Pozos de Inspección por Tapa-SARA					
Municipio		HIERRO	HIERRO CONCRETO	CONCRETO	Total
BUCARAMANGA	Valor (u)	2.779	3.836	8.741	15.356
	Propio	18%	25%	57%	100%
	B/F/G	75%	42%	49%	50%
FLORIDABLANCA	Valor (u)	568	3.428	5.569	9.565
	Propio	6%	36%	58%	100%
	B/F/G	15%	37%	31%	31%
GIRÓN	Valor (u)	342	1.968	3.388	5.698
	Propio	6%	35%	59,5%	100%
	B/F/G	9%	21%	19%	19%
TOTAL	Valor (u)	3.689	9.232	17.698	30.619
	B/F/G	12%	30%	58%	100%

Fuente: SARA

### 3.2.3. Sumideros

Se realizó la clasificación de los sumideros existentes en Bucaramanga, Floridablanca y Girón de acuerdo al tipo de sumidero (Lateral-L, Transversal-T) y a su conexión al sistema de alcantarillado (A pozo, A red), como se muestra en la **Tabla 22** y **Tabla 23** respectivamente, en donde se puede apreciar que la mayor cantidad de sumideros son laterales con el 83% y el mayor tipo de conexión es a pozo con un valor del 85%.

**Tabla 22.** Sumideros por tipo – 2017

<b>Sumideros por tipo</b>				
<b>Municipio</b>		<b>Lateral-L</b>	<b>Transversal-T</b>	<b>Total</b>
<b>BUCARAMANGA</b>	<b>Valor (u)</b>	7.028	717	7.745
	<b>Propio</b>	91%	9%	100%
	<b>B/F/G</b>	75%	38%	69%
<b>FLORIDABLANCA</b>	<b>Valor (u)</b>	1.728	709	2.437
	<b>Propio</b>	71%	29%	100%
	<b>B/F/G</b>	18%	37%	22%
<b>GIRÓN</b>	<b>Valor (u)</b>	603	476	1.079
	<b>Propio</b>	56%	44%	100%
	<b>B/F/G</b>	6%	25%	10%
<b>TOTAL</b>	<b>Valor (u)</b>	9.359	1.902	11.261
	<b>B/F/G</b>	83%	17%	100%

Fuente: SARA

**Tabla 23.** Sumideros por conexión al sistema de alcantarillado – 2017

<b>Sumideros por Conexión</b>				
<b>Municipio</b>		<b>A pozo</b>	<b>A red</b>	<b>Total</b>
<b>BUCARAMANGA</b>	<b>Valor (u)</b>	6.320	1.425	7.745
	<b>Propio</b>	82%	18%	100%
	<b>B/F/G</b>	66%	86%	69%
<b>FLORIDABLANCA</b>	<b>Valor (u)</b>	2.322	115	2.437
	<b>Propio</b>	95%	5%	100%
	<b>B/F/G</b>	24%	7%	22%
<b>GIRÓN</b>	<b>Valor (u)</b>	967	112	1.079
	<b>Propio</b>	90%	10%	100%
	<b>B/F/G</b>	10%	7%	10%
<b>TOTAL</b>	<b>Valor (u)</b>	9.609	1.652	11.261
	<b>B/F/G</b>	85%	15%	100%

Fuente: SARA

### 3.2.4. Estructuras de separación

En el PSMV 1 se tenían 80 estructuras (Río Frío-48, Río de Oro-22, Norte-10) distribuidas por los sistemas de drenaje que se describirán más adelante; de la información actualizada del SARA se encortaron algunas estructuras adicionales que llegan a cerca de 97 (Río Frío-55, Río de Oro-28, Norte-14).

### 3.2.5. Sistemas de alcantarillado sanitario y vertimientos existentes

Las redes de alcantarillado sanitario corresponden al 33% del total, siendo Floridablanca el municipio con mayor porcentaje de alcantarillado de este tipo (45% total y 51% propia). Para la infraestructura propia de Girón es el mayor tipo de red (53%) y Bucaramanga tiene la menor proporción de su sistema de alcantarillado (17%). En la **Tabla 24** se realiza una clasificación del alcantarillado sanitario por el tipo de material, en donde se observa que el 70,4% de las redes sanitarias son en GRES y el 25,6% en PVC, indicando que se tiene tubería rígida instalada con una edad importante que se acercaría a su vida útil y esto justificaría su pronta renovación.

**Tabla 24.** Cantidad de alcantarillado Sanitario distribuido por material – 2017

Material	Alcantarillado Sanitario B/F/G			
	Tramos (u)	Distribución (%)	Longitud (m)	Distribución (%)
ARMCO	1	0,01%	72	0,02%
CONCRETO REFPRZADO	250	2,4%	12.689	3,7%
CONCRETO SIMPLE	14	0,1%	644	0,2%
GRES	7.023	68,2%	239.643	70,4%
LADRILLO	1	0,01%	97	0,03%
POLIESTER REFORZADO F.V.	4	0,04%	121	0,04%
PVC EXTRUSIONADO	2.379	23,1%	70.135	20,6%
PVC PERFILADO	619	6,0%	16.963	5,0%
<b>Total</b>	<b>10.291</b>	<b>100%</b>	<b>340.365</b>	<b>100%</b>

Fuente: CONSULTOR

Dentro de los alcances del PSMV 1 se propuso eliminar seis (6) vertimientos (se pasaría de 33 a 27 puntos), los cuales serían el bypass de la PTAR Río Frío, unificar Vegas de Morrórico I y II y cuatro (4) vertimientos del subsistema Quebrada La Iglesia, en el balance a diciembre de 2017, se tiene la reducción en un total de doce (12) vertimientos, siendo mayor a los programados, aclarando que por aspectos financieros al requerirse mayores recursos de los estimados y por avance de las etapas constructivas de la Modernización de la PTAR Río Frío, no fue posible reducir a un solo vertimiento este sistema y eventualmente (en periodos picos de los caudales afluentes a la PTAR) por limitaciones de la capacidad instalada es necesario aliviar caudales excedentes en la línea del

bypass sin tratamiento y con descarga directa al Río Frío, justificando las obras faltantes de la II Etapa. La unificación de los vertimientos de Vegas de Morrорico se logró y para el subsistema Quebrada La Iglesia se eliminaron nueve (9) de los diez (10) vertimientos existentes, superando lo proyectado en el PSMV, algo que se advertía en el documento anterior. Integrando los vertimientos eliminados se alcanzó un total de doce (12), con lo cual se redujo de 33 a 21 puntos de vertimiento y estos serán los que darán inicio al PSMV 2 (En el capítulo de Proyección de Cargas Contaminantes se presenta esta justificación). En la **Tabla 25** se indican los puntos de vertimiento eliminados.

**Tabla 25.** Puntos de vertimientos de aguas residuales eliminados en el PSMV-1 (2009-2018)

VERTIMIENTOS ELIMINADOS DEL PSMV 1			
CORRIENTE	No.	VERTIMIENTO	SISTEMA
Q. La Iglesia	1	La Flora - Tejar - La Salle	Río de Oro - La Marino
	2	Nueva Granada - La Victoria	Río de Oro - La Marino
	3	El Macho - La Bomba	Río de Oro - La Marino
	4	La Guacamaya	Río de Oro - La Marino
	5	Diamante II - San Luis	Río de Oro - La Marino
	6	Manuela Beltrán - Ciudad Valencia	Río de Oro - La Marino
	7	El Porvenir	Río de Oro - La Marino
	8	La Chocoita	Río de Oro - La Marino
	9	La Esmeralda	Río de Oro - La Marino
Río de Oro	10 y 11	Q. Seca	Meseta-Río de Oro
		Q. Rosita	Meseta-Río de Oro
		Q. Joya	Meseta-Río de Oro
Río Suratá	12	Vegas de Morrорico Parte Alta	Norte - Suratá

**Fuente:** CONSULTOR

Los vertimientos descargan a las 4 corrientes que cruzan el sector urbano; Río Frío, Quebrada La Iglesia, Río de Oro y Río Suratá, en los tres tramos que identifica la autoridad ambiental como Río Frío, Río de Oro y Suratá.

En la **Tabla 26** se identifican los vertimientos actuales, las corrientes a las que descargan y el sistema al que pertenecen. Ver **Anexo 2** – Vertimientos.

**Tabla 26.** Vertimientos de aguas residuales de Bucaramanga, Floridablanca y Girón – 2017

VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES EN BUCARAMANGA, FLORIDABLANCA Y GIRÓN- 2017				
TRAMO	CORRIENTE	Id. No.	VERTIMIENTO	SISTEMA
Río Frío	Río Frío	1	Bypass PTAR Río Frío (eventual en picos)	Río Frío 1
		2	PTAR Río Frío	Río Frío 1
		3	La Angelina	Río de Oro
Río de Oro RO4A a RO-01	Q. La Iglesia	4	Ciudadela Sur - Barrio Bucaramanga	Río de Oro
	Río de Oro	5	Iglesia Final	Río de Oro
		6	Interceptor Río de Oro Margen Derecha	Río de Oro
		7	El Palenque	Río de Oro
		8	Río de Oro	Río de Oro
		9	Zona Industrial Chimitá	Río de Oro
		10	Q. Chimitá	Meseta - Río de Oro
		11	Q. La Cuyamita	Meseta - Río de Oro
		12	Q. Las Navas	Meseta - Río de Oro
		13	Q. Chapinero	Meseta - Río de Oro
		14	Q. La Picha	Meseta - Río de Oro
		15	Villas de San Ignacio - Café Madrid I	Norte - Río de Oro
		16	Café Madrid II	Norte - Río de Oro
		Río Suratá SA-03 a SA-01	Río Suratá	17
18	Chitota			Norte - Suratá
19	Barrio Nuevo - La Escuadra			Norte - Suratá
20	Barrio Las Delicias			Norte - Suratá
21	Emisario Suratá - Kennedy			Norte - Río de Oro

Fuente: CONSULTOR

En la **Tabla 27** se observa el resumen de los vertimientos para cada uno de los sistemas y municipios.

**Tabla 27.** Puntos de vertimientos de aguas residuales por sistema de drenaje – 2017

SISTEMA	PUNTOS	MUNICIPIO	PUNTOS
Río Frío	2	Bucaramanga	12
Río de Oro	7	Floridablanca	2
Norte - Río de Oro	3	Girón	7
Meseta - RO	5	<b>TOTAL</b>	<b>21</b>
Norte - Surata	4		
<b>TOTALES</b>	<b>21</b>		

Fuente: Consultor

### 3.2.6. Sistema de alcantarillado Pluvial existente

La longitud de las redes de alcantarillado pluvial es del orden de 152 km, lo que representa un 15% de la red total, siendo Floridablanca el municipio con mayor aporte de este tipo de alcantarillado, acercándose al 45%, seguido de Girón (33%) y finalmente Bucaramanga (22%); evidenciado que en su sistema de alcantarillado se destacan las redes separadas, en donde los problemas de conexiones erradas se tienen en la operación de la infraestructura. La distribución por material del alcantarillado de tipo pluvial para los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón se presenta en la **Tabla 28**, observando que alrededor del 60% de las redes pluviales están construidas en tubería de Gres, el 28% en PVC y el 12% en concreto reforzado. Nuevamente se tiene la prevalencia de las tuberías rígidas de edad mayor (a 20 o 25 años) que justificará su pronta renovación o actualización.

**Tabla 68.** Alcantarillado pluvial distribuido por material – 2017

Material	Alcantarillado Pluvial B/F/G			
	Tramos (u)	Distribución (%)	Longitud (m)	Distribución (%)
CONCRETO REFORZADO	565	11,6%	18.355	12,0%
CONCRETO SIMPLE	29	0,6%	1.123	0,7%
GRES	2.832	57,9%	91.010	59,7%
LADRILLO	2	0,04%	38	0,02%
POLIESTER REFORZADO F.V.	2	0,04%	68	0,04%
PVC EXTRUSIONADA	1.142	23,4%	32.443	21,3%
PVC PERFILADA	314	6,4%	9.459	6,2%
NO DETERMINADO	1	0,02%	2	0,001%
<b>Total</b>	<b>4.887</b>	<b>100,0%</b>	<b>152.498</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: SARA

Un problema de los alcantarillados separados, además de los aparentes costos, se dan en el uso racional que la comunidad haga sobre él, al presentarse reformas permanentes en edificaciones y por desconocimiento hacen conexiones indebidas de los caudales, llevando a las típicas conexiones erradas, que generan trabajos operativos de evaluación ya no de 40 ó 50 estructuras de separación, como sucede en los sistemas combinados, sino de 100 o más viviendas de un conjunto residencial, al que se le debe exigir los correctivos respectivos, que al multiplicarse por varios barrios y en todos los municipios, un problema de gran magnitud, dispendioso de concertación y ajuste.

### **3.2.7. Sistemas de alcantarillado combinado existente**

El alcantarillado combinado existe principalmente en los cascos urbanos, en las zonas antiguas y representan la mayor infraestructura con 527.477 m (52%). Destaca el mayor aporte de Bucaramanga con el 79% de la red (414.251 m), siendo este tipo de alcantarillado el predominante en el Sistema La Meseta; para Floridablanca el alcantarillado combinado es de 79.334 m (15%) y Girón tiene 33.891 m (6%).

El alcantarillado combinado predominante en las zonas más antiguas de cada ciudad, tenían entrega a corrientes o estructuras especiales de vertimiento (Sector La Meseta), conllevando a la necesidad de proyectar sistemas de separación de caudales para distribuir los aportes sanitarios a redes colectoras para el saneamiento de las corrientes y entregas hidráulicamente controladas de las aguas lluvias a los cauces receptores. Este proceso de división de caudales dio nacimiento a las estructuras de separación o alivio de los alcantarillados combinados, especialmente con la implementación del PISAB I y II y sus Interceptores que recibían los caudales sanitarios diluidos al sistema. En el PSMV 1 se contaba inicialmente con 80 estructuras de separación para los tres sistemas principales de drenaje (Río Frío [48], Río de Oro [22] y Norte [10]) y el balance final del periodo incrementó a 97, producto de nuevas obras de saneamiento en los diferentes sistemas (Río Frío [55], Río de Oro [28] y Norte [14]).

En la **Tabla 29** se observa la distribución del alcantarillado combinado según el tipo de material, destacándose nuevamente el gres con el mayor aporte (48%), complementado con el concreto (34%), con algunos tramos en tuberías de Ladrillo (3%) y metálicos tipo ARMCO (0,2%), lo que evidencia que existe un porcentaje importante de tuberías rígidas (85%) que requerirá pronta atención dentro de los programas de reposición de redes de la empresa.

**Tabla 29.** Alcantarillado combinado distribuido por material – 2017

Material	Alcantarillado Combinado B/F/G			
	Tramos (u)	Distribución (%)	Longitud (m)	Distribución (%)
ARMCO	27	0,2%	1.571	0,3%
CONCRETO REFORZADO	1.488	11,5%	76.229	14,5%
CONCRETO SIMPLE	1.952	15,1%	104.395	19,8%
GRES	6.933	53,7%	253.355	48,0%
LADRILLO	222	1,7%	14.071	2,7%
PVC EXTRUSIONADA	1.750	13,6%	59.842	11,3%
PVC PERFILADA	520	4,0%	17.194	3,3%
NO DETERMINADO	12	0,1%	820	0,2%
<b>Total</b>	<b>12.904</b>	<b>100,0%</b>	<b>527.477</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: CONSULTOR

### 3.2.8. Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales existentes

A diciembre de 2017 se tiene en funcionamiento solamente la PTAR Río Frío y está pendiente el tratamiento de las aguas residuales de La Meseta de Bucaramanga (tratamiento – no convencional), la zona norte de Bucaramanga, parte del suroccidente de Bucaramanga y el municipio de Girón que drena al sistema Río de Oro. En la descripción de los sistemas de drenaje se explicará en detalle el estado de la PTAR Río Frío y de la proyectada PTAR Río de Oro.

### **3.3. DEFINICIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJE SANITARIOS, PUNTOS DE VERTIMIENTOS EXISTENTES, TRAMOS Y FUENTES DE AGUA RECEPTORAS**

#### **3.3.1. Sistema Río Frío**

El sistema Río Frío lo conforma la totalidad del municipio de Floridablanca (cerca de 280 mil habitantes) y parte del sur de Bucaramanga en un 8% (50 mil habitantes), lo que representa el 31% de los tres municipios.

Antes de las obras propuestas en el PISAB en el año 1983, había 45 vertimientos sanitarios, los cuales se redujeron a los dos (2) vertimientos presentes en la PTAR Río Frío, el efluente a la planta y el bypass utilizado eventualmente cuando se supera la capacidad instalada, esto se dio a medida que se fueron construyendo los interceptores que captaron estos caudales sanitarios, construidos entre los años 1983 y 1994.

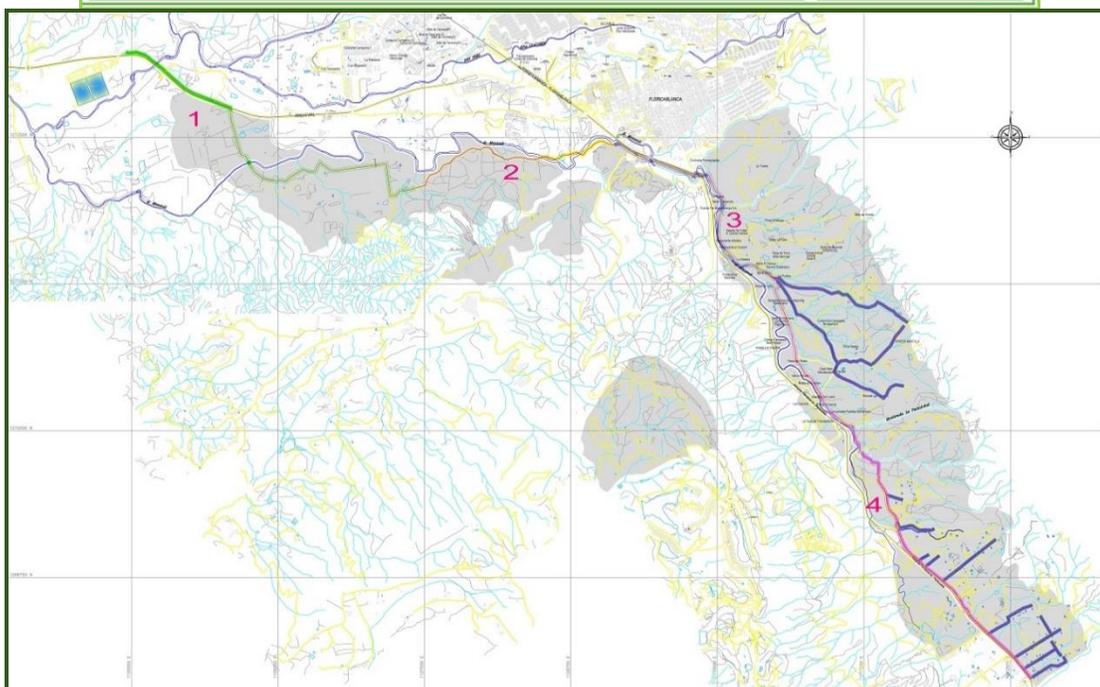
Las redes que pertenecen a este sistema fueron diseñadas a 25 años, tomando como partida el año 1983, donde el área de drenaje estaba establecida por las construcciones existentes y por el código de urbanismo de la década de los años 80. La expansión urbana ha sido coherente con lo planteado, sin embargo, se destaca el uso de zonas en las que no se esperaba desarrollo y sumado a esto la densificación que ha incrementado los caudales; hecho que ha provocado que los interceptores de este sistema empiecen a tener fallas por capacidad. Los interceptores actualmente cumplen un tiempo de alrededor de 30 años, siendo otro motivo que empieza a generar problemas hidráulicos y estructurales por su antigüedad.

Los dos (2) vertimientos existentes del sistema Río Frío se mantienen, los cuales corresponden a las actividades concentradas de los colectores afluentes a la PTAR Río Frío (efluente final tratado y bypass eventual por picos de caudales no tratados), lográndose el saneamiento de las corrientes aguas arriba de su vertimiento final, sin embargo, se tienen dificultades operativas para la puesta en óptimo funcionamiento de las 55 estructuras de separación (57% de B-F-G) que posee el sistema a lo largo de los cerca de 43.8 km de interceptores primarios en servicio, las cuales puedan generar problemas de contaminación por taponamiento y desborde hacia los alivios pluviales que descargan

a las corrientes saneadas y las conexiones erradas en los sectores con sistemas separados desde el interior de las viviendas, en donde se tienen aguas negras conectadas indebidamente a los sistemas pluviales que vierten a las fuentes receptoras generando su contaminación. Estas actividades operativas de seguimiento, de control a suscriptores y de ejecución de obras de mejora, deben ser implementadas en forma permanente por la EMPAS S.A. E.S.P., para mejorar y mantener con calidad y continuidad su servicio y cumplir ante la autoridad ambiental los compromisos que al respecto se deriven.

Teniendo en cuenta los POT se han definido zonas de expansión urbana en las que se prevé el desarrollo de las ciudades, y la incorporación de otra cuenca de drenaje, la cual corresponde al nuevo sistema de drenaje sanitario de la Quebrada Menzulí, que se encuentra por fuera del perímetro sanitario actual, pero ya muestra nuevos desarrollos suburbanos y anticipados de áreas de expansión urbana.

El interceptor Menzulí tiene como objetivo principal la captación de los desarrollos descritos anteriormente, junto con las áreas faltantes definidas de expansión urbana y traslado de caudales a la PTAR Río Frío. En la **Figura 11** se hace referencia a las etapas del interceptor Menzulí, el cual actualmente se encuentra en proceso constructivo desarrollándose en cuatro (4) etapas y tiene un avance mayor al 50%, con una longitud ejecutada aproximada a los 9 km.



**Figura 11.** Interceptor Menzulí.

**Fuente:** Plan de Saneamiento Hídrico Metropolitano-PSHM y Consultor

En la **Tabla 30** se muestra un consolidado de los interceptores y emisarios finales para el sistema de drenaje Río Frío a 2017, lo ejecutado de los subsistemas Zapamanga y Río Frío se basó en el PSMV 1, ya que pertenece a una infraestructura en funcionamiento por cerca de 30 años y con cambios menores en este periodo del PSMV, solamente se presentaron actualizaciones en el trazado del Interceptor La Cuellar (parcialmente en 1 km-36%) y el de mayor impacto se dio en el Interceptor La Chiquita (rectificación total de 1,3 km), siendo esta última una infraestructura con cerca de 20 años de uso, pero las razones principales de su pronta renovación, obedecieron al colapso del sistema por daños que ocasionaron los asentamientos de viviendas localizados marginalmente a lo largo de corriente y en forma cercana del colector y adicionalmente llevaron a la ampliación de capacidad para recibir esos mismos desarrollos incontrolados y permitidos en suelos por fuera del perímetro urbano y que justificaron las mejoras de la infraestructura de servicios públicos para los procesos de consolidación e incorporación urbana, datos destacados en la **Tabla 30** junto con la construcción del nuevo interceptor Menzulí, el cual tiene un avance a diciembre de 2017 superior al 50% (fuente supervisión de EMPAS S.A. E.S.P.).

Para el subsistema Río Frío Futuro se tomará información de las actividades faltantes de los proyectos en ejecución del PSMV 1 y los replanteamientos de los trazados, aspectos que se precisarán en la planificación del sistema.

**Tabla 30** Interceptores construidos Sistema Río Frío – 2017

<b>I - SISTEMA RÍO FRÍO - AÑO 2017</b>		
<b>No.</b>	<b>SUBSISTEMA - INTERCEPTOR</b>	<b>LONGITUD (m)</b>
<b>I.</b>	<b>SUBSISTEMA ZAPAMANGA</b>	
1.	Emisario Santa Inés - Las Minas	855
2.	Int. El Penitente	1.405
3.	Int. La Tolima	270
4.	Int. Altoviento - Las Mojarras	1.377
5.	Int. Nororiental La Cumbre - Las Pilas	1.836
6.	Int. La Calavera	1.005
7.	Int. El Dorado	450
8.	Int. Pedregoza - Autopista	1.875
9.	Int. Zapamanga I a V	4.600
<b>Subtotal Zapamanga:</b>		<b>13.673</b>
<b>II.</b>	<b>SUBSISTEMA RÍO FRÍO</b>	
10.	Int. Perimetral La Cumbre	1.620
11.	Int. Suratoque I	780
12.	Int. Suratoque II	3.190
13.	Int. La Ronda	1.450
14.	Int. Aranzoque Parte Alta	320
15.	Int. Cañada Florida	1.040
16.	Int. Río Frío Margen Derecha	555
17.	Int. Aranzoque Parte Baja	2.750
18.	Int. La Chiquita	1.383
19.	Int. La Cuellar	2.750
20.	Int. Río Frío I a IV	5.220
21.	Int. Mensulí	9.069
<b>Subtotal Río Frío:</b>		<b>30.127</b>
<b>Total Sistema Río Frío - 2017:</b>		<b>43.800</b>

Fuente: EMPAS S.A. E.S.P.

Colectores existentes optimizados en el PSMV 1

Nuevos colectores programados y ejecutados en el PSMV 1

El balance del sistema Río Frío demuestra que se cumplió y superó con lo programado en la **Tabla 8** del PSMV aprobado (resolución CDMB 0494 de 2009), en donde se proyectó algo más de 1 km y \$2,250 millones de inversión y los resultados del periodo evidenciaron que se instalaron cerca de 12,9 km de colectores primarios, de los cuales 2,7 km fueron reposiciones para optimizar el funcionamiento de colectores existentes (Sistemas La Chiquita y La Cuellar) y la parte restante (10,2 km) en colectores nuevos; destacándose el sistema Menzulí y su avance de más de 60%.

Las inversiones totales del subsistema Menzulí se dieron por el orden de los \$38.647 millones, siendo de vital importancia los aportes de los entes territoriales para agilizar el proceso constructivo de este nuevo sistema que beneficiará a cerca de 200 mil habitantes para desarrollos nuevos y de expansión urbana de Floridablanca y el Norte de Piedecuesta.

Queda por ejecutar obras parciales en tres (3) de los cuatro (4) tramos de trabajo del sistema Menzulí, los cuales se incorporan en la programación del nuevo PSMV.

### **3.3.2. Sistema de drenaje La Meseta**

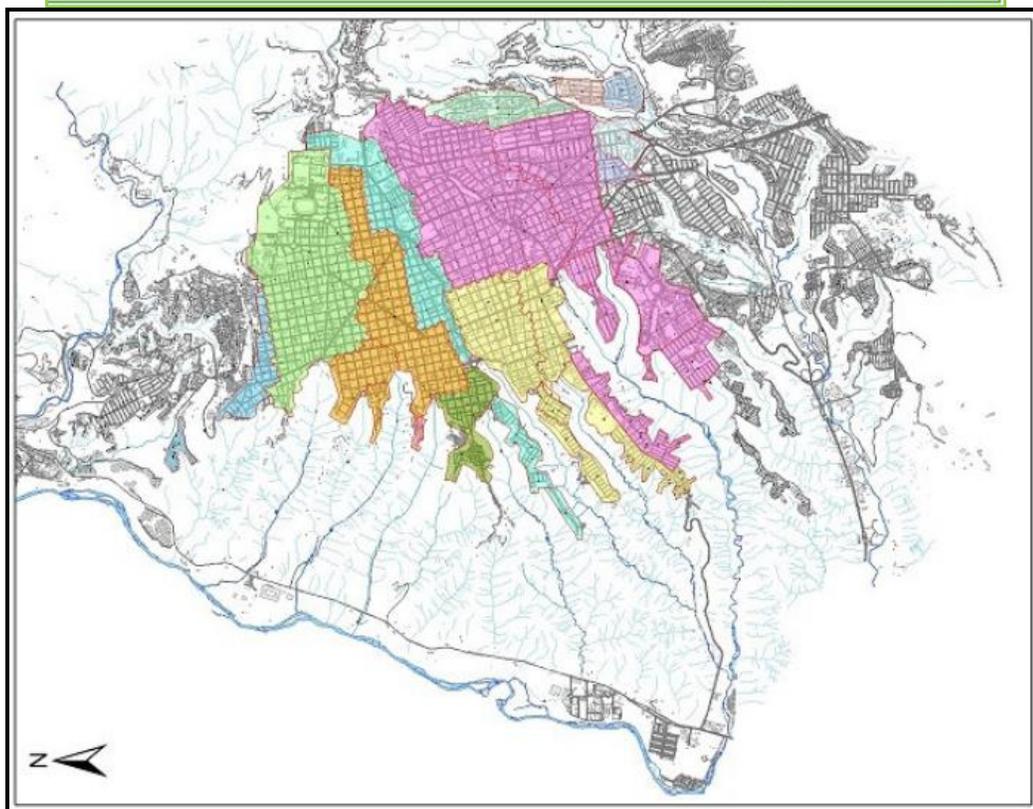
La meseta es el sector de Bucaramanga comprendido desde la calle 0 hasta la calle 61 y desde el sector en la zona oriental que no drena a la quebrada la Flora, hasta el escarpe occidental. Este sistema equivale a cerca del 56% de la población municipal (cerca de 330 mil habitantes), lo que demuestra que es el sistema de drenaje de mayor extensión de Bucaramanga y representa el 35% de los tres municipios. El tipo de alcantarillado es combinado, con drenajes y subcuencas independientes. Debido a la condición urbanística y topográfica que conforma este sector de la ciudad, el trazado de las redes de alcantarillado y su disposición final no ha permitido unificar el sistema de alcantarillado en un solo punto de vertimiento y por ende en un interceptor que conlleve a recepcionar las diferentes entregas y transportarlas en una línea unificada.

El sistema de alcantarillado de la ciudad fue direccionado a tener varios puntos de vertimiento en la zona de la escarpa occidental de la meseta de Bucaramanga, debido a la altura con que se producen las descargas desde donde se termina el urbanismo hasta el lecho de las quebradas y al no realizarse correctamente, se produjeron procesos erosivos, que fueron contemplados en el Plan General de Control de la Erosión PGCE llevado a cabo por la CDMB en las décadas de los años 60 y 70.

Este sistema ha mantenido en el periodo del PSMV los siete (7) subsistemas que reciben los vertimientos del alcantarillado combinado, los cuales corresponden a una población proyectada del año 2017 del orden de 330 mil habitantes. Para el nuevo periodo del PSMV 2, se reduce inicialmente a cinco (5) vertimientos (unificando las Quebradas La Seca, La Joya y Rosita con la de Chimitá) y se estudiará en detalle el manejo a implementar para los vertimientos y su posible tratamiento independiente o conectado al sistema Río de Oro.

### **Plan General para el Control de la Erosión (2010 – 2035)**

El PGCE ha sido implementado por la Corporación Autónoma para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga desde su creación en octubre de 1965, cuyo objeto ha sido enfrentar el problema erosivo que desde entonces ya empezaba a manifestarse en la ciudad; este plan lo conforman 7 programas específicos relacionados y encaminados a controlar los efectos adversos que ocasionan este fenómeno, donde tenemos componentes como; el Plan Maestro de Alcantarillado, las Estructuras de Vertimiento, el Control de Cauces, la Estabilidad de taludes, la Reforestación, la Adquisición de Predios y el desarrollo de una vía perimetral, estos son los aspectos claramente identificados para vigilar y detener los procesos erosivos en los sitios más críticos de la ciudad.



**Figura 12.** Drenaje sistema La Meseta y sus corrientes receptoras de la escarpa de Bucaramanga  
**Fuente:** Plan de Saneamiento Hídrico Metropolitano - PSHM

La Meseta de Bucaramanga cuenta en su zona de escarpa occidental con 5 corrientes hídricas principales que sirven de cuerpos receptores para el drenaje de los vertimientos; Q. Chimitá, Q. La Cuyamita, Q. Las Navas, Q. Chapinero y Q. La Picha. Los estudios para la realización de proyectos que disminuyan el impacto sobre estos cuerpos hídricos están en la mira de EMPAS S.A. E.S.P.

La formulación del Plan General para el Control de la Erosión contenía en su primera etapa los estudios de factibilidad técnica y económica para la planificación de las obras y en la segunda fase los proyectos y diseños específicos de obras civiles, las zonas necesarias a adquirir para adelantar los diferentes trabajos, además de establecer los mecanismos técnicos y legales para la recuperación y reforestación de las zonas afectadas por la erosión.

El desarrollo para el PGCE culminó su primera fase de implementación en abril de 1.984, y los resultados obtenidos por parte de la primera y segunda administración CDMB fueron totalmente satisfactorios en términos de erosión; la segunda etapa en el campo del control de la erosión, fue trazada como objetivo fundamental por la tercera administración y comprendía la construcción de obras de prevención para asegurar una mayor estabilidad en la ciudad, este plan de obras tendría un período de ejecución veinte (20) años a partir del año 1.986. En adelante, las proyecciones planificadas estaban enfocadas al diseño de las obras y tratamientos complementarios para lograr la estabilización integral de los taludes; el estudio de las aguas subterráneas con el objetivo de lograr su control y aprovechamiento, el diseño y posterior construcción de las estructuras de control de cauces faltantes, y finalmente continuar con los trabajos de la vía perimetral hasta conseguir la remodelación del perímetro de la escarpa de Bucaramanga.

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados por la CDMB no se ha logrado detener en su totalidad el avance del fenómeno erosivo, que a la fecha y especialmente desde la ola invernal de febrero de 2005, se ha venido acentuando por falta de terrenos aptos para la construcción en la meseta, razón por la cual se generó la necesidad de actualizarlo, para lo cual se realizó el correspondiente proceso licitatorio que dio origen al contrato de consultoría 6175 – 04 cuyo objeto es “Estudio de actualización del Plan General para el Control de la Erosión en el Municipio de Bucaramanga, Departamento de Santander “, que es un instrumento de planificación, que permitirá dar claridad de las obras de estabilización y control de la erosión que deben ejecutarse en los próximos años definiendo la inversión a corto, mediano y largo plazo.

El desarrollo del “Estudio de Actualización del Plan General para el Control de la Erosión en el Municipio de Bucaramanga”, contempla la formulación de las acciones que prioricen las iniciativas más importantes para cumplir con los objetivos y metas de gestión para llevar a cabalidad la ejecución del proyecto para el control de la erosión, teniendo en cuenta su financiamiento y enlace con el presupuesto institucional.

De este modo, con base en el desarrollo del Análisis histórico del PGCE, Diagnóstico General de las obras Geotécnicas, Plan de Investigación Geotécnica, Evaluación de estabilidad, Prediseño de Medidas Correctivas y Evaluación de Costos enmarcados dentro de este estudio, se presenta un planteamiento estratégico con el que se busca materializar los objetivos a corto, mediano y largo plazo previamente establecidos, dotados de un elemento cuantitativo y verificable en un espacio definido de tiempo, a lo largo de la puesta en marcha del Plan General para el Control de la Erosión en la ciudad de Bucaramanga. (Tomado del PGCE 2010 – 2035).

### **3.3.3. Sistema Río de Oro**

Corresponde a la cuenca de la corriente más importante del área metropolitana de Bucaramanga, ya que todas las corrientes que transitan por los sectores urbanos de cada municipio del AMB confluyen al Río de Oro, tales como el Río Frío y sus afluentes (Q. Zapamanga, Q. Aranzoque o Menzulí), Quebrada La Iglesia y las corrientes de la escarpa de la meseta de Bucaramanga.

El sistema Río de Oro beneficia a los municipios de Bucaramanga con un aporte de 28% (170 mil habitantes) y Girón con un aporte del 95% (130 mil habitantes). El 5% (7 mil habitantes) restante de Girón, pertenece al sector ciudadela nuevo Girón, cuyo desarrollo urbanístico es independiente al Sistema Río de Oro, ya que posee su propio sistema de tratamiento.

El avance de los colectores es importante, ya que se tiene la infraestructura para el perímetro urbano y se desarrolla actualmente la línea principal del Emisario a la PTAR Río de Oro. Quedan pendiente los colectores maestros para las áreas de expansión urbana-AEU de Girón, en el sector del valle de Río Frío aguas abajo de la PTAR que lleva su nombre y la definición que se tome sobre los drenajes en las AEU de las veredas de Llanadas y Llanogrande al sur del casco urbano.

El sistema Río de Oro partió en el PSMV 1, de subsistemas sobre el Río Frío con vertimiento del drenaje La Angelina, y la parte urbana de Girón que se conecta a los Interceptores Río Frío margen izquierda y margen derecha, los cuales son afluentes a los Interceptores de Río de Oro margen derecha III y IV. Tiene una extensión de 6,7 km que no sufrieron cambios en el periodo.

El siguiente subsistema es la Quebrada La Iglesia, conformado por cerca de 18 km de colectores, en donde se tenían al inicio del PSMV diez (10) vertimientos y se proyectó reducir a cuatro (4), finalmente se hicieron las revisiones de conexiones (0,3 km) y mejoras en los sistemas de separación de caudales (28 estructuras) y la empresa propone dejar un vertimiento (Sistema Ciudadela-Barrio Bucaramanga) y hacer la entrega final del Interceptor Quebrada La Iglesia al Interceptor Río de Oro VI.

El subsistema principal de Río de Oro se localiza en Girón y comenzó en el PSMV con 10 km de redes primarias existentes y fue el sector de mayor ejecución de obras (6 km), llegando a cerca de 16 km en total. En el Sistema de drenaje Río de Oro existen cinco (5) vertimientos puntuales de aguas residuales que vierten al Río de Oro, manteniéndose la misma cantidad que en el PSMV 1.

El sistema la Meseta genera vertimientos a corrientes que son afluentes del Río de Oro, lo que evidencia que es la corriente con mayor contaminación del área de jurisdicción de EMPAS S.A. E.S.P., justificando la prioridad de continuar con las obras de los interceptores y la construcción de la PTAR Río de Oro, descripción que se hará en las proyecciones de este sistema.

En la **Tabla 31** se observa el consolidado de los interceptores y emisarios finales del sistema de drenaje Río de Oro.

**Tabla 31.** Interceptores construidos Sistema Río de Oro-2017

<b>II - SISTEMA RÍO DE ORO-AÑO 2017</b>		
<b>No.</b>	<b>SUBSISTEMA - INTERCEPTOR</b>	<b>LONGITUD (m)</b>
<b>I.</b>	<b>SUSBSISTEMA RÍO FRÍO - GIRÓN</b>	
22.	Int. Vereda Malpaso	952
23.	Plan Maestro Malpaso - Sur	1.036
24.	Emisario La Angelina	2.190
25.	Int. Río Frío Margen Izquierda - Girón	1.890
26.	Int. Río Frío Margen Derecha - Girón	650
<b>Sutotal Río Frío - Girón:</b>		<b>6.718</b>
<b>II.</b>	<b>SUBSISTEMA Q. LA IGLESIA</b>	
27.	Int. La Flora I	3.260
28.	Int. El Macho	1.610
29.	Int. La Bomba	415
30.	Int. La Guacamaya	1.640
31.	Emisario La Hoyadita	570
32.	Vertimiento Manuela Beltrán	650
33.	Emisario La Hoyada	440
34.	Emisario Chocoita	1.400
35.	Int. Q. La Iglesia	7.973
<b>Subtotal Q. La Iglesia:</b>		<b>17.958</b>
<b>III.</b>	<b>SUSBSISTEMA RÍO DE ORO</b>	
36.	Interceptor Las Nieves	980
37.	Interceptor El Padre Jesús	1.150
38.	Int. Río de Oro Margen Izquierda	2.400
39.	Int. El Carrizal I	447
40.	Int. Río de Oro Margen Derecha I a V	3.900
41.	Int. Río de Oro Margen Derecha VI	2.030
42.	Conexión La Esmeralda - Río de Oro	192
43.	Emisario El Poblado - Carrizal	897
44.	Emisario Río de Oro I Etapa (Antiguo Emisario Río de Oro - La Marino)	4.075
<b>Subtotal Río de Oro:</b>		<b>16.071</b>
<b>Total Sistema Río de Oro:</b>		<b>40.747</b>

Fuente: CONSULTOR

Colectores existentes optimizados en el PSMV 1

Nuevos colectores programados y ejecutados en el PSMV 1

El balance del sistema Río de Oro demuestra que se ejecutó gran parte de lo programado en la **Tabla 8** del PSMV aprobado (resolución CDMB 0494 de 2009), en donde se proyectó 7,1 km y \$22,205 millones de inversión y los resultados del avance del periodo evidenciaron que se instalaron cerca de 7 km de colectores primarios, de los cuales 0,3 km fueron reposiciones para el sector del Interceptor El Carrizal I y la parte restante (6,7 km) en colectores nuevos; destacándose la finalización del sistema quebrada La Iglesia, el emisario La Esmeralda Río de Oro, la conexión integral del Interceptor Río de Oro margen izquierda, con tramos en la zona del Colegio Peralta y la Autopista a Lebrija, el sector de Carrizal Campestre y El Poblado Carrizal, dejándolo conectado al Emisario Río de Oro I; precisamente este colector está realizado casi en su totalidad y quedan conexiones menores (25 m) para su finalización.

Algo similar se presenta con el Interceptor Río de Oro margen Derecha VI Etapa, el cual debió haberse finalizado hace algunos años, pero tiene una suspensión de obras por los trámites dispendiosos que se han realizado ante la Agencia Nacional de Infraestructura-ANI y el anterior concesionario vial, faltando solamente 80 m del cruce sobre la Autopista Girón – Lebrija, proyectándose realizarse en un sistema no convencional, túnel en lugar de zanja.

En general las inversiones totales del sistema Río de Oro se dieron por el orden de los \$37.000 millones, bastante consistente con lo proyectado en el PSMV, en donde la mayoría de los recursos fueron propios.

#### **3.3.4. Sistema Zona Norte**

Este sistema pertenece al desarrollo urbanístico de Bucaramanga que se localiza al Norte de la calle 0 o la Virgen de la carrera 15, lo conforma algunos sectores que no obedecieron a proyectos de planeación urbana, y se han incorporado mediante un proceso de legalización in situ, siendo este

factor muy importante en la solución integral para el drenaje sanitario de esta zona, dados los desarrollos dispersos desde el sector de Vegas de Morrórico y Chitota, El Pablón y Los Colorados hasta el Café Madrid, lo que genera dificultad en el trazado de colectores y la unificación de un punto final para su tratamiento.

Este sistema constituye el 8% (cerca de 50 mil habitantes) de Bucaramanga y corresponde al 5% de los tres municipios, con una población estimada para el año 2017 de 45 mil habitantes.

Dentro del PISAB se ejecutaron obras desde la parte alta del sector, partiendo de los sistemas de saneamiento de la cuenca de la quebrada zanjón regadero o La Esperanza, buscando como línea principal de drenaje el Río Suratá.

Con el desarrollo de las antiguas veredas de El Paulón o El Pablón y Los Colorados, donde su crecimiento acelerado y la densificación le quitaron la connotación de vereda, y a pesar de no tener una vecindad directa con el perímetro urbano, localizado a la altura del puente de la Cemento o la antigua fábrica de Cementos Diamante, llevó a la calificación de estos sectores como barrios y por ende justificaron dentro de su proceso de incorporación al contexto urbano, la necesidad de la proyección de obras que buscaran el saneamiento de las corrientes que se contaminaban con sus descargas, las cuales eran afluentes del Río Suratá.

La infraestructura construida al inicio del PSMV era del orden de 10 km y tenía ocho (8) vertimientos, (3) tres pertenecientes al Sistema Norte-Río de Oro y (5) cinco en el Sistema Norte-Suratá, en donde se proyectó por parte del PSMV aumentar las obras de interceptores para reducir al menos un vertimiento del sistema de drenaje del Río Suratá, El cual se logró con la unificación de los colectores de Vegas de Morrórico.

A nivel de tratamiento de sus aguas residuales se planeó llevarlas a la PTAR Norte o Café Madrid, la cual fue unificada con la PTAR La Marino en el sector donde se preveía construir la PTAR Norte,

esta fusión tomó el nombre de PTAR Río de Oro donde serán conectados los aportes del sistema de la Zona Norte.

En la **Tabla 32** se observa el consolidado de los interceptores y emisarios finales del sistema de drenaje Zona Norte

**Tabla 32.** Interceptores Construidos Sistema Zona Norte– 2017

<b>IV - SISTEMA ZONA NORTE - SURATÁ - AÑO 2017</b>		
<b>No.</b>	<b>SUBSISTEMA - INTERCEPTOR</b>	<b>LONGITUD (m)</b>
45.	Cañada El Molino	635
46.	Emisario El Molino - El Chicó	370
47.	Emisario El Chicó - Villa Helena	835
48.	Int. Independencia - Regadero - La Esperanza	1.340
49.	Emisario Los Ángeles - Villa Helena	310
50.	Int. Villa Helena	413
51.	Emisario Villa Helena - Villa Rosa	415
52.	Emisario El Pablón	415
53.	Int. Los Colorados I a III	2.716
54.	Int. y Emisario Suratá	2.129
55.	Emisario Villas de San Ignacio - Bavaria II	920
56.	Emisario Vegas de Morrórico	840
<b>Total Sistema Norte - Suratá:</b>		<b>11.338</b>

**Fuente:** CONSULTOR

Colectores existentes optimizados en el PSMV 1

Nuevos colectores programados y ejecutados en el PSMV 1

En el PSMV se había programado la finalización del Emisario Suratá hasta su conexión en la PTAR Norte o Café Madrid y la reducción de un vertimiento para Vegas de Morrórico, se cumplió este último objetivo con las obras del Emisario Vegas de Morrórico, que unificó los dos (2) vertimientos existentes, pero se presentaron problemas en el recientemente construido Interceptor Los Colorados, al fallar un tamo por movimiento de un coluvión en la vía al Mar, siendo necesario reponer un tramo en sistema convencional (0,2 km) y otro en túnel (0,1 km). Dado los estudios de unificación de las PTAR La Marino y Norte en la PTAR Río de Oro, se aplazó el tramo final de conexión del emisario Suratá, el cual se programará en el nuevo PSMV.

### 3.3.5. Sistemas especiales

Pertenecen a este grupo, los sistemas menores de drenaje sanitario para sectores de desarrollo independiente (sin vecindades urbanísticas), en donde las condiciones topográficas de su infraestructura de alcantarillado no tienen facilidad de conectar por gravedad sus desagües a ninguno de los sistemas principales de Río de Oro y Norte.

Representan menos del 1% del total de drenajes y se localizan periféricamente a los perímetros urbanos, en la Zona Norte y oriente de Bucaramanga, y el Sur de Girón. En la **Tabla 33** se muestra la lista de los sectores especiales.

**Tabla 33.** Sistemas especiales – Sectores sin factibilidad de conexión a drenajes principales

<b>Sistemas Especiales-Sectores sin factibilidad de conexión a drenajes principales</b>		
<b>Municipio</b>	<b>Sector</b>	<b>Cuenca</b>
Bucaramanga	Chitota	Río Suratá
	Vegas de Morrórico	Río Suratá
	Buenavista II	Río Suratá
	El Pablón II (1)	Río Lebrija
	El Rosal Norte	Q. La Lomera
	Portal de Los Ángeles	Río Suratá
	Barrio Nuevo - La Escuadra	Río Suratá
	Las Delicias Norte	Río Suratá
Girón	Ciudadela Nuevo Girón (2)	Río de Oro
	Villa del Sol (3)	Río de Oro

**Fuente:** Plan de Saneamiento Hídrico Metropolitano – PSHM

Sectores de Don Juan, La Torre y Villa Lina II (En evaluación su consolidación o reubicación)

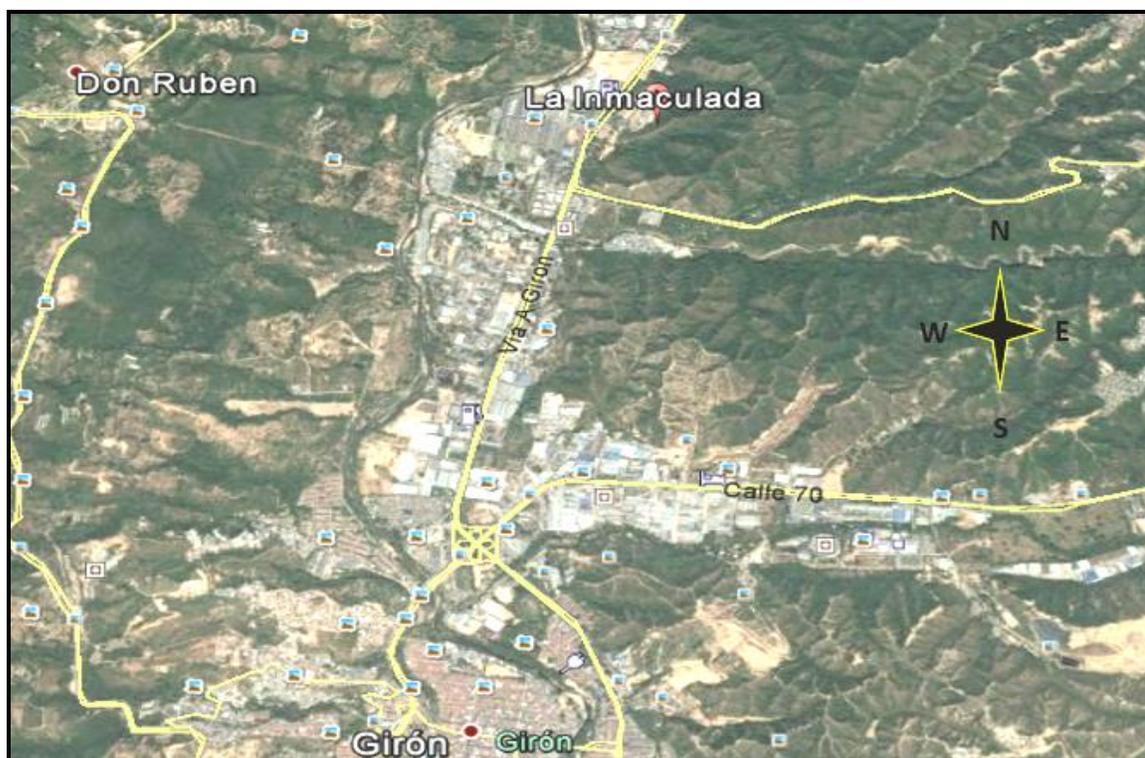
Posee sistema de tratamiento de aguas residuales y no es jurisdicción EMPAS S.A. E.S.P.

En estudio si se conecta al IROMD o tiene PTAR independiente con otro operador

#### **Conexión Sistema de alcantarillado de La Inmaculada**

La inmaculada es un proyecto de vivienda de interés social adelantado por el Municipio de Bucaramanga recientemente (INVISBU), localizado en la zona occidental y frente a Centroabastos y

la vía Palenque Café Madrid (Ver **Figura 13**), que a nivel de alcantarillado no fue posible tener un punto de conexión por gravedad al sistema de alcantarillado cercano, por lo cual fue necesario proyectar un sistema de conexión a presión, conformado por una estación de bombeo dentro del conjunto de apartamentos y una línea de impulsión ( de 1 km) sobre el andén de la vía Palenque-Café, hasta la conexión al sistema de alcantarillado convencional de la Zona Industria de Chimitá (frente a Gasan), el cual se entregará posteriormente al Interceptor Río de Oro margen Derecha VI Etapa y llevará el caudal al Emisario Río de Oro y su PTAR.



**Figura 13.** Localización proyecto de vivienda La Inmaculada.

**Fuente:** Google Earth.

Este proyecto consta de 1.620 unidades de vivienda, lo cual se traduce en igual número de nuevos suscriptores para una población superior a los 6.000 habitantes. El tramo final construido dentro del sistema de alcantarillado de la Zona Industrial de Chimitá, permitiría la conexión de los potenciales desarrollos localizados entre la calle 45 y las Quebradas La Joya y La Rosita y la Subestación

eléctrica de la ESSA frente a la vía Palenque – Café Madrid, incluyendo de igual forma, la conexión del sistema de alcantarillado de la Cárcel de Mujeres, con lo cual se evaluaría eliminar su sistema de tratamiento y vertimiento a la Quebrada Chimitá. Otra zona que podría incorporarse al sistema de alcantarillado operado por EMPAS S.A. E.S.P. sería una parte importante del asentamiento consolidado del barrio Rincón de La Paz.

### **3.3.6. Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales existentes**

A diciembre de 2017 se tiene en funcionamiento solamente la PTAR Río Frío y está pendiente el tratamiento de las aguas residuales de La Meseta de Bucaramanga (tratamiento – no convencional), la zona norte de Bucaramanga, parte del suroccidente de Bucaramanga y el municipio de Girón que drena al sistema Río de Oro. Describiremos el estado de los sistemas existentes de tratamiento de aguas residuales y el avance de los proyectados.

#### **PTAR Río Frío**

Fue proyectada en el PISAB I y con la asesoría del gobierno de los países bajos, la CDMB construyó y puso en funcionamiento en 1990 la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales domésticas PTAR Río Frío, siendo la primera en su tipo anaerobio (UASB y lagunas facultativas) y al tiempo pionera del tratamiento de aguas residuales en Colombia.

En la PTAR Río Frío se tratan los caudales del municipio de Floridablanca y cerca del 10% de la zona sur de Bucaramanga y el 1% de Girón, pertenece al sistema de drenaje sanitario de Río Frío y está ubicada en el municipio de Girón sobre el costado sur del anillo vial que conduce de Girón a Floridablanca, como se muestra en la **Figura 14**.



**Figura 14.** Ubicación de la PTAR Río Frio.  
**Fuente:** Google Earth.

La PTAR Río Frio se proyectó y construyó inicialmente en su fase primaria para cuatro (4) módulos de reactores UASB de capacidad de servicio del orden de 150 l/s para un total de 600 l/s, y en fase secundaria por dos (2) lagunas facultativas de similar capacidad instalada.

En la **Figura 15** se presenta las fases de tratamiento desde el sistema de alcantarillado hasta su efluente en el Río Frio, con los subproductos que se generan y el manejo de los mismos.



**Figura 15.** Esquema de los procesos en la PTAR Río Frío.  
**Fuente:** EMPAS S.A. E.S.P. TRATAMIENTO CONVENCIONAL

Para atender las necesidades de tratamiento de aguas residuales de los crecimientos urbanísticos de los drenajes sanitarios de la cuenca del Aranzoque o Menzulí, en el PISAB II se había proyectado la PTAR Río Frío II, localizada sobre la margen izquierda del Río Frío y frente a la PTAR Río Frío I. Mediante estudios de factibilidad a comienzos de este siglo, se evaluaron las alternativas de mantener las dos (2) PTAR sobre el Río Frío o la unificación en la PTAR Río Frío I, en donde también se consideró que esta última cumplía la normatividad ambiental vigente (Decreto 1594 de 1984), pero tenía ciertos problemas con los subproductos del biogás de los reactores UASB y la transformación del comportamiento de las lagunas facultativas en anaerobias, generando emisiones de ácido sulfhídrico  $H_2S$  (sin reglamentar en su momento) que incomodaban la percepción vecina del

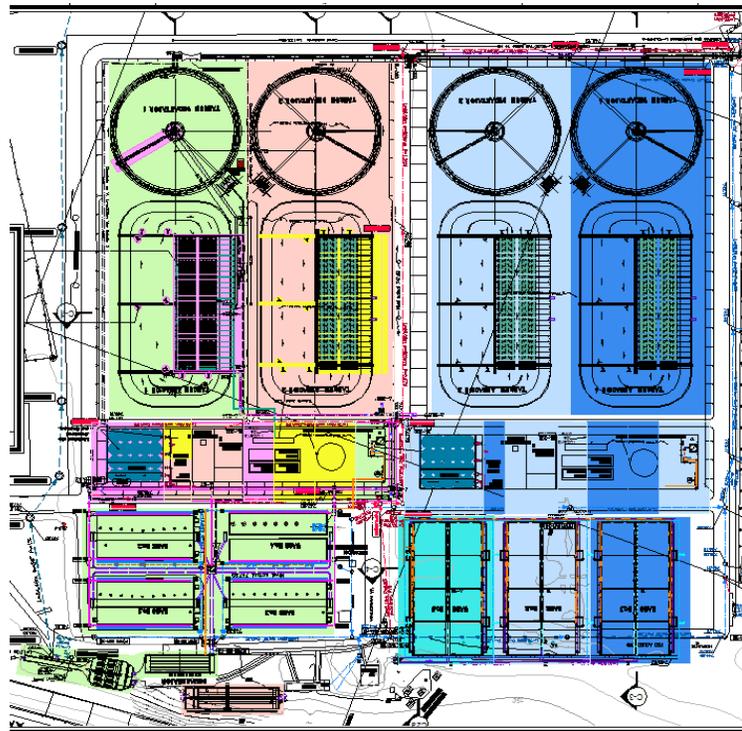
anillo vial y algunos sectores urbanos localizados a más de 1.000 m, lo cual limitaba la aceptación de la comunidad para proyectar una nueva planta.

Bajo estos antecedentes del comportamiento integral del sistema y el requerimiento de tratamiento para nuevas áreas de crecimiento no contempladas en la PTAR Río Frío I (sistema Menzulí-Aranzoque), se decidió por aspectos económicos, operativos, administrativos, ambientales, de tipo social (aceptación de la comunidad) y de cercanía al entorno urbano, eliminar la proyectada PTAR Río Frío II y unificar el tratamiento de los sistemas Río Frío y Aranzoque en la PTAR Río Frío I, dando nacimiento al proyecto de Modernización de la PTAR Río Frío, el cual buscaba en el mismo espacio disponible, aprovechar las fases de mejor comportamiento hidráulico y ambiental, manteniendo el tratamiento primario UASB mejorado y eliminando las dos (2) lagunas por baja eficiencia y requerimiento de área en nuevo tratamiento aerobio-anóxico (Lodos activados tipo carrusel), crecer en capacidad ( de 600 a 2.000 l/s) y calidad del efluente (antes 80% de DBO<sub>5</sub> y SST y ahora valores menores de 90 mg/l) y ajustarse a la normatividad futura en aspectos complementarios de tipo ambiental que deben cumplir los subproductos generados (biogás, H<sub>2</sub>S, lodos).

### **Modernización de la PTAR Río Frío**

Se empezó a implementar los estudios desde el año 2004 y tiene como objetivo primario la adecuación, modificación e integración de nuevos procesos de la PTAR Río Frío, de modo que se incluyeran nuevas tecnologías y se ampliara la capacidad de tratamiento para la conexión del sistema Menzulí-Aranzoque, eliminando la PTAR Río Frío II. Su drenaje tratará aportes de caudales del sur de Bucaramanga (8%), Floridablanca (95%), Girón (3%) y el norte de Piedecuesta (8%). El sistema lo conforma una fase primaria de tratamiento anaerobia UASB, en donde por su buena eficiencia a bajo costo operativo, se mantiene el sistema existente aprovechando la experiencia operativa de más de 25 años, implementando algunos ajustes de captura y tratamiento del biogás, especialmente para los olores ofensivos del H<sub>2</sub>S y la posibilidad de uso del Metano-CH<sub>4</sub>, y mejoras en zonas de distribución hidráulica de caudales en campanas y sedimentación para mejorar

eficiencia y minimizar la sensibilidad del sistema. Se tienen funcionando cuatro (4) reactores UASB, que se ajustarían para tratar entre ellos cerca de 600 l/s, equivalente a la etapa primera del sistema y se proyectan tres (3) módulos adicionales de 465 l/s cada uno, para un total caudal a tratar del orden de 2.000 l/s. La fase secundaria tiene los mayores ajustes al eliminar las dos (2) lagunas facultativas, por su alta área utilizada para el tratamiento y baja remoción de la  $DBO_5$  y SST, la cual puede aprovecharse para tecnologías de mejor eficiencia con menores afectaciones ambientales (olores del  $H_2S$ ), cambiándola por cuatro (4) módulos de tratamiento aerobio-anóxico tipo lodos activados, conformado por un tanque de aeración y un decantador o clarificador. El proyecto se plantea ejecutar en cuatro (4) etapas de crecimiento para un periodo de 25 a 30 años, cada una con una capacidad de servicio de 500 l/s para un total de 2.000 l/s. La primera Etapa aprovecha los cuatro (4) reactores UASB y lleva el primer módulo de tanque de aeración-decantador. En todas las etapas se requieren implementar nuevas tecnologías conformadas por unidades de olores, aeración, lodos y de instrumentación o supervisión operativa. La **Figura 16** muestra la planta general con sus diferentes proceso y etapas constructivas.



**Figura 16.** Proceso y Etapas de Modernización de la PTAR Río Frío  
**Fuente:** EMPAS S.A. E.S.P.

El avance del proyecto a diciembre de 2017 evidencia la culminación de gran parte de las obras de la primera etapa y se estima su puesta en funcionamiento para el año 2018. Así mismo, ya se tiene un avance de más del 50% de la segunda etapa y requiere recursos de inversión para su culminación.

Para lo programado en el PSMV 1 y a pesar de las inversiones ejecutadas mayores a las estimadas, se puede identificar un cierto atraso de la puesta en funcionamiento del proyecto de Modernización de la PTAR Río Frío, fundamentado en actualizaciones técnicas a nuevas normas, que han llevado a varios ajustes de los diseños originales, repercutiendo en aspectos económicos por mayores costos e imprevistos que se han dado en el proceso constructivo, generando aplazamientos por condiciones técnicas y financieras, siendo esta última de vital importancia en el desarrollo del proyecto. A pesar de estas circunstancias, la PTAR ha tenido continuidad en su operación con alguna disminución en la eficiencia del efluente entregado al Río Frío, al eliminarse la laguna facultativa 1 y estar trabajando en forma forzada la laguna facultativa 2.

Con la pronta entrada de la primera etapa se tendría una capacidad instalada de 500 l/s y caudales a tratar que varían entre 500 y 700 l/s, producto del crecimiento urbano y la posibilidad de conexión de caudales del sistema Menzulí-Aranzoque; esta situación mantendría la necesidad del vertimiento sin tratamiento de la línea del bypass, para caudales que excedan la capacidad instalada de la primera etapa, justificando la necesidad inmediata o prioritaria de terminar la segunda etapa, para alcanzar una capacidad de servicio de 1.000 l/s, la cual permitiría el tratamiento sin problemas para los próximos 10 años.

## **PTAR Norte y/o Río de Oro**

Acorde a los cuatro (4) sistemas de drenaje sanitario (Río Frío, Río de Oro, Zona Norte y La Meseta) que se tiene en el alcantarillado de los tres municipios, cada uno de ellos está conformado por su infraestructura de interceptores maestros finalizando con saneamiento en la PTAR correspondiente.

Ya hemos descrito la PTAR del sistema Río Frío desde su concepción en el PISAB en los años 80 hasta el estado actual del proyecto de Modernización; para el caso de los demás sistemas de drenaje, en el horizonte del PSMV 1 solamente se planteó el inicio de las obras de la PTAR Norte, ya que se estimaba la finalización del Emisario Suratá y se tendría el caudal aportante en la planta; no se programó obras en la PTAR La Marino ni el sistema La Meseta.

El PSMV 1 tomó como planeación básica el PISAB II de 1996, en donde con estudios de matriz de alternativas fueron seleccionadas y proyectadas dos (2) plantas cercanas sobre el Río de Oro, la primera de mayor tamaño, la cual llevaría los aportes del Emisario Río de Oro para los municipios de Bucaramanga en el subsistema de la Quebrada La Iglesia (28%) y la zona urbana y de expansión del valle de Río Frío de Girón (95%), denominada PTAR Río de Oro-La Marino; la segunda sería para la Zona Norte de Bucaramanga (8%), que busca sanear el Río Suratá en la PTAR Norte o Café Madrid. Las dos (2) plantas se proyectaron sobre la margen izquierda del Río de Oro en jurisdicción del municipio de Girón, la primera frente a la confluencia de la Quebrada La Marino con el Río de Oro y la segunda cerca de 4 km aguas abajo frente al barrio Café Madrid y los nuevos desarrollos urbanísticos del sector de Villas de San Ignacio en Bavaria II.

A pesar de tenerse los diseños de la PTAR Norte y programadas obras de inicio después del 2015, las limitaciones que se daban sobre las inversiones y el avance constructivo en la PTAR Río Frío (descritas anteriormente), EMPAS S.A. E.S.P. aplazó el inicio de las obras sobre la PTAR Norte y realizó entre los años 2014 y 2015, un estudio de pre-factibilidad para evaluar las alternativas de

construir las dos (2) plantas proyectadas sobre el Río de Oro o hacer la unificación de los sistema Río de Oro-La Marino y Norte sobre la ubicación esta última. Los estudios recomendaron la segunda opción de unificar el sistema en la futura PTAR Río de Oro, situación relativamente similar a lo acontecido entre la decisión de construir las PTAR Río Frío I y II, argumentado en aspectos técnicos, por mejoras tecnológicas que permiten aprovechar en la actualidad la limitación del espacio disponible, junto con obras de protección marginal unificadas, así como los aspectos de accesibilidad vial sobre el Río de Oro y las repercusiones operativas y administrativos de una planta, enmarcado todo en la nueva normatividad ambiental, advirtiéndose que una de las razones que fundamentaron en el PISAB II para proyectar los dos (2) plantas, se mantenía, referente a la dificultad geotécnicas y de protección marginal por crecientes del Río de Oro, del trazado del emisario o interceptor que conecte los sectores de Las PTAR La Marino al Norte, situación que deberá ser estudiada en detalle cuando se proyecte el Emisario Río de Oro II. La **Figura 17** muestra la ubicación de las PTAR Río de Oro-La Marino y Norte.

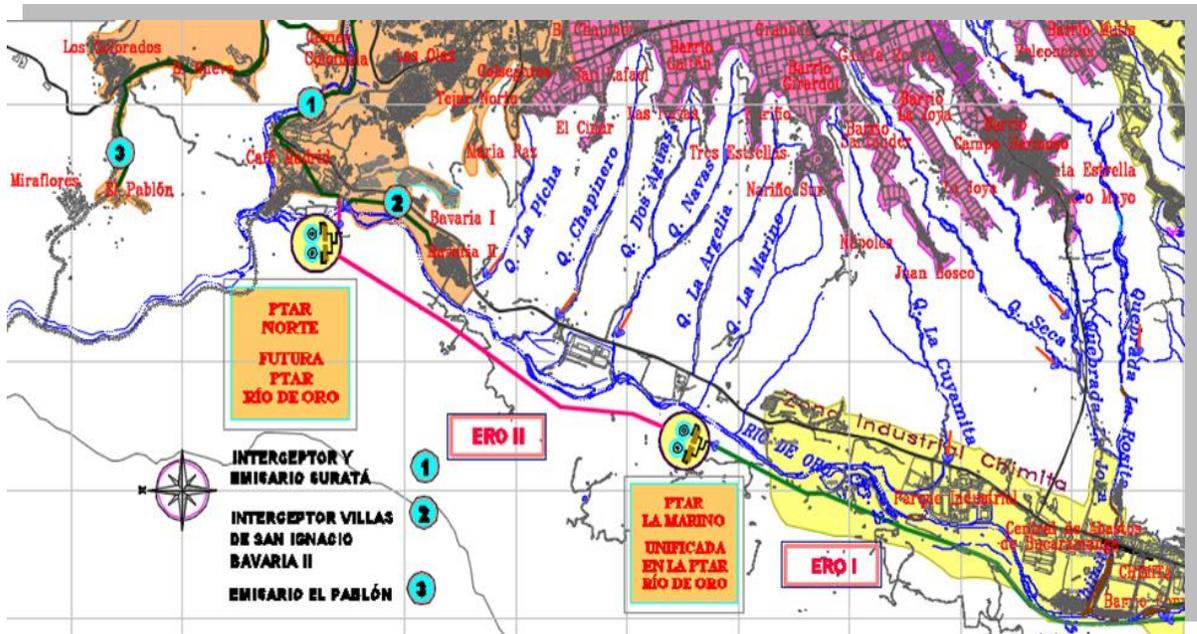


Figura 17. Ubicación original de las PTAR Río de Oro-La Marino y Norte

Fuente: Consultor

El Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio-MVCT y su Viceministerio de Agua y saneamiento básico, dentro del programa Saneamiento de Vertimientos-SAVER, ha dado prioridad a la cuenca del Río de Oro de la zona urbana del Área Metropolitana de Bucaramanga, apoyando con el acompañamiento en la factibilidad, diseños definitivos y posibles recursos para la etapa de inversión de la primera etapa de la PTAR Río de Oro (unificación de la PTAR La Marino y Norte).

El avance a diciembre del 2017 del programa SAVER del Río de Oro, nos muestra que se tiene en desarrollo desde finales del 2016, un convenio integral de apoyo entre los entes territoriales (Gobernación de Santander, Alcaldías de Bucaramanga y Girón), las autoridades ambientales (CDBM y AMB), EMPAS S.A. E.S.P. y la banca alemana (Kfw), cuyo objetivo son los estudios de factibilidad y diseños definitivos de la PTAR Río de Oro, los cuales servirán de base para buscar el cierre financiero de las obras de inversión, aspectos que se describirán en detalle en el capítulo de planeación del nuevo PSMV.

### **Tratamiento de aguas residuales en el sistema La Meseta**

La Meseta de Bucaramanga representa el 54% del sistema de alcantarillado propio del municipio, caracterizado por un drenaje uniforme hacia el escarpe occidental, en donde se tiene sectores de gran altura con respecto a las corrientes receptoras y el valle del Río de Oro (variación de niveles hasta los 100 metros), que lo hace su cuenca aferente principal y al que fluyen el gran número de drenajes de diferente profundidad, formados principalmente por su composición geológica de suelos fácilmente degradables al contacto con las lluvias y corrientes superficiales venidas del macizo de Santander que la limita por su costado oriental; esta circunstancia evidenció con el pasar de los años el grave proceso erosivo que terminaría por destruir la ciudad de no encontrarse la forma de controlarlo.

Fue así como a mediados del siglo pasado con áreas urbanizadas ya eliminadas, en Bucaramanga nació la necesidad de atender urgentemente esta problemática para la que se creó en 1965 la Corporación para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB, como ente encargado de trabajar para detener estos procesos en la ciudad; para su base y horizontes de labores, se tomó como guía el estudio elaborado a finales de los años 60 (1968), denominado Plan General de Control de Erosión – PGCE -, en donde se identificó que la insuficiencia de capacidad en el sistema de alcantarillado y sus vertimientos directos sobre la escarpa, aumentaban considerablemente los procesos de degradación de los suelos. El PGCE se desarrolló en 5 programas por la CDMB, así:

Plan Maestro de Alcantarillado-PMA

Estructuras de Vertimiento-EV.

Control de Cauces-CC.

Estabilización de los taludes-ET de la escarpa.

Vía perimetral-VP y remodelación urbana-RU.

La **Figura 18** muestra una maqueta que representa un corte de la zona alta de la meseta con la ciudad y la escarpa con el esquema de aplicación de los 5 programas del PGCE. Los primeros dos (2) programas (PMA y EV), se ejecutaron prácticamente al 100% en los años 70 y 80 del siglo pasado; los CC se direccionaron a las corrientes de receptoras de los vertimientos combinados, en las zonas de mayor requerimiento por procesos erosivos marginales y de fondo de las cauces (Quebradas La Rosita, La Joya, Seca, La Cuyamita, Las Navas, Dos Aguas, Argelia y Chapinero), se continuó con los cauces como el Complejo La Flora, La Cascada y la Quebrada La Iglesia, quedando por evaluar con el paso de los años, algunos sectores faltantes para justificar la continuación de obras al respecto (Quebradas La Joya, Seca, La Rosita y Chimitá). El objetivo complementario y vital del PGCE, fueron las obras de Estabilización de taludes-ET de la Escarpa, las cuales tuvieron un avance importante y en menor medida se realizó la compra de predios y obras

de remodelación urbana, que buscaban distanciar las viviendas cercanas a los sitios de riesgo por deslizamientos y crear un área de amortiguación mediante una vía perimetral y zonas verdes integradas con los barrios.

De los cinco (5) programas descritos, EMPAS S.A. E.S.P. recibió para su operación y mantenimiento los tres (3) primeros (PMA, EV y CC), los cuales se integraron a la prestación del servicio público de alcantarillado y los otros dos (2) (ET-RU), los asumió la CDMB como autoridad ambiental.



**Figura 18.** Esquema de obras del PGCE y el sistema de drenaje para La Meseta de Bucaramanga y su tratamiento no convencional.

**Fuente:** Plan Estratégico CDMB (2016 – 2020)

Dentro del PSMV 1 se establecieron siete (7) vertimientos principales del sistema La Meseta (Quebradas La Rosita, La Joya, Seca, La Cuyamita, Las Navas, Chapinero y La Picha), los cuales representan las descargas del sistema de alcantarillado combinado integrado en estas corrientes receptoras.

El sistema La Meseta presenta dificultad para la proyección de uno o varios interceptores maestros que permitan el saneamiento de sus corrientes y trasladarlo unificadamente a un sitio de tratamiento, es por ello que dada las obras del PGCE, en donde se avanzó en forma importante en las

Estructuras de Vertimiento-EV y los controles de Cauces-CC que reciben los aportes del alcantarillado, se ha estudiado el comportamiento de autorecuperación de las corrientes, con evaluaciones desde sus puntos iniciales antes de las EV y los puntos finales a la llegada al Río de Oro, encontrándose eficiencias del orden del 50% de la remoción de materia orgánica a nivel de  $DBO_5$  y SST, aspecto que podría darle una clasificación de tratamiento de aguas residuales No Convencional y que al complementarlo con las obras de saneamiento de los Sistemas Río Frío y Oro, con la puesta en funcionamiento de las PTAR respectivas, se podría alcanzar los objetivos de calidad establecidos por las autoridades ambientales (CDMB-AMB) para las corrientes urbanas, siendo la razón principal para que dentro del PSMV no se programaran obras de saneamiento al sistema La Meseta y se diera prioridad a los otros tres (3) sistemas en donde se adelantaron obras en su periodo de 10 años.

En el nuevo PSMV se estudiará con mayor detalle este sistema y se propondrá estudios de alternativas que evalúen entre otros aspectos, mejoras en cada uno de los siete (7) subsistemas que lo conforman sin hacer traslado al sistema Río de Oro, la proyección de interceptores independientes y su conexión al futuro sistema y PTAR Río de Oro o la combinación de estas opciones.

Para la jurisdicción de EMPAS S.A. E.S.P. en la zona urbana de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, el sistema de tratamiento de aguas residuales en funcionamiento es del orden del 30% con la PTAR Río Frío, a pesar que se encuentre trabajando en forma ajustada y sin entrar en operación la primera etapa de modernización, el sistema No convencional de La meseta podría llevarlo a un poco más del 60%, pero se tiene un reto importante para el nuevo PSMV, con la culminación de las dos (2) etapas de la PTAR Río Frío y la posibilidad de poner en funcionamiento la primera etapa de la PTAR Río de Oro, lo que llevaría a más del 60% de tipo convencional y el 90% con el No Convencional. Estas proyecciones de las obras faltantes y su cronología se estudiarán en el capítulo de planeación.

### 3.3.7. Canalizaciones

Los municipios de Bucaramanga, Girón y Floridablanca cuentan con la canalización de algunas quebradas, los porcentajes a los cuales corresponde el número de canalizaciones y la longitud de las mismas que difieren del total, se presentan en la **Tabla 34**.

**Tabla 34.** Canalizaciones de los Municipio de Bucaramanga, Floridablanca y Girón – 2017

CANALIZACIONES			
Municipio		Cantidad (u)	Longitud (m)
BUCARAMANGA	Valor	23	19.305
	%	56,1%	52,5%
FLORIDABLANCA	Valor	8	5.865
	%	19,5%	15,9%
GIRÓN	Valor	10	11.622
	%	24,4%	31,6%
TOTAL	Valor	<b>41</b>	<b>36.792</b>
	% Total	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: SARA

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga-CDMB en su Plan General para el Control de la Erosión-PGCE 2010 – 2035, puso en marcha un programa de Control de Cauces en algunas corrientes urbanas, a través de obras en estructura gavionada del tipo escalonado y abierto, para reducir al máximo el arrastre de las aguas, los desbordamientos y la erosión regresiva de las corrientes, con el fin de dar estabilidad a los taludes que conforman las correspondientes cañadas de la escarpa occidental de Bucaramanga. Se destacan los siguientes corrientes: La Picha, Chapinero, Dos Aguas, Navas, La Argelia, La Marino, La Cuyamita, Quebrada Seca, La Joya, La Rosita, El Loro, La Guacamaya y la Iglesia, con estructuras especiales como se presenta en la **Figura 19**.

Otras corrientes canalizadas se ejecutaron por fuera del PGCE, en actividades propias de proyectos urbanísticos y de los entes territoriales, sin quedar clara su entrega formal a la CDMB y el responsable de su mantenimiento y operación en el tiempo. Actualmente, gran parte de las corrientes canalizadas en el contexto urbano son atendidas por la EMPAS SA ESP, las cuales deparan unos recursos importantes para ello.



**Figura 19.** Controles de cauce.  
**Fuente:** EMPAS S.A. E.S.P.

### **3.4. BALANCE DE PROGRAMAS, PROYECTOS, ACTIVIDADES E INDICADORES DEL PSMV**

#### **3.4.1. INFORME GLOBAL DEL PMS, PMRR Y LAS PTAR**

##### **3.4.1.1. PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO – PMS**

Las actividades e inversiones asociadas al PMS durante el periodo del 2007 al 2017, toman como referencia la **Tabla 8** del PSMV aprobado por la CDMB (Resolución No.0494 de junio 18 de 2009), las cuales se consolidan en la **Tabla 35**, donde se hace el comparativo de los recursos y cantidades de infraestructura proyectada y ejecutada, cuya evaluación detallada se presenta en el **Anexo 5**.

**Tabla 35.** Inversión de obras ejecutadas del PMS vs ejecución.

<b>INVERSIÓN EN OBRAS EJECUTADAS DEL PMS PROYECCIÓN VS EJECUCIÓN</b>			
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN - ACTIVIDADES DEL PMS</b>	<b>ACUMULADO PROYECTADO 2007/17</b>	<b>ACUMULADO EJECUTADO</b>
<b>1. SISTEMA RÍO FRÍO</b>			
A	COLECTORES PARA SANEAMIENTO Y TRASLADO A PTAR	\$ 500	\$ 8.598,69
B	SANEAMIENTO FUTURO DE ÁREAS DE EXPANSIÓN URBANA	\$ 1.750	\$ 38.647,00
<b>TOTAL Inversión (Millones de \$)</b>		<b>\$ 2.250,000</b>	<b>\$ 47.245,69</b>
<b>2. SISTEMA RÍO DE ORO</b>			
A	COLECTORES PARA SANEAMIENTO Y TRASLADO A PTAR	\$ 21.205,0	\$ 37.050
B	SANEAMIENTO FUTURO DE ÁREAS DE EXPANSIÓN URBANA	\$ 1.000	\$ -
<b>TOTAL Inversión (Millones de \$)</b>		<b>\$ 22.205</b>	<b>\$ 37.050</b>
<b>3. SISTEMA ZONA NORTE</b>			
A	COLECTOR PARA SANEAMIENTO Y TRASLADO A PTAR	\$ 1.886	\$ 2.288
<b>TOTAL Inversión (Millones de \$)</b>		<b>\$ 1.886</b>	<b>\$ 2.288</b>
<b>LONGITUD EN METROS DE LAS OBRAS EJECUTADAS DEL PMS PROYECCIÓN VS EJECUCIÓN</b>			
<b>1. SISTEMA RÍO FRÍO</b>			
A	COLECTORES PARA SANEAMIENTO Y TRASLADO A PTAR	350	2738
B	SANEAMIENTO FUTURO DE ÁREAS DE EXPANSIÓN URBANA	700	10188
<b>TOTAL Longitud (m)</b>		<b>1050</b>	<b>12926</b>
<b>2. SISTEMA RÍO DE ORO</b>			
A	COLECTORES PARA SANEAMIENTO Y TRASLADO A PTAR	6840	5983,83
B	SANEAMIENTO FUTURO DE ÁREAS DE EXPANSIÓN URBANA	300	0
<b>TOTAL Longitud (m)</b>		<b>7140</b>	<b>5983,83</b>
<b>3. SISTEMA ZONA NORTE</b>			
A	COLECTOR PARA SANEAMIENTO Y TRASLADO A PTAR	1533	1968
<b>TOTAL Longitud (m)</b>		<b>1533</b>	<b>1968</b>

**Fuente:** Consultor

En la **Tabla 36** se puede observar la descripción de los proyectos y estudios involucrados dentro del PMS para el período comprendido entre el 2007 y 2017, al igual que el valor total en cuanto a número y costo de lo proyectado versus lo ejecutado.

**Tabla 36.** Proyectos y estudios involucrados dentro del PMS desarrollados en el PSMV 1

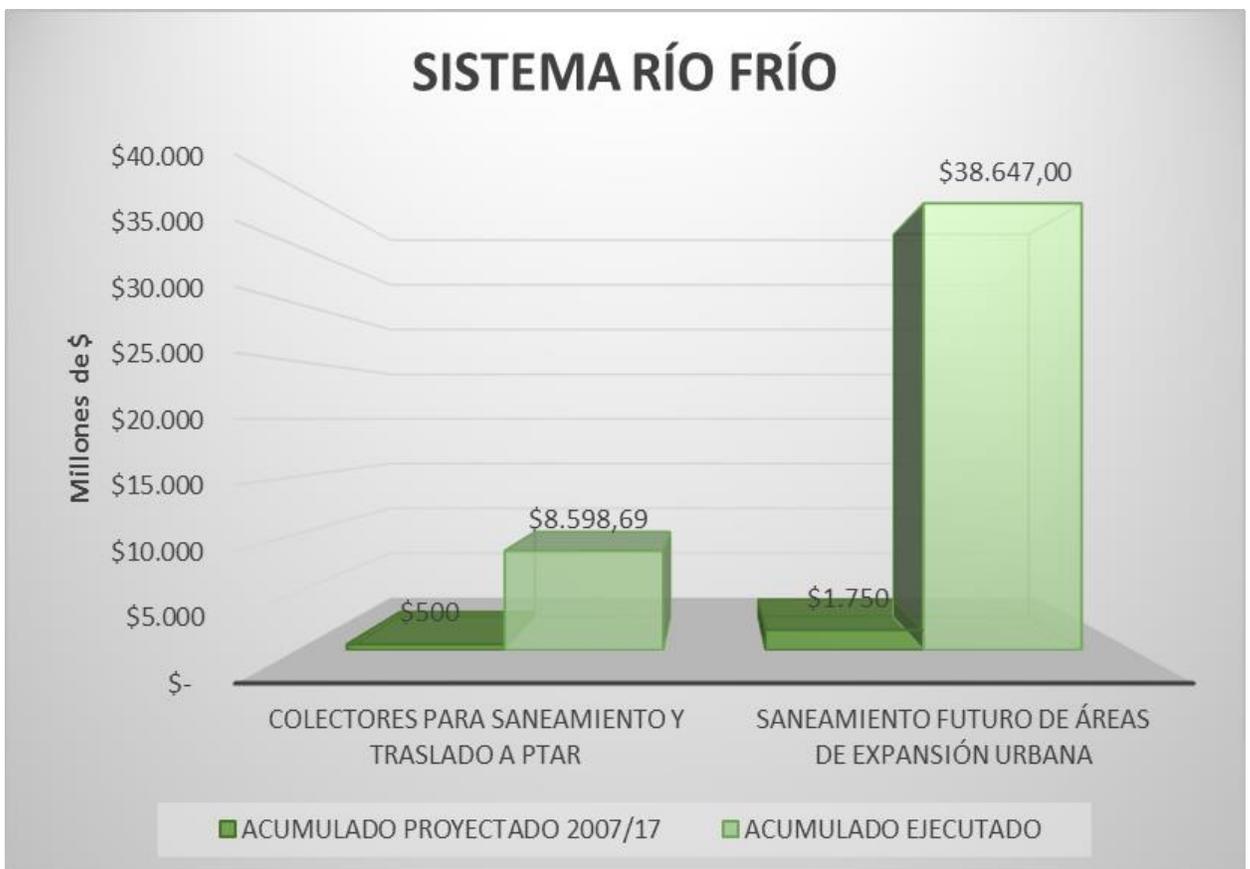
No.	DESCRIPCIÓN - ACTIVIDAD DEL PMS	ACUMULADO PROYECTADO 2007/17	ACUMULADO EJECUTADO
<b>A</b>	<b>PROYECTOS Y ESTUDIOS</b>		
1	Interceptor Mensulí - Aranzoque		
2	Proyectos de Expansión de infraestructura		
3	Actualización sistemas La Chiquita, Cuellar y la Bomba		
4	Adecuación sistema Padre - Jesús - Aldeas e inclusión asentamientos Girón		
5	Caracterización vertimientos objeto de tasa retributiva		
6	Proyectos de expansión de infraestructura y redes locales de asentamientos		
7	Modelación de calidad del agua de la Quebrada La Iglesia		
8	Caracterización de 10 vertimientos de aguas residuales		
9	Caracterización de 16 vertimientos de aguas residuales		
10	Consultoría para diseño y supervisión técnica de proyectos y apoyo de inspectoría técnica en la operación del sistema de alcantarillado de la subgerencia de Alcantarillado		
11	Materiales pedagógico e informativo para cumplir con lo requerido en el proyecto implementación de estrategias para la disminución de y control de cargas contaminantes vertidas a las corrientes de agua		
12	Consultoría para el diagnóstico, seguimiento, supervisión técnica de proyectos y del sistema de alcantarillado en el área de operación de EMPAS S.A.		
13	Caracterización de veinticuatro (24) puntos de vertimiento de aguas residuales del sistema de alcantarillado, en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón.		
14	Consultoría para la realización de estudios y diseños correspondientes al diagnóstico, rehabilitación, ampliación y optimización del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón.		
15	Consultoría para el diagnóstico, seguimiento, supervisión técnica de proyectos y del sistema de alcantarillado en el área de prestación de servicios de EMPAS S.A.		
16	Actualización y ajustes del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV - de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón		
<b>TOTAL Estudios (u)</b>		<b>0</b>	<b>69</b>
<b>TOTAL Inversión (Millones de \$)</b>		<b>\$ -</b>	<b>\$ 9.995,99</b>

**Fuente:** Consultor

### 3.4.1.1.1. Sistema Río Frío

En la **Gráfica 1** se evidencia que las metas propuestas en el PSMV, fueron cumplidas y superadas en inversiones en su totalidad para los proyectos ejecutados, en donde los recursos propios y los de apoyo externo apalancaron financieramente el desarrollo en las obras de adecuación de infraestructura existente (Sistemas La Chiquita y La Cuellar) y de expansión urbana (Sistema Menzulí).

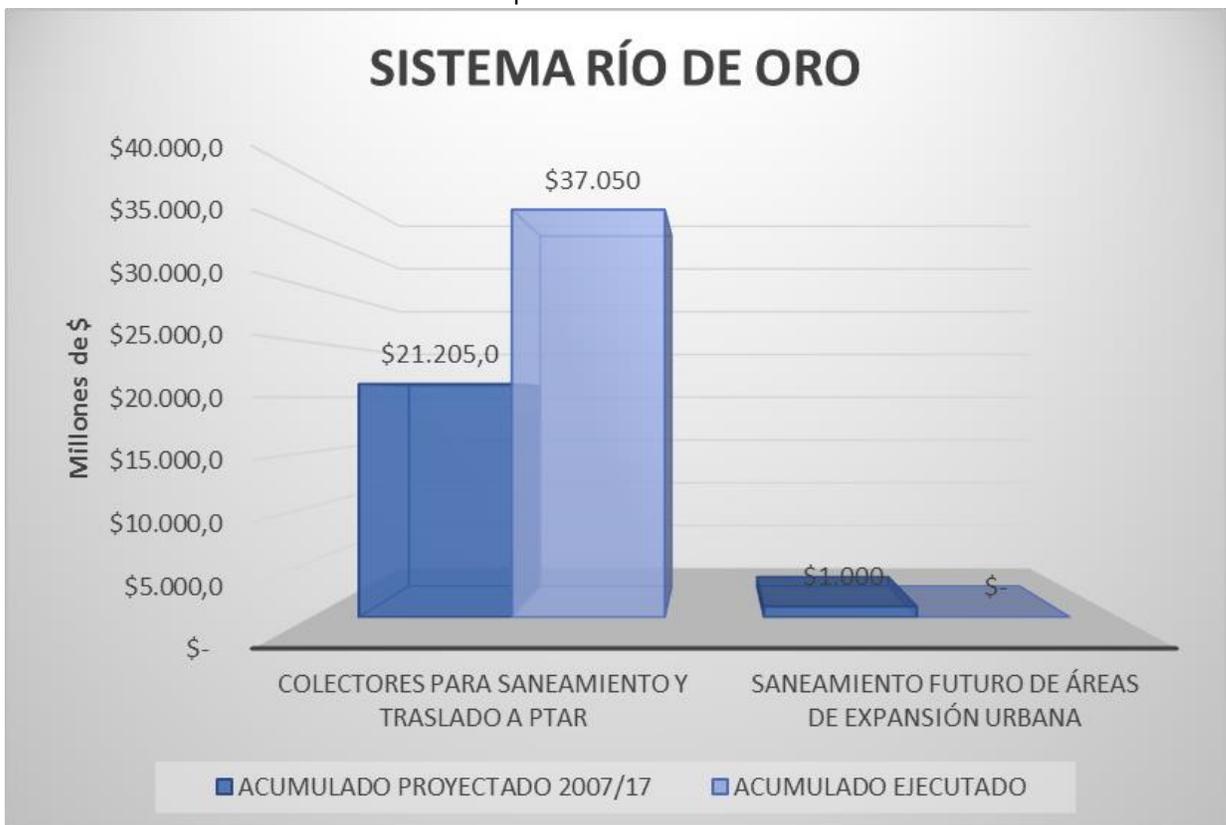
**Gráfica 1.** Cumplimiento PMS sistema Río Frío



### 3.4.1.1.2 Sistema Río de Oro

Para el sistema de Río de Oro, se cumplió en los proyectos e inversiones de los colectores para saneamiento y traslado a PTAR, pero en los sistemas de expansión urbana no se dio inicio al Interceptor Anillo Vial, el cual fue programado para iniciar en el año 2017; en general el balance integral evidencia que se superaron los recursos invertidos a lo programado en el PSMV, como se muestra en la **Gráfica 2**.

**Gráfica 2.** Cumplimiento sistema Río de Oro



### 3.4.1.1.3 Sistema Zona Norte

Se evidencia en la **Gráfica 3** que las inversiones ejecutadas son consistentes con los proyectos y recursos programados, cumpliendo las metas propuestas del PSMV.

**Gráfica 3.** Cumplimiento sistema Zona Norte



### 3.4.1.2. PLAN MAESTRO DE REPOSICIÓN DE REDES – PMRR Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES-PTAR

Las actividades e inversiones asociadas al PMRR y las PTAR, se encuentran reportadas en la **Tabla 37**, donde se hizo la evaluación de las actividades de inversiones- indicadores y metas proyectadas del **Anexo 3**.

Las obras de reposición de redes se desarrollan mediante contratos específicos de actualización de la infraestructura que ha cumplido su vida de servicio y/o tiene algún problema de tipo hidráulico que justificó su renovación, las cuales forman parte integral del PMRR y se complementan con las redes reparadas y repuestas dentro de las actividades generales de mantenimiento, limpieza y operación de los cuatro (4) Distritos en que se encuentra dividido el sistema de alcantarillado urbano de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón.

Aunque las inversiones fueron prácticamente duplicadas con respecto a los programado en el PSMV, se ejecutó la longitud de obra en forma similar, indicando probablemente la atención a infraestructura de mayor tamaño que requiere inversiones más costosas.

Para las inversiones en sistemas de tratamiento de aguas residuales, se consideraron los proyectos en la PTAR Río Frío y la posibilidad de inicio de la PTAR Norte. Se evidencian inversiones duplicadas sin alcanzar la capacidad instalada de 1,0 m<sup>3</sup>/s propuesta para el periodo; esta situación se debió a obras adicionales en la primera Etapa (0,5 m<sup>3</sup>/s) y el comienzo de la segunda etapa (1,0 m<sup>3</sup>/s), por ajustes de diseño, normatividad e imprevistos justificados del proyecto de modernización de la PTAR Río Frío, que limitaron el inicio de obras de la PTAR Norte.

**Tabla 37. Obras proyectadas vs obras ejecutadas de alcantarillado en el PMRR y PTAR**

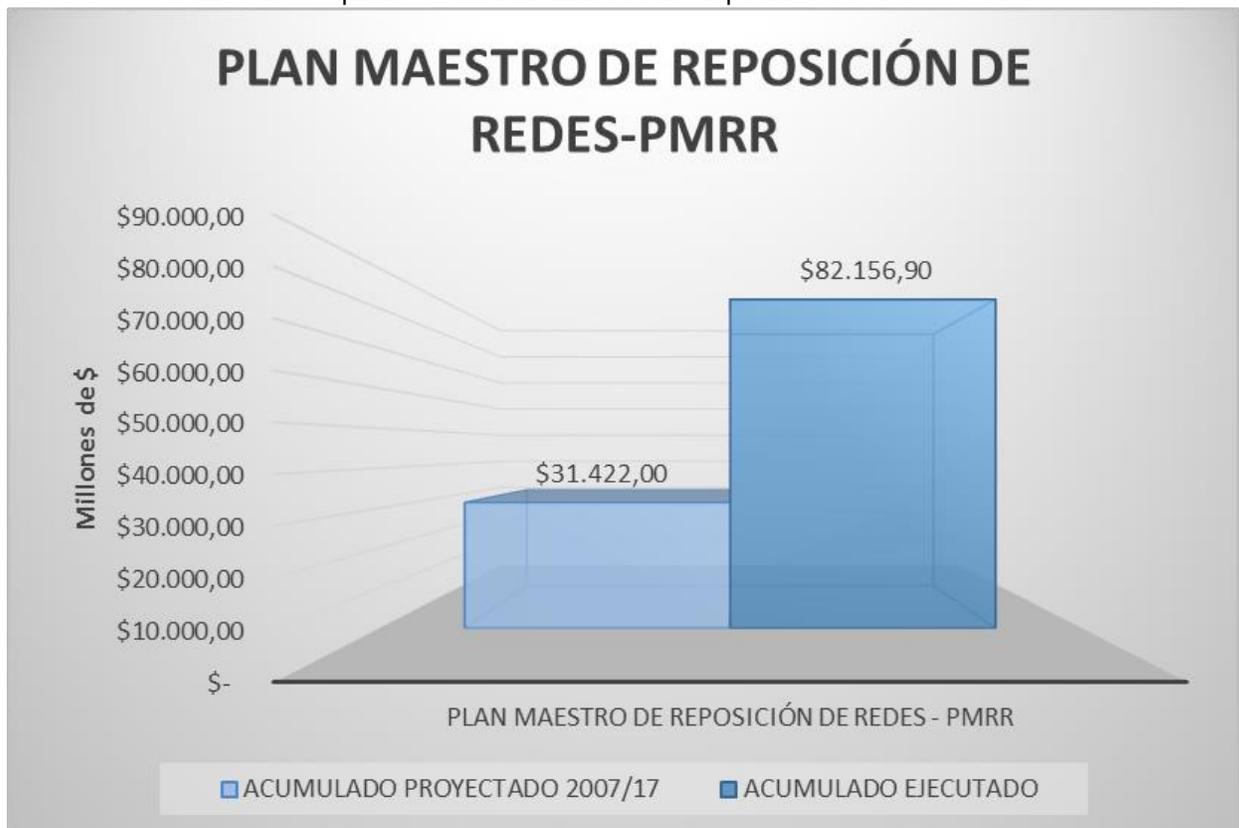
<b>OBRAS PROYECTADAS VS OBRAS EJECUTADAS EN PMRR Y PTAR</b>			
No.	DESCRIPCIÓN - ACTIVIDAD DEL PMRR - PTAR	ACUMULADO PROYECTADO 2007/17	ACUMULADO EJECUTADO
<b>A PLAN MAESTRO DE REPOSICIÓN DE REDES - PMRR</b>			
1	Reposición y reparación de alcantarillado para óptimo funcionamiento		
2	Colectores principales para optimización de redes - incluye controles pluviales		
<b>TOTAL Longitud (m)</b>		<b>53000,00</b>	<b>61841,00</b>
<b>TOTAL Inversión (Millones de \$)</b>		<b>\$ 31.422,00</b>	<b>\$ 82.156,90</b>
<b>B PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - PTAR</b>			
<b>I SISTEMA RÍO FRÍO</b>			
1	Reparación, modernización y ampliación PTAR RÍO FRÍO I y II Etapa		
<b>TOTAL Capacidad media instalada (m3/s)</b>		<b>1</b>	<b>0,5</b>
<b>TOTAL Inversión (Millones de \$)</b>		<b>\$ 35.955,00</b>	<b>\$ 77.661,90</b>
<b>II SISTEMA RÍO DE ORO</b>			
1	PTAR La Marino I ETAPA		
<b>TOTAL Capacidad media instalada (m3/s)</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>TOTAL Inversión (Millones de \$)</b>		<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>
<b>III SISTEMA ZONA NORTE - SURATÁ</b>			
1	PTAR - NORTE Café I Etapa		
<b>TOTAL Capacidad media instalada (m3/s)</b>		<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>
<b>TOTAL Inversión (Millones de \$)</b>		<b>\$ 15.000,00</b>	<b>\$ -</b>
<b>A PLAN MAESTRO DE REPOSICIÓN DE REDES</b>			
1	Estudio y proyecto del PMRR		
2	Estudios y proyectos del PMRR, incluye el catastro de redes integral		
3	Estudios y proyectos del PMRR, incluye el catastro de redes integral y Evaluación de alternativas para la construcción de la PTAR La Marino		
<b>TOTAL Longitud (m)</b>		<b>0,00</b>	<b>184,00</b>
<b>TOTAL Inversión (Millones de \$)</b>		<b>\$ -</b>	<b>\$ 9.574,69</b>
<b>B PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PTAR</b>			
1	Estudio y proyecto de la PTAR Río Frío		
2	Estudios de monitoreo de H2s en el área de influencia de la PTAR AÑO 2016		
3	Actualización ajustes diseños modernización PTAR		
4	Desarrollo del plan de mantenimiento preventivo de los equipos electromecánicos de la PTAR Río Frío.		
5	Actualización al estudio energético del post tratamiento bajo las actuales cargas orgánicas de las industrias, dentro del marco del proceso de ampliación y modernización de la PTAR Río Frío.		
<b>TOTAL Capacidad media instalada (m3/s)</b>		<b>0,00</b>	<b>17,00</b>
<b>TOTAL Inversión (Millones de \$)</b>		<b>\$ -</b>	<b>\$ 495,60</b>

Fuente: Consultor

### 3.4.1.2.1. PLAN MAESTRO DE REPOSICIÓN DE REDES-PMRR

Se evidencia que las metas propuestas en el PSMV, fueron cumplidas a su totalidad, como se muestra en la **Gráfica 4**, duplicando prácticamente las inversiones, aunque en una longitud similar a la proyectada.

**Gráfica 4.** Cumplimiento del Plan Maestro de Reposición de Redes-PMRR



### 3.4.1.2.2 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES-PTAR RÍO FRÍO

En la PTAR Río Frío se realizaron inversiones para el proyecto de modernización, que superaron y duplicaron lo programado por el PSMV, tomando recursos propios y de apoyo externo para su ejecución, los cuales buscaban culminar las dos (2) primeras etapas y dejar una capacidad instalada de 1,0 m<sup>3</sup>/s como se tiene planeada. Estas inversiones mayores limitaron y atrasaron inversiones en la PTAR Norte. La **Gráfica 5** muestra el comparativo de inversiones en esta planta.

**Gráfica 5.** Cumplimiento de Plantas de Tratamiento De Aguas Residuales - PTAR Río Frío



### 3.4.1.2.3. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES –PTAR SISTEMA ZONA NORTE – SURATÁ (FUTURA PTAR RÍO DE ORO)

No se ejecutaron inversiones en esta planta como se tenían programadas en el PSMV, fundamentado en el avance con mayores recursos de inversión en la PTAR Río Frío y el estudio de prefactibilidad de unificar las PTAR Río de Oro-La Marino y Norte en una sola en el mismo sitio de la PTAR Norte, la cual se llamará PTAR Río de Oro, generando un aplazamiento para ejecutar obras en la medida de avance y puesta en funcionamiento del Emisario Río de Oro I y II y la conexión del Emisario Suratá. La **Gráfica 6** muestra que se tenían programados \$15.000 millones y no se realizaron inversiones específicas en el periodo.

**Gráfica 6.** Cumplimiento Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales - PTAR Sistema Norte – Suratá



### 3.4.2. INFORME DETALLADO DEL PMS, PMRR Y LAS PTAR.

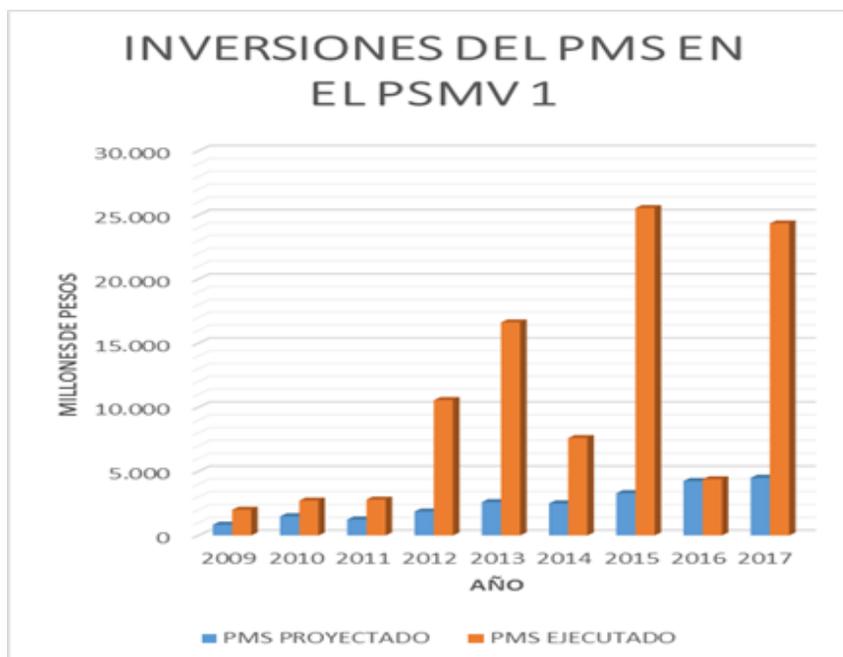
Las inversiones realizadas en el PSMV1 en Plan Maestro Sanitario-PMS, Plan Maestro de Reposición de redes-PMRR y las Plantas de Tratamiento de aguas residuales-PTAR son presentadas anualmente con sus valores proyectados y ejecutados respectivamente. También se observan las longitudes realizadas en el PMS y PMRR y, por último, se muestra un consolidado de los indicadores de seguimiento de avance físico y de cumplimiento de carga contaminante para el PSMV 1. En la **Tabla 38** se pueden observar las inversiones realizadas en el PSMV 1

**Tabla 38.** Inversiones realizadas en el PSMV 1

PSMV 1											
		INVERSIONES ANUALES (Millones de \$)									
No.	Proyecto	AÑO									
		1		2		3		4		5	
		2009		2010		2011		2012		2013	
		Proyectó	Ejecutó	Proyectó	Ejecutó	Proyectó	Ejecutó	Proyectó	Ejecutó	Proyectó	Ejecutó
1	PMS	844,00	2.003	1.500	2.722	1.250	2.801	1.870	10.562	2.600	16.619
2	PMRR	2.335	6.517	2.405	10.686	2.477	14.753	2.552	16.529	2.628	14.327
3	PTAR	11.581	4.691	3.000	8.431	3.000	3.846	3.000	6.895	3.000	14.231
<b>Subtotal</b>		<b>14.760</b>	<b>13.211</b>	<b>6.905</b>	<b>21.839</b>	<b>6.727</b>	<b>21.400</b>	<b>7.422</b>	<b>33.986</b>	<b>8.228</b>	<b>45.177</b>
No.	Proyecto	AÑO									
		6		7		8		9		TOTALES	
		2014		2015		2016		2017			
		Proyectó	Ejecutó	Proyectó	Ejecutó	Proyectó	Ejecutó	Proyectó	Ejecutó	Proyectó	Ejecutó
1	PMS	2.500	7.600	3.300	25.544	4.250	4.382	4.500	24.346	22.614	96.580
2	PMRR	2.707	10.543	2.788	8.363	2.872	3.971	2.958	6.043	23.722	91.732
3	PTAR	3.000	14.486	5.000	6.979	5.000	8.965	5.000	9.634	41.581	78.158
<b>Subtotal</b>		<b>8.207</b>	<b>32.629</b>	<b>11.088</b>	<b>40.887</b>	<b>12.122</b>	<b>17.318</b>	<b>12.458</b>	<b>40.022</b>	<b>87.917</b>	<b>266.469</b>

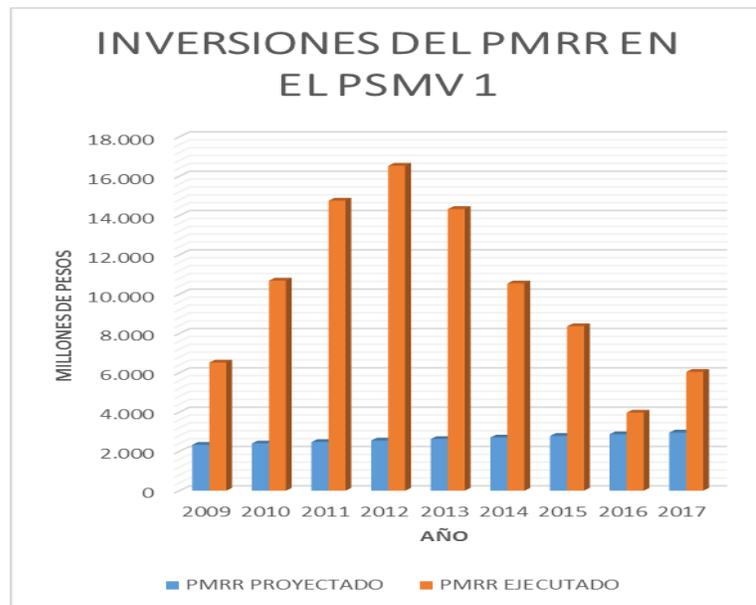
Fuente: Consultor

En la **Gráfica 7**, **Gráfica 8** y **Gráfica 9** se pueden representar las inversiones realizadas en el PSMV 1 para el PMS, el PMRR y las PTAR respectivamente.

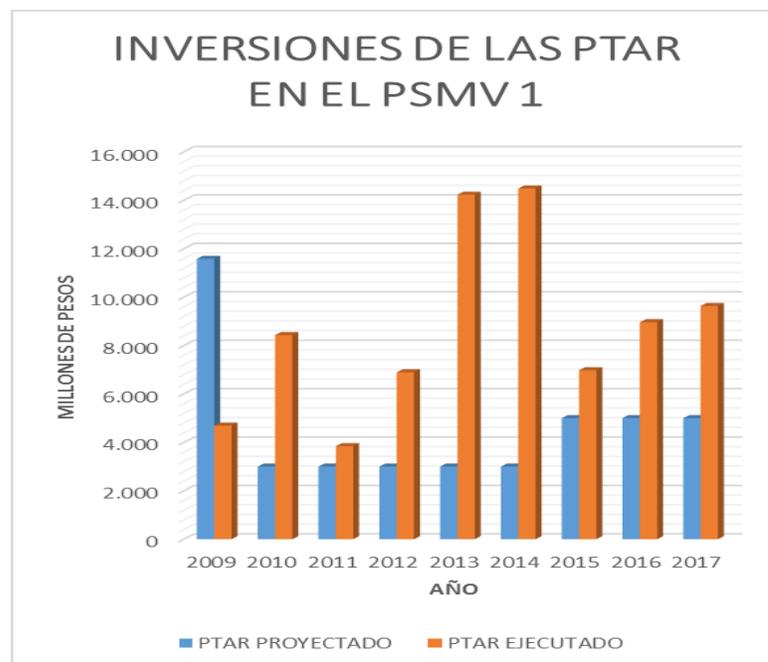


**Gráfica 7.** Inversiones del PMS-PSMV 1

Fuente: Consultor



**Gráfica 8.** Inversiones del PMRR-PSMV 1  
**Fuente:** Consultor



**Gráfica 9.** Inversiones de las PTAR-PSMV 1  
**Fuente:** Consultor

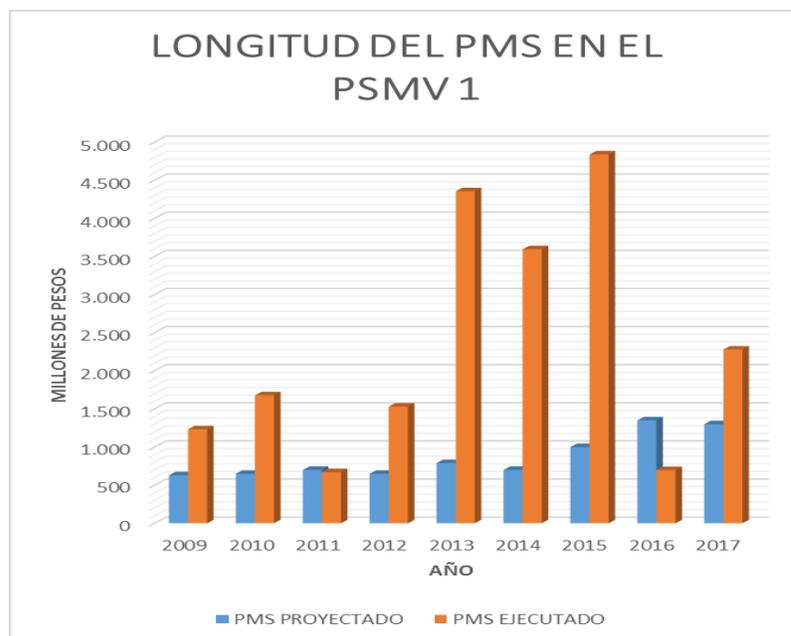
En la **Tabla 39** se pueden observar las longitudes realizadas en el PSMV 1 para el PMS y el PMRR.

**Tabla 39.** Longitudes realizadas en el PSMV 1

PSMV 1											
No. Proyecto		LONGITUDES (m)									
		AÑO									
		1		2		3		4		5	
		2009		2010		2011		2012		2013	
		Proyectó	Ejecutó	Proyectó	Ejecutó	Proyectó	Ejecutó	Proyectó	Ejecutó	Proyectó	Ejecutó
1	PMS	630	1.233	650	1.679	700	671	650	1.531	790	4.355
2	PMRR	4.500	5.781	4.500	9.137	4.500	9.438	4.500	7.277	4.500	8.839
Subtotal		5.130	7.014	5.150	10.816	5.200	10.109	5.150	8.808	5.290	13.194
No. Proyecto		AÑO								TOTALES	
		6		7		8		9			
		2014		2015		2016		2017			
		Proyectó	Ejecutó	Proyectó	Ejecutó	Proyectó	Ejecutó	Proyectó	Ejecutó	Proyectó	Ejecutó
1	PMS	700	3.594	1.000	4.838	1.350	698	1.300	2.279	7.770	20.878
2	PMRR	4.500	4.888	4.500	5.644	4.500	5.038	4.500	5.799	40.500	61.841
Subtotal		5.200	8.482	5.500	10.482	5.850	5.736	5.800	8.078	48.270	82.719

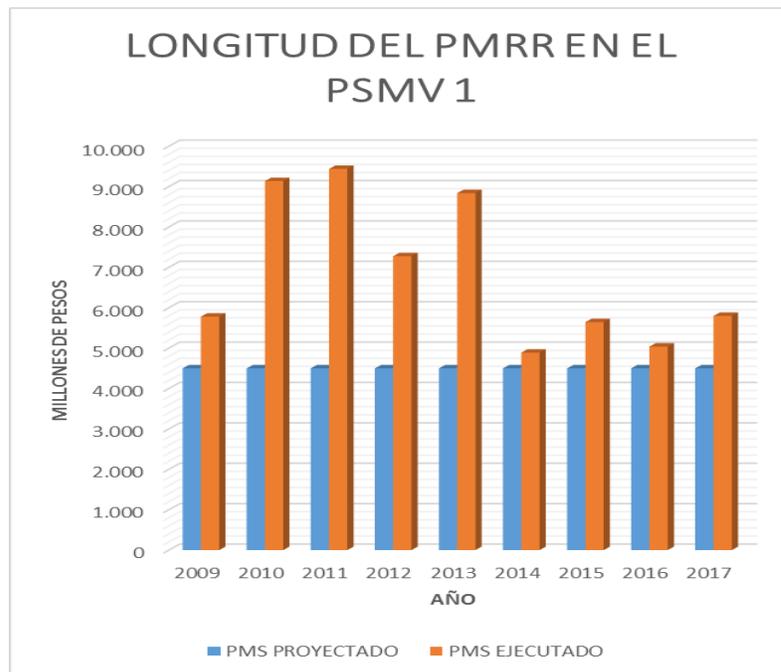
Fuente: Consultor

En la **Gráfica 10** y **Gráfica 11** se pueden representar las longitudes realizadas en el PSMV 1 para el PMS y el PMRR respectivamente.



**Gráfica 10.** Longitud del PMS-PSMV 1

Fuente: Consultor



**Gráfica 11. Longitud del PMRR-PSMV 1**

**Fuente:** Consultor

### 3.4.3. RESULTADOS DE LOS INDICADORES DE SEGUIMIENTO DESARROLLADOS EN EL PSMV 1

Esta es una parte fundamental para el PSMV ya que permite medir el cumplimiento de los objetivos establecidos en un periodo de tiempo, lográndose obtener un balance con los resultados, permitiéndonos identificar los impactos, las tendencias y los cambios que se deben hacer para optimizar el mejoramiento integral del sistema de alcantarillado por medio de decisiones acertadas.

Dentro de la clasificación de los indicadores que estaba planteada en el PSMV 1 se observan cuatro tipos; los indicadores de reposición de redes, los de caudales residuales, PMS y vertimientos, los referenciados como sistemas de PTAR y complementarios y, por último, los indicadores de cargas contaminantes. A continuación, se describen los cuatro tipos de indicadores establecidos con su detalle:

## I. INDICADORES DE REPOSICIÓN DE REDES PARA OPTIMIZAR FUNCIONAMIENTO

1. Longitud de reparación y reposición de infraestructura de alcantarillado para optimizar el funcionamiento del sistema. (m)

## II. INDICADORES DE CAUDALES RESIDUALES - PMS Y VERTIMIENTOS

1. Caudal medio de aguas residuales generado en el área de jurisdicción del servicio de alcantarillado de la EMPAS. ( $m^3/s$ )

2. Caudal medio de agua residual captado y transportado por el sistema de alcantarillado operado por la EMPAS para posterior tratamiento o vertido provisional sin tratamiento. ( $m^3/s$ )

3. Proporción de Caudal de agua residual captado, transportado por el sistema de alcantarillado en relación con el generado en la jurisdicción de la EMPAS. (%)

4. Longitud de colectores y emisarios sanitarios construida para descontaminación de corrientes. (m)

5. Número de vertimientos eliminados de aguas residuales del sistema de alcantarillado de la EMPAS. (u)

6. Número de vertimientos eliminados de aguas residuales del sistema de alcantarillado de la EMPAS, que su caudal entra a sistema de tratamiento. (u)

7. Número de vertimientos de aguas residuales del sistema de alcantarillado operado por la EMPAS a corrientes urbanas. (u)

8. Conexiones erradas adecuadas / conexiones erradas identificadas. (%)

9. Informe anual de Avance del PSMV. (u)

### III. INDICADORES DE SISTEMAS DE PTAR Y COMPLEMENTARIOS

- 1.Actividades y Proyectos para iniciar sistemas, modernizar y ampliar capacidad en las PTAR. (u)
- 2.Caudal medio de aguas residuales del sistema de alcantarillado de jurisdicción de la EMPAS (B/F/G) entregado a PTAR, con sistema de Tratamiento convencional y cumpliendo eficiencia normativa (>80%) en función de DBO5 y SST. (m<sup>3</sup>/s)
- 3.Nuevos caudales medios que, al ser eliminados vertimientos puntuales, entran a sistema de tratamiento en PTAR. (m<sup>3</sup>/s)

### IV. INDICADORES DE CARGAS CONTAMINATES POR TRAMO DE CORRIENTES

- 1.Carga contaminante parámetro DBO aportada para el Río Frío tramo Río Frío (Kg/año)
- 2.Carga contaminante parámetro DBO aportada para el Río De Oro tramo RO4A a RO-02 (Kg/año)
- 3.Carga contaminante parámetro DBO aportada para el Río Suratá tramo SA-03 a SA-01(Kg/año)
- 4.Carga contaminante parámetro SST aportada para el Río Frío tramo Río Frío (Kg/año)
- 5.Carga contaminante parámetro SST aportada para el Río De Oro tramo RO4A a RO-02 (Kg/año)
- 6.Carga contaminante parámetro SST aportada para el Río Suratá tramo SA-03 a SA-01 (kg/año)

En las **Tablas 40, 41 y 42** se puede observar un consolidado de los indicadores de seguimiento del PSMV 1 representados anualmente.

**Tabla 40.** Indicadores de seguimiento (2009-2011) para el PSMV 1

No.	INDICADOR ASOCIADO	AÑO					
		2009		2010		2011	
		PROYECTÓ	EJECUTÓ	PROYECTÓ	EJECUTÓ	PROYECTÓ	EJECUTÓ
I.							
1.	m	4.500	5.781	4.500	9.137	4.500	9.438
II.							
1.	m <sup>3</sup> /s	1,62	1,62	1,64	1,64	1,65	1,65
2.	m <sup>3</sup> /s	1,56	1,56	1,57	1,57	1,58	1,59
3.	%	96%	96%	96%	96%	96%	96%
4.	m	630	16	650	1.679	700	671
5.	u	0	0	1	0	1	1
6.	u	0	0	0	0	0	0
7.	u	33	33	32	33	32	32
8.	%	50%	55%	50%	70,50%	50%	50%
9.	u	1	1	1	2	2	2
III.							
1.	u	1	1	1	1	1	1
2.	m <sup>3</sup> /s	0,52	0,52	0,53	0,53	0,53	0,53
3.	m <sup>3</sup> /s	0	0	0	0	0	0
IV.							
1.	Kg/año	2.112.393	2.112.393	2.126.040	2.126.040	2.139.270	2.140.000
2.	Kg/año	8.886.920	8.886.920	8.972.377	8.972.377	9.057.853	9.060.000
3.	Kg/año	478.581	478.581	479.730	479.730	480.766	4.810.000
4.	Kg/año	1.138.142	1.138.142	1.145.642	1.145.642	1.152.925	1.150.000
5.	Kg/año	4.913.254	4.913.254	4.953.537	4.953.537	4.993.603	4.990.000
6.	Kg/año	346.153	346.153	346.984	346.984	347.733	3.480.000

Fuente: Consultor

**Tabla 41.** Indicadores de seguimiento (2012-2014) para el PSMV 1

No.	INDICADOR ASOCIADO	AÑO					
		2012		2013		2014	
		PROYECTÓ	EJECUTÓ	PROYECTÓ	EJECUTÓ	PROYECTÓ	EJECUTÓ
I.							
1.	m	4.500	7.277	4.500	8.839	4.500	4.888
II.							
1.	m <sup>3</sup> /s	1,66	1,66	1,67	1,67	1,69	1,69
2.	m <sup>3</sup> /s	1,59	1,59	1,61	1,61	1,62	1,62
3.	%	96%	96%	96%	96%	96%	96%
4.	m	650	289	790	4.355	700	3.594
5.	u	0	0	4	4	0	2
6.	u	0	0	0	0	0	0
7.	u	32	32	28	4	28	26
8.	%	50%	50%	50%	67%	50%	52%
9.	u	2	2	1	2	1	2
III.							
1.	u	1	1	1	1	1	1
2.	m <sup>3</sup> /s	0,53	0,53	0,53	0,5	0,61	0,61
3.	m <sup>3</sup> /s	0	0	0	0	0	0
IV.							
1.	Kg/año	2.150.000	2.517.701		2.166.337		1.484.802
2.	Kg/año	9.150.000	9.145.400		9.235.080		9.326.947
3.	Kg/año	482.000	481.804		482.844		483.888
4.	Kg/año	1.180.000	1.160.320		1.167.836		886.508
5.	Kg/año	5.030.000	5.034.587		5.076.530		5.119.450
6.	Kg/año	347.733	348.484		349.236		349.991

Fuente: Consultor

**Tabla 42.** Indicadores de seguimiento (2015-2017) para el PSMV 1

No.	INDICADOR ASOCIADO	AÑO					
		2015		2016		2017	
		PROYECTÓ	EJECUTÓ	PROYECTÓ	EJECUTÓ	PROYECTÓ	EJECUTÓ
I.							
1.	m	4.500	5.644	4.500	5.038	4.500	5.800
II.							
1.	m <sup>3</sup> /s	1,7	1,7	1,71	1,71	1,73	1,73
2.	m <sup>3</sup> /s	1,63	1,63	1,65	1,65	1,66	1,66
3.	%	96%	96%	96%	96%	96%	96%
4.	m	1.000	4.838	1.350	698	1.300	3.044
5.	u	1	0	0	2	0	3
6.	u	1	0	0	0	0	0
7.	u	27	26	27	24	27	23
8.	%	50%	61%	50%	55%	50%	55%
9.	u	1	2	1	2	1	2
III.							
1.	u	1	1	1	1	1	1
2.	m <sup>3</sup> /s	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,5
3.	m <sup>3</sup> /s	0,03	0	0	0	0	0
IV.							
1.	Kg/año		1.496.139		1.507.691		1.519.459
2.	Kg/año		9.421.070		9.517.506		9.616.327
3.	Kg/año		484.935		485.979		487.030
4.	Kg/año		893.133		899.878		906.021
5.	Kg/año		5.163.374		5.208.331		5.254.350
6.	Kg/año		350.747		351.506		352.265

Fuente: Consultor

#### 4. CARACTERIZACIÓN DE LOS VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES Y DE LAS CORRIENTES RECEPTORAS ANTES Y DESPUÉS DE CADA VERTIMIENTO.

Partiendo de la información inicial del PSMV1 (2009-2018) y los informes de avance e inversiones del mismo presentados ante la Autoridad Ambiental - CDMB, para la Actualización del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV2 inicialmente se identificaron los puntos de caracterización, su localización y fuente hídrica receptora, evidenciando durante estos diez (10) años se han eliminado descargas sobre la Quebrada La Iglesia, Río de Oro y El Río Suratá, gracias al trabajo de la empresa en cuanto a la construcción de interceptores y emisarios que operan el caudal sanitario y reciben a su paso los vertimientos ya eliminados.

A continuación, se presentan los puntos de vertimiento con los que la empresa contaba al iniciar el estudio de actualización.

**Tabla 43.** Vertimientos PSMV1 (2009-2018)

TRAMO	CORRIENTE	N.	VERTIMIENTO	SISTEMA	TRATAMIENTO Y TIPO	PUNTOS	
Río Frío	Río Frío	1	Bypass Río Frío	Río Frío I	No	2	
		2	PTAR Río Frío	Río Frío I	Si – Convencional		
		3	La Angelina	Río de Oro – La Marino	No	1	
Río de Oro RO4A a RO01	Quebrada La Iglesia	4	La Guacamaya	Río de Oro – La Marino	No	4	
		5	Ciudadela Sur – Barrio Bucaramanga.	Río de Oro – La Marino	No		
		6	La Chocoita	Río de Oro – La Marino	No		
		7	La Esmeralda	Río de Oro – La Marino	No		
	Río de Oro	Río de Oro	8	Interceptor Río de Oro Margen Derecha	Río de Oro – La Marino	No	14
			9	Interceptor Río de Oro Margen Izquierda	Río de Oro – La Marino	No	
			10	El Palenque	Río de Oro – La Marino	No	
			11	El Carrizal	Río de Oro – La Marino	No	
			12	Zona Industrial Chimita	Río de Oro – La Marino	No	
			13	Q. La Rosita	Meseta – Río de Oro	Si – No convencional	
			14	Q. La Joya	Meseta – Río de Oro	Si – No convencional	
			15	Q. Seca	Meseta – Río de Oro	Si – No convencional	
			16	Q. La Cuyamita	Meseta – Río de Oro	Si – No convencional	
			17	Q. Las Navas	Meseta – Río de Oro	Si – No convencional	
18	Q. Chapinero	Meseta – Río de Oro	Si – No convencional				
19	Q. La Picha	Meseta – Río de Oro	Si – No convencional				
Río Suratá SA-03 a SA-01	Río Suratá	20	Villas de San Ignacio-Café Madrid I	Norte – Río de Oro	No	5	
		21	Café Madrid II	Norte – Río de Oro	No		
		22	Vegas de Morrórico Emisario Final	Norte Suratá	No		
		23	Chitota	Norte Suratá	No		
		24	Chitota – Barrio Nuevo La Escuadra	Norte Suratá	No		
		25	Barrio Las Delicias	Norte Suratá	No		
		26	Emisario Suratá Kennedy	Norte – Río de Oro	No		

La metodología para la caracterización de los vertimientos presentes en la **Tabla 43** y sus fuentes hídricas receptoras, fueron tomadas de cada uno de los monitoreos realizados durante el desarrollo del primer PSMV, los cuales fueron anualmente auditados por la Autoridad Ambiental – CDMB y teniendo en cuenta lo requerido en su momento por la legislación ambiental **Decreto 1594 de 1984** derogado por la actual y vigente **Resolución 0631 del 2015**; además de verificar cada uno de los planteamientos exigidos por la **Resolución 1433 del 13 de diciembre de 2004 - Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV y sus determinaciones.**

En el presente documento se relacionan los resultados de tres (03) monitoreos ejecutados en campo, los cuales tuvieron objetivos diferentes de acuerdo a lo requerido por las resoluciones ya mencionadas; además de tener presente que durante la ejecución del estudio de Actualización algunos sobre la marcha se fueron eliminando hasta llegar a las veintiún (21) descargas actuales. El primero corresponde a los datos de actualización de los veintiséis (26) puntos con los que se finalizó el PSMV1. El segundo y tercero hacen referencia a las caracterizaciones de las veinticuatro (24) descargas sanitarias como punto de partida para el PSMV2, teniendo en cuenta que se llevaron a cabo previas adecuaciones en campo de dos estructuras de separación que operaban en mal estado, las cuales se conectaron durante el desarrollo del presente estudio reportando previamente ante la Autoridad Ambiental; adicional se llevó a cabo el monitoreo de las cuatro (04) fuentes hídricas receptoras de las descargas de la empresa – Rio de Oro, Quebrada La Iglesia, Rio Frio y Rio Surata – aguas arriba y aguas debajo de cada punto aprobado por la Autoridad Ambiental.

El trabajo de campo, toma de muestras, análisis de resultados e informe final fue elaborado por el laboratorio SIAMA Ltda. debidamente acreditado por el IDEAM mediante Resolución N. 2016 del 8 de agosto de 2014 para la toma de muestras en campo y los análisis de laboratorio.

#### 4.1. Caracterización de los veintiséis (26) puntos de vertimiento de aguas residuales base identificados y operados por la EMPAS S.A.

Para la actualización del presente documento se llevó a cabo una primera caracterización de los veintiséis (26) puntos de vertimiento de aguas residuales establecidos en la **Tabla 43** teniendo en cuenta los parámetros requeridos por la Resolución 1433 del 13 de diciembre de 2004 - Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV y sus determinaciones y las presentes consideraciones:

- Monitoreo de 26 puntos de aguas residuales en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón.
- Monitoreo de 24 horas - 2 muestras compuestas por puntos de vertimientos (Diurna y Nocturna) y 12 horas para el Bypass operado en la PTAR Río Frío.
- Análisis físico químico de agua residual para los parámetros requeridos por la Resolución 1433 del 13 de diciembre de 2004 (Caudal-Q, Oxígeno Disuelto-OD, pH, DBO5, DQO, Sólidos Suspendedos Totales-SST, Temperatura, Coliformes Totales, Coliformes Fecales).
- Métodos analíticos utilizados para la toma y análisis de las muestras de vertimientos se establecieron por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM.
- El monitoreo se llevó a cabo por personal técnico y profesional certificados, entrenados y con experiencia para garantizar la representatividad de las muestras, con relevos de 12 horas de trabajo.
- Las muestras en campo se tomaron siguiendo la metodología de muestreo establecida por el sistema de calidad vigente en el Laboratorio de acuerdo con los procedimientos planteados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th edition, 1995.

En la **Tabla 44** se presentan los resultados de la caracterización de vertimientos identificados como base para este PSMV2.

ACTUALIZACIÓN Y AJUSTE DEL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS  
PSMV- ( 2019-2028) DE LOS MUNICIPIOS DE BUCARAMANGA,  
FLORIDABLANCA Y GIRON



Tabla 44. Resultados de la caracterización de vertimientos identificados como base y operados por EMPAS S.A.

TRAMO	CORRIENTE	N.	VERTIMIENTO	PARÁMETROS																					
				Caudal (LPS)			OD mg/L		pH		DBO			DQO			SST			Coliformes totales		Coliformes Fecales			
				Día	Noche	PROM.	Día	Noche	Máx	Min	Día mg/L	Noche mg/L	Carga Kg/d	Día mg/L	Noche mg/L	Carga Kg/d	Día mg/L	Noche mg/L	Carga Kg/d	Día	Noche	Día	Noche		
Río Frio	Río Frio	1	*Bypass Río Frio	117.2	-	117.2	0.0	-	7.71	7.15	408	-	4131.4	827	-	8374.3	314	-	3179.6	16*10 <sup>6</sup>	-	35*10 <sup>5</sup>	-		
		2	PTAR Río Frio	592	337	464.5	0.0	0.0	7.0	6.81	98.4	101	3986.9	318	303	12543.9	119	95.7	4436.6	5.4*10 <sup>6</sup>	9.2*10 <sup>6</sup>	1.3*10 <sup>6</sup>	7.9*10 <sup>5</sup>		
		3	La Angelina	12.92	7.758	10.34	0.0	0.98	7.69	7.12	322	236	258.82	627	523	525.24	243	228	212.04	9.2*10 <sup>6</sup>	9.2*10 <sup>6</sup>	1.1*10 <sup>6</sup>	1.1*10 <sup>6</sup>		
Río de Oro	Quebrada La Iglesia	4	La Guacamaya	4.15	4.12	4.13	0.0	0.0	7.65	7.33	22.4	14.8	6.65	59.6	39.2	17.66	26.4	<10	6.51	8.1*10 <sup>5</sup>	1.0*10 <sup>4</sup>	3.3*10 <sup>6</sup>	1.3*10 <sup>6</sup>		
		5	Ciudadela Sur-B. B/ga.	14.7	6.3	10.5	0.71	0.0	8.12	7.21	389	229	309.36	787	405	610.0	360	168	274.3	1.7*10 <sup>6</sup>	9.2*10 <sup>6</sup>	4.9*10 <sup>5</sup>	1.1*10 <sup>6</sup>		
		6	La Chocoita	51.97	43.74	47.86	0.0	0.0	7.89	6.70	20.6	13.7	72.14	54.9	34.4	188.26	27.7	12.0	84.86	1.7*10 <sup>5</sup>	1.4*10 <sup>5</sup>	5.4*10 <sup>6</sup>	2.3*10 <sup>4</sup>		
		7	La Esmeralda	0.12	0.12	0.12	0.0	0.0	8.90	7.28	628	149	33.36	1319	342	8.61	212	55.0	1.38	629	9.8*10 <sup>6</sup>	3.3*10 <sup>6</sup>	4.9*10 <sup>6</sup>		
	RO4A a RO01	Río de Oro	8	IRO Marg. Derecha	103.8	77.9	90.85	0.0	0.0	8.42	7.26	370	319	2732.7	805	633	5739.9	283	223	2019.5	9.2*10 <sup>6</sup>	9.2*10 <sup>6</sup>	1.7*10 <sup>6</sup>	1.7*10 <sup>6</sup>	
			9	IRO Marg. Izquierda	97.9	34.7	66.3	0.0	0.0	8.10	7.03	353	249	1866.2	735	511	3874.5	247	154	1275.5	9.2*10 <sup>6</sup>	9.2*10 <sup>6</sup>	5.4*10 <sup>6</sup>	1.3*10 <sup>6</sup>	
			10	El Palenque	4.28	1.46	2.87	1.57	0.59	8.56	7.88	435	363	103.3	752	596	176.6	263	126	56.6	3.5*10 <sup>6</sup>	5.4*10 <sup>7</sup>	2.3*10 <sup>7</sup>	1.3*10 <sup>7</sup>	
			11	El Carrizal	21.21	11.62	16.42	0.69	0.49	8.56	7.59	430	193	490.9	733	438	891.5	243	177	311.5	9.2*10 <sup>7</sup>	3.5*10 <sup>7</sup>	7*10 <sup>6</sup>	1.3*10 <sup>7</sup>	
			12	Zona Industrial Chimita	6.51	6.05	6.28	0.0	0.0	7.54	7.29	336	97.3	119.9	758	217	269.9	191	53.3	67.6	9.2*10 <sup>7</sup>	1.6*10 <sup>6</sup>	3.3*10 <sup>6</sup>	2.3*10 <sup>6</sup>	
			13	Q. La Rosita	432.57	488.89	460.73	1.96	1.18	7.98	7.62	66.8	109	3550.4	238	316	11121.4	412	636	21131.4	1.6*10 <sup>7</sup>	2.3*10 <sup>6</sup>	5.4*10 <sup>6</sup>	2.3*10 <sup>4</sup>	
			14	Q. La Joya																					Q. Chimitá
			15	Q. Seca																					
			16	Q. La Cuyamita	21.25	22.59	21.92	0.88	2.45	8.10	7.56	46.2	54.3	95.40	193	216	387.9	65	106	163.1	9.2*10 <sup>6</sup>	1.6*10 <sup>7</sup>	1.1*10 <sup>6</sup>	2.2*10 <sup>6</sup>	
			17	Q. Las Navas	159.62	214.27	186.95	1.67	0.0	8.02	7.23	138	353	4219.1	294	709	8590.1	72	238	2699.5	2.4*10 <sup>6</sup>	9.2*10 <sup>6</sup>	2.3*10 <sup>6</sup>	7.9*10 <sup>5</sup>	
18	Q. Chapinero	111.7	103.7	107.7	2.45	1.18	7.9	7.5	69.6	101	788.3	170	269	2025.4	48	78	581.05	9.2*10 <sup>7</sup>	9.2*10 <sup>7</sup>	3.3*10 <sup>6</sup>	1.3*10 <sup>6</sup>				
19	Q. La Picha	38.3	42.5	40.4	0.29	0.0	7.7	7.31	67.8	120	332.5	172	272	783.9	132	492	1121.7	2.4*10 <sup>7</sup>	1.6*10 <sup>7</sup>	4.5*10 <sup>5</sup>	3.3*10 <sup>6</sup>				
20	V. de San Ignacio-CM I	15.65	10.35	13.0	0.0	0.59	8.33	7.85	415	285	408.0	853	618	853.02	283	272	312.9	5.4*10 <sup>7</sup>	9.2*10 <sup>7</sup>	2.7*10 <sup>6</sup>	7*10 <sup>5</sup>				
21	Café Madrid II	10.79	9.12	9.96	0.0	0.0	7.80	7.44	270	237	219.2	770	560	579.6	270	183	197.9	9.2*10 <sup>7</sup>	5.4*10 <sup>7</sup>	3.3*10 <sup>6</sup>	4.9*10 <sup>6</sup>				
Río Suratá SA-03 a SA-01	Río Suratá	22	Vegas de Morrórico	9.21	7.27	8.24	0.98	4.12	8.47	7.65	409	189	222.1	742	443	434.3	327	182	187.3	1.6*10 <sup>7</sup>	9.2*10 <sup>6</sup>	4.9*10 <sup>6</sup>	3.1*10 <sup>5</sup>		
		23	Chitota	0.45	0.06	0.26	0.0	0.0	7.9	7.0	284	316	6.34	623	613	13.7	230	313	5.28	5.4*10 <sup>7</sup>	9.2*10 <sup>6</sup>	4.9*10 <sup>6</sup>	7.9*10 <sup>5</sup>		
		24	B. Nuevo - Escuadra	3.92	3.69	3.81	1.22	3.67	8.98	7.43	374	165	89.64	634	377	167.5	320	1096	228.9	5.4*10 <sup>6</sup>	2.4*10 <sup>6</sup>	2.4*10 <sup>6</sup>	1.1*10 <sup>5</sup>		
		25	Barrio Las Delicias	0.243	0.18	0.21	0.0	3.26	8.90	7.86	868	829	15.56	1345	1116	22.8	300	353	5.89	2.4*10 <sup>6</sup>	1.3*10 <sup>6</sup>	1.3*10 <sup>6</sup>	7.9*10 <sup>5</sup>		
		26	Emisario Suratá Kennedy	15.31	21.47	18.39	0.0	4.02	8.14	7.40	301	122	312.23	542	308	644.2	232	116	261.03	1.6*10 <sup>7</sup>	3.5*10 <sup>6</sup>	1.3*10 <sup>6</sup>	2.4*10 <sup>6</sup>		

De acuerdo con el análisis de datos de la **Tabla 44**, generamos la **Tabla 45** con los valores de Caudal, DBO5, SST y DQO por fuente receptora; así como los valores máximos y mínimos de los parámetros determinados tal y como se presenta en la **Tabla 46**.

**Tabla 45.** Caudal, DBO5, SST y DQO por fuente receptora.

FUENTE HIDRICA	PARAMETRO	TOTAL
RÍO FRÍO	CAUDAL (L/día)	592,04
	DBO (Kg/día)	8377,12
	SST (Kg/día)	7828,24
	DQO (Kg/día)	21443,44
RÍO DE ORO	CAUDAL (L/día)	1023,38
	DBO (Kg/día)	14925,90
	SST (Kg/día)	29938,35
	DQO (Kg/día)	35293,72
QUEBRADA LA IGLESIA	CAUDAL (L/día)	62,61
	DBO (Kg/día)	421,51
	SST (Kg/día)	367,05
	DQO (Kg/día)	824,53
RIO SURATA	CAUDAL (L/día)	30,91
	DBO (Kg/día)	645,87
	SST (Kg/día)	688,40
	DQO (Kg/día)	1282,50
TOTAL	CAUDAL (L/día)	1708,94
	DBO (Kg/día)	24370,40
	SST (Kg/día)	38822,04
	DQO (Kg/día)	58844,19

**Tabla 46.** Valores máximos y mínimos de los parámetros monitoreados.

+	VALOR MAXIMO	VERTIMIENTO	VALOR MÍNIMO	VERTIMIENTO
DBO (mg/L)	868	Barrio Las Delicias	13,7	La Chocoita
SST (mg/L)	1096	Barrio Nuevo - La Escuadra	<10	La Guacamaya
DQO (mg/L)	1345	Barrio Las Delicias	34,4	La Chocoita
OD (mg/L)	412	Vegas de Morrórico	0	17 vertimientos
Coliformes Fecales día	23000000	El Palenque	23000	La Chocoita
Coliformes Fecales noche	13000000	El Carrizal El Palenque	110000	Barrio Nuevo - La Escuadra
pH	8,98	Barrio Nuevo - La Escuadra	6,7	Chitota

**4.2. Caracterización de las corrientes receptoras de las descargas operadas por EMPAS S.A – Aguas arriba, Aguas abajo y sobre los veinticuatro (24) puntos de vertimiento de aguas residuales identificados y operados por la EMPAS S.A.**

**4.2.1. Caracterización de las corrientes receptoras de las descargas operadas por EMPAS S.A – Aguas arriba y Aguas abajo.**

Las Fuentes Hídricas Receptoras de los vertimientos operados por EMPAS S.A. en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, son cuatro (04): Río Frío, Quebrada La Iglesia, Río de Oro y Río Suratá; a su vez, el Río de Oro es la fuente receptora secundaria de los vertimientos que llegan al Río Frío y la Quebrada La Iglesia.

En cuanto a las características de calidad del agua para las corrientes receptoras de vertimientos de aguas domésticas del sistema de alcantarillado de Bucaramanga, Floridablanca y Girón operado por la empresa, se tomó como punto de referencia la clasificación de las aguas de acuerdo al Estatuto Sanitario de la CDMB.

En la **Tabla 47** se presenta un resumen de las clases de aguas establecidas en el Estatuto Sanitario de la CDMB, en donde solo se referencian los valores permitidos para los parámetros caracterizados por la EMPAS, y/o por la CDMB a través de la red de monitoreo de calidad de aguas.

**Tabla 47.** Clases de aguas según características de calidad referenciados en el Estatuto Sanitario de la CDMB.

CLASE	USOS	OD mg/L	OD %		DBO5mg/L		pH		Coliformes Totales NMP/100 mL	Coliformes Fecales NMP/100 mL
			min	max	min	max	min	max		
1	Consumo humano con tratamiento solo desinfeccion Recreacion.	NR	>75	NR	NR	4	6,5	8,5	NR	100
2	Para consumo humano con Tratamiento Convencional	>5	NR	NR	NR	6	NR	NR	NR	<1000
	Uso por contacto	NR	NR	70	NR	NR	5	9	1000	<200
	Contacto Secundario	NR	NR	70	NR	NR	5	9	5000	NR
	Agricola	NR	NR	NR	NR	NR	4,5	9	5000	1000
3	Agrícolas y pecuarios con Restricciones Ciertos usos industriales	NR	60	70	10	30	6	8,5	NR	NR
4	Recepcion de vertimientos y asimilacion de aguas servidas	NR	NR	60	>30	NR	NR	NR	NR	NR

Vale la pena recalcar que la caracterización de aguas domesticas sobre la que se consolidó la **Tabla 47**, fue monitoreada durante el mes septiembre del año 2017 durante las 24 horas del día, lo que influye en las diferencias presentadas para la clasificación de algunas corrientes.

## METODOLOGIA

Para este monitoreo se tuvo en cuenta las corrientes receptoras de los vertimientos operados por la empresa y su condición antes y después de cada descarga (Río de Oro, Río Frío, Río Suratá – Quebrada La Iglesia). En la **Tabla 48** se presentan los resultados de las caracterizaciones realizadas durante el mes de septiembre del año 2017 teniendo en cuenta los parámetros requeridos por la

Resolución 1433 del 13 de diciembre de 2004 - Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV y sus determinaciones y las presentes consideraciones:

- Monitoreo de 52 puntos sobre las corrientes receptoras (Antes y después de cada vertimiento).
- 104 análisis físico químico de agua residual para los parámetros requeridos por la misma resolución (Caudal-Q, Oxígeno Disuelto-OD, pH, DBO5, DQO, Sólidos Suspendidos Totales-SST, Temperatura, Coliformes Totales, Coliformes Fecales).
- En los cuerpos de agua receptores, se realizó un solo aforo y toma de muestra (puntual), en cada punto antes y después de cada de vertimiento. Para los vertimientos localizados relativamente cerca, los datos del después de un vertimiento se asumieron como el antes del siguiente.
- En la misma jornada se caracterizaron todos los puntos localizados sobre una corriente receptora para determinar el comportamiento de esta, durante el día.

La **Tabla 48** presenta el consolidado de los resultados para cada parámetro medido en campo y analizado en el laboratorio, teniendo en cuenta cada una de las fuentes receptoras y sus condiciones antes y después de cada vertimiento.

**Tabla 48.** Resultados de la caracterización de las corrientes receptoras antes y después de cada vertimiento.

No.	CORRIENTE	CÓDIGO A – Antes D - Después	VERTIMIENTO		PARÁMETROS								
					Caudal (LPS)	OD mg/L	pH unid	T °C	DBO mg/L	DQO mg/L	SST mg/L	Coliformes Totales NMP/100 mL	Coliformes Fecales NMP/100 mL
1	Río Frío	A1 y A2	Bypass Río Frío		575.18	5.98	6.92	24.7	<2,0	<15	<10,0	1.6*10 <sup>4</sup>	1.4*10 <sup>4</sup>
2		D1 y D2	PTAR Río Frío		1476.15	0.0	7.27	24.5	66.7	190	84.0	2.3*10 <sup>7</sup>	2*10 <sup>6</sup>
3		A3	La Angelina		1278.7	0.0	7.21	26.7	67.6	175	68.6	5.4*10 <sup>6</sup>	4.9*10 <sup>5</sup>
		D3			1298.0	0.0	7.34	26.4	56.2	140	42.0	5.4*10 <sup>6</sup>	1.3*10 <sup>6</sup>
4	Quebrada La Iglesia	A4 y A8	La Guacamaya		64.8	5.55	7.98	26.5	46.0	103	64.0	3.5*10 <sup>6</sup>	1.1*10 <sup>6</sup>
8		D4 y D8	Ciudadela Sur-B. B/ga.		106.3	0.21	7.77	25.6	144	249	134	3.5*10 <sup>6</sup>	7.9*10 <sup>5</sup>
12		A12 y A13	La Chocoita		6545.5	7.75	7.71	25.6	19.1	33.2	99.3	1.7*10 <sup>5</sup>	4.6*10 <sup>4</sup>
13		D12 y D13	La Esmeralda		5102.3	7.16	8.01	28.5	34.0	92.8	99.2	1.6*10 <sup>6</sup>	9.2*10 <sup>5</sup>
14	Río de Oro	A14 y A15	IRO Marg. Derecha		6545.5	7.75	7.71	25.6	19.1	33.2	99.3	1.7*10 <sup>5</sup>	4.6*10 <sup>4</sup>
15		D14, D15 y A16	IRO Marg. Izquierda		5102.3	7.16	8.01	28.5	34.0	92.8	99.2	1.6*10 <sup>6</sup>	9.2*10 <sup>5</sup>
16		D16 y A17	El Palenque		7691.8	7.64	7.82	24.8	41.7	110	101	9.2*10 <sup>6</sup>	2.4*10 <sup>6</sup>
17		D17	El Carrizal		6251.9	6.84	7.75	30.6	54.0	146	107	9.2*10 <sup>6</sup>	2.8*10 <sup>6</sup>
18		A18	Zona Industrial Chimita		11032.1	7.85	7.59	23.1	56.4	124	503	2.4*10 <sup>5</sup>	4.5*10 <sup>3</sup>
19		D18 y A19,20,21	Q. La Rosita	Q. Chimitá	10525.4	7.1	7.63	23.4	71.8	165	444	2.4*10 <sup>6</sup>	2.3*10 <sup>5</sup>
20		D19,20,21 y A22	Q. La Joya		10566.9	6.94	7.57	25.3	37.2	89.8	143	1.6*10 <sup>6</sup>	1.7*10 <sup>5</sup>
21		D22	Q. Seca		17112.1	7.48	7.64	24.3	43.5	115	448	5.4*10 <sup>6</sup>	1.3*10 <sup>5</sup>
22		A23	Q. La Cuyamita		7226.1	1.67	7.18	28.4	32.8	95.2	149	2.4*10 <sup>5</sup>	4.9*10 <sup>4</sup>
23		D23 y A24	Q. Las Navas		8354.9	1.27	7.36	29.5	34.0	110	114	9.2*10 <sup>6</sup>	2.3*10 <sup>5</sup>
24		D24 y A25	Q. Chapinero		12265.4	7.81	7.58	25.3	35.0	99.5	320	1.6*10 <sup>5</sup>	1.3*10 <sup>4</sup>
25		D25	Q. La Picha		8163.1	5.72	7.59	23.7	18.0	40.8	54.0	3.5*10 <sup>5</sup>	2.3*10 <sup>4</sup>
26		A26	V. de San Ignacio-CM I		4843.7	4.58	7.64	29.4	27.8	72.8	72.0	1.6*10 <sup>6</sup>	1.3*10 <sup>5</sup>
		D26			5630.7	2.74	7.34	28.1	28.2	65.6	306	1.6*10 <sup>5</sup>	3.5*10 <sup>4</sup>
27		A27	Café Madrid II		5091.6	2.45	7.45	27.9	25.6	101	985	5.4*10 <sup>5</sup>	7.9*10 <sup>4</sup>
	D27	10799.7			3.76	7.63	29.2	27.3	82.4	109	9.2*10 <sup>6</sup>	2.7*10 <sup>5</sup>	
28	Río Suratá	A28 y D28	Vegas de Morrórico		<b>INFILTRACIÓN</b>								
30		A30	Chitota		4190.4	7.45	7.50	22.6	<2,0	<15	25.2	5.4*10 <sup>3</sup>	490
		D30			5017.8	7.64	7.42	25.7	<2,0	<15	27.2	1.6*10 <sup>4</sup>	2.4*10 <sup>3</sup>
31		A31 y D31	B. Nuevo - Escuadra		<b>INFILTRACIÓN</b>								
32		A32 y D32	Barrio Las Delicias		<b>INFILTRACIÓN</b>								
33		A33	Emisario Suratá Kennedy		5217.3	6.76	7.81	26.1	4.8	15.9	31.5	2.3*10 <sup>5</sup>	4.5*10 <sup>4</sup>
	D33	6682.9			6.66	7.76	25.8	5.9	19.9	31.2	4.9*10 <sup>5</sup>	7.8*10 <sup>4</sup>	

Dentro de las observaciones encontradas en el punto aguas arriba – A<sub>18</sub> de Zona Industrial Chimitá se presentó una leve precipitación durante el monitoreo, observando un abundante caudal con alto nivel de materia orgánica y animales en descomposición; además se evidenció la presencia de areneros artesanales, animales domésticos y acumulaciones de residuos sólidos en el punto aguas abajo - D<sub>18</sub>-A<sub>19,20,21</sub> del mismo vertimiento. Durante el monitoreo se presentaron lloviznas en este punto.

En el caso de La Quebrada Las Navas en el punto aguas arriba – A<sub>23</sub> se aprecian animales como vacas y caballos los cuales interactúan en las orillas de fuente hídrica evaluada aportando sedimentos y materia orgánica al agua.

En el punto aguas abajo - D<sub>26</sub> de Villas de San Ignacio Café Madrid I, se aprecian personas dentro del cauce realizando labores de excavación y extracción de arena, lo cual aportó gran cantidad de sedimentos a la muestra tomada.

Para los puntos de vertimiento Vegas de Morrórico, Barrio Nuevo – La Escuadra y Barrio Las Delicias no se tomaron muestras aguas arriba y aguas debajo de cada descarga, ya que sus caudales en la entrega final se filtran.

## 5. PROYECCIONES DE LA CARGA CONTAMINANTE A CORTO MEDIANO Y LAGO PLAZO (2008-2017)

Para el cálculo y proyección de cargas contaminantes se tuvo como referencia la información generada y calculada de la caracterización de vertimientos realizada durante la vigencia 2017. Las proyecciones a corto, mediano y largo plazo de la carga contaminante se presentan en las **Tablas 52, 53 y 54**; y se tuvo en cuenta para su cálculo la información proyectada del Censo 2005 realizado por el DANE ([www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co)), en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón; además de la tasa de crecimiento por cada municipio y el porcentaje de retorno de las aguas residuales domesticas vertidas por la empresa. Otro dato de partida para estas proyecciones corresponde al caudal y las concentraciones de DBO y SST monitoreadas en campo y caracterizadas por el respectivo laboratorio acreditado por el IDEAM.

Durante el desarrollo de la consultoría para la Actualización y Ajuste del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV2 – 2019 – 2028, se llevaron a cabo ajustes en campo a las descargas operadas por la empresa, reduciendo el número de vertimientos a veintiuno (21), eliminando los denominados:

- El vertimiento Interceptor Río de Oro Margen Izquierda y El Carrizal, fueron conectados al Interceptor Río de Oro Margen Izquierda y trasladados a un nuevo vertimiento denominado Río de Oro que descarga justo donde inicia el Emisario Río de Oro La Marino.
- Los vertimientos La Esmeralda, La Chocoita y La Guacamaya, se conectaron directamente al Interceptor Quebrada La Iglesia, quedando una sola descarga en la entrega de la Canalización Quebrada La Iglesia, la cual será un nuevo punto de vertimiento para el PSMV2.
- En el caso de las Quebradas Seca, Joya y Rosita, finalmente se deja un solo punto de descarga en la confluencia con la Quebrada Chimitá, como se viene monitoreando desde vigencias anteriores.

A continuación se presentan los vertimientos finales sobre los que se calcularon las cargas contaminantes y sus proyecciones para los siguientes diez (10) años de ejecución del PSMV 2:

1. Bypass PTAR Río Frío.
2. PTAR Río Frío.
3. La Angelina.
4. Ciudadela Sur – Barrio Bucaramanga.
5. Iglesia Final.
6. Interceptor Río de Oro Margen Derecha.
7. El Palenque.
8. Río de Oro.
9. Zona Industrial Chimitá.
10. Quebrada Chimitá.
11. Quebrada Cuyamita.
12. Quebrada Las Navas.
13. Quebrada Chapinero.
14. Quebrada La Picha.
15. Villas de San Ignacio – Café Madrid I.
16. Café Madrid II.
17. Vegas de Morrórico.
18. Chitota.
19. Barrio Nuevo – La Escuadra.
20. Barrio Las Delicias.
21. Emisario Suratá Kennedy.

ACTUALIZACIÓN Y AJUSTE DEL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS  
PSMV- ( 2019-2028) DE LOS MUNICIPIOS DE BUCARAMANGA,  
FLORIDABLANCA Y GIRON

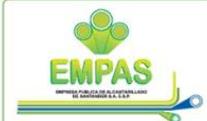


Tabla 52. Cargas a corto plazo.

TRAMO	CORRIENTE	Id. N.	VERTIMIENTO	SISTEMA	TTO y TIPO	CORTO TIEMPO (0-2 AÑOS)															
						Año Base- 2017					Año 0 - 2018			Año 1 - 2019			Año 2 - 2020				
						Concentración		Carga Vertida			Carga Vertida			Carga Vertida			Carga Vertida				
						Q <sub>base</sub> (l/s)	DBO5 mg/l	SST mg/l	DBO5 kg/día	SST kg/día	Q <sub>0</sub> (l/s)	DBO5 kg/día	SST kg/día	Q <sub>1</sub> (l/s)	DBO5 kg/día	SST kg/día	Q <sub>2</sub> (l/s)	DBO5 kg/día	SST kg/día		
Río Frío	Río Frío	1	Bypass PTAR Río Frío	Río Frío 1	No	117.20	408.00	314.00	4,131.44	3,179.59	119.13	4,199.61	3,232.05	121.10	4,268.90	3,285.38	123.10	4,339.34	3,339.59		
		2	PTAR Río Frío	Río Frío 1	Si - C	464.38	99.34	110.53	3,985.76	4,434.73	472.04	4,051.53	4,507.91	479.83	4,118.38	4,582.29	487.75	4,186.33	4,657.89		
		3	La Angelina	R. Oro - PTAR R. Oro	No	10.34	289.71	237.36	258.82	212.05	10.56	264.32	216.56	10.78	269.94	221.16	11.01	275.67	225.86		
<b>Total Río Frío</b>						<b>591.92</b>	<b>797.05</b>	<b>661.89</b>	<b>8,376.02</b>	<b>7,826.37</b>	<b>601.74</b>	<b>8,515.46</b>	<b>7,956.52</b>	<b>611.71</b>	<b>8,657.22</b>	<b>8,088.83</b>	<b>621.86</b>	<b>8,801.34</b>	<b>8,223.34</b>		
Río de Oro RO4A a RO-01	Q. La Iglesia	4	Ciudadela Sur - Barrio Bucaramanga	R. Oro - PTAR R. Oro	No	10.50	340.74	302.09	309.13	274.06	10.61	312.22	276.80	10.71	315.34	279.57	10.82	318.49	282.36		
		<b>Total Quebrada La Iglesia</b>						<b>10.50</b>	<b>340.74</b>	<b>302.09</b>	<b>309.13</b>	<b>274.06</b>	<b>10.61</b>	<b>312.22</b>	<b>276.80</b>	<b>10.71</b>	<b>315.34</b>	<b>279.57</b>	<b>10.82</b>	<b>318.49</b>	<b>282.36</b>
	Río de Oro	5	Iglesia Final	R. Oro - PTAR R. Oro	No	343.50	189.70	201.64	5,629.95	5,984.41	348.22	5,707.36	6,066.70	353.01	5,785.84	6,150.11	357.87	5,865.39	6,234.68		
		6	Interceptor R. Oro Margen Derecha	R. Oro - PTAR R. Oro	No	90.89	348.14	257.28	2,733.89	2,020.39	92.94	2,795.40	2,065.85	95.03	2,858.30	2,112.33	97.16	2,922.61	2,159.85		
		7	El Palenque	R. Oro - PTAR R. Oro	No	2.87	416.68	228.15	103.25	56.54	2.93	105.57	57.81	3.00	107.95	59.11	3.07	110.38	60.44		
		8	Río de Oro	R. Oro - PTAR R. Oro	No	84.23	378.96	277.30	2,757.84	2,018.00	86.12	2,819.89	2,063.41	88.06	2,883.34	2,109.84	90.04	2,948.21	2,157.31		
		9	Zona Industrial Chimitá	R. Oro - PTAR R. Oro	No	6.28	221.01	124.67	119.90	67.63	6.41	122.45	69.07	6.55	125.05	70.54	6.69	127.71	72.04		
		10	Q. Chimitá	Meseta - R. Oro	Si - NC	354.74	82.68	496.30	2,534.14	15,211.49	358.29	2,559.48	15,363.61	361.87	2,585.08	15,517.24	365.49	2,610.93	15,672.41		
		11	Q. La Cuyamita	Meseta - R. Oro	Si - NC	21.92	50.37	33.78	95.41	63.97	22.14	96.36	64.61	22.36	97.32	65.26	22.59	98.30	65.91		
		12	Q. Las Navas	Meseta - R. Oro	Si - NC	124.36	207.24	125.46	2,226.81	1,348.08	125.61	2,249.08	1,361.56	126.86	2,271.57	1,375.17	128.13	2,294.28	1,388.92		
		13	Q. Chapinero	Meseta - R. Oro	Si - NC	107.70	84.72	62.44	788.31	581.05	108.78	796.20	586.86	109.86	804.16	592.73	110.96	812.20	598.66		
		14	Q. La Picha	Meseta - R. Oro	Si - NC	40.36	95.25	321.34	332.19	1,120.64	40.77	335.51	1,131.84	41.17	338.86	1,143.16	41.59	342.25	1,154.59		
		15	Villas de San Ignacio - Café Madrid I	Norte - R. Oro	No	13.00	363.25	278.63	407.95	312.91	13.13	412.02	316.04	13.26	416.14	319.20	13.39	420.31	322.39		
		16	Café Madrid II	Norte - R. Oro	No	9.95	309.09	149.85	265.83	128.87	10.05	268.48	130.16	10.15	271.17	131.46	10.26	273.88	132.78		
		<b>Total Río de Oro</b>						<b>1,199.81</b>	<b>2,747.10</b>	<b>2,556.83</b>	<b>17,995.46</b>	<b>28,913.97</b>	<b>1,215.39</b>	<b>18,267.81</b>	<b>29,277.50</b>	<b>1,231.20</b>	<b>18,544.78</b>	<b>29,646.14</b>	<b>1,247.23</b>	<b>18,826.45</b>	<b>30,019.98</b>
		<b>Total Tramo Río de Oro RO4A a RO-01</b>						<b>1,210.31</b>	<b>3,087.84</b>	<b>2,858.92</b>	<b>18,304.58</b>	<b>29,188.03</b>	<b>1,226.00</b>	<b>18,580.03</b>	<b>29,554.30</b>	<b>1,241.91</b>	<b>18,860.12</b>	<b>29,925.71</b>	<b>1,258.05</b>	<b>19,144.94</b>	<b>30,302.34</b>
		Río Suratá SA-03 a SA-01	Río Suratá	17	Vegas de Morrorico	Norte - Suratá	No	8.24	311.97	263.05	222.12	187.29	8.32	224.34	189.16	8.41	226.58	191.05	8.49	228.85	192.96
18	Chitota			Norte - Suratá	No	0.26	287.65	239.55	6.38	5.32	0.26	6.45	5.37	0.26	6.51	5.42	0.26	6.58	5.48		
19	Barrio Nuevo-La Escuadra			Norte - Suratá	No	3.80	272.65	696.30	89.58	228.78	3.84	90.48	231.07	3.88	91.39	233.38	3.92	92.30	235.72		
20	Barrio las Delicias			Norte - Suratá	No	0.21	851.32	322.81	15.66	5.94	0.22	15.82	6.00	0.22	15.97	6.06	0.22	16.13	6.12		
21	Emisario Suratá-Kennedy			Norte - R. Oro	No	18.39	196.53	164.30	312.25	261.04	18.57	315.37	263.65	18.76	318.52	266.28	18.95	321.71	268.95		
<b>Total Tramo Río Suratá SA-03 a SA-01</b>						<b>30.90</b>	<b>1,920.12</b>	<b>1,686.01</b>	<b>645.99</b>	<b>688.36</b>	<b>31.21</b>	<b>652.45</b>	<b>695.24</b>	<b>31.52</b>	<b>658.97</b>	<b>702.20</b>	<b>31.84</b>	<b>665.56</b>	<b>709.22</b>		
<b>TOTAL</b>						<b>1,833.13</b>	<b>5,805.01</b>	<b>5,206.82</b>	<b>27,326.60</b>	<b>37,702.77</b>	<b>1,858.94</b>	<b>27,747.94</b>	<b>38,206.06</b>	<b>1,885.15</b>	<b>28,176.31</b>	<b>38,716.73</b>	<b>1,911.75</b>	<b>28,611.85</b>	<b>39,234.90</b>		

TTO: Tratamiento  
C: Convencional  
NC: No Convencional

ACTUALIZACIÓN Y AJUSTE DEL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS  
PSMV- ( 2019-2028) DE LOS MUNICIPIOS DE BUCARAMANGA,  
FLORIDABLANCA Y GIRON



Tabla 53. Cargas a mediano plazo.

TRAMO	CORRIENTE	Id. N.	VERTIMIENTO	SISTEMA	TTO y TIPO	MEDIO TIEMPO (3-5 AÑOS)										
						Año 3 - 2021			Año 4 - 2022			Año 5 - 2023				
						Carga Vertida			Carga Vertida			Carga Vertida				
						Q <sub>3</sub> (l/s)	DBO5 kg/día	SST kg/día	Q <sub>4</sub> (l/s)	DBO5 kg/día	SST kg/día	Q <sub>5</sub> (l/s)	DBO5 kg/día	SST kg/día		
Río Frio	Río Frio	1	Bypass PTAR Río Frio	Río Frio 1	No	124.97	4,405.30	3,390.35	126.87	4,472.26	3,441.89	128.80	4,540.24	3,494.20		
		2	PTAR Río Frio	Río Frio 1	Si - C	495.16	4,249.96	4,728.69	502.69	4,314.56	4,800.57	510.33	4,380.14	4,873.54		
		3	La Angelina	R. Oro - PTAR R. Oro	No	11.22	280.91	230.15	11.44	286.25	234.52	11.65	291.69	238.98		
<b>Total Río Frio</b>						<b>631.35</b>	<b>8,936.17</b>	<b>8,349.20</b>	<b>640.99</b>	<b>9,073.07</b>	<b>8,476.98</b>	<b>650.78</b>	<b>9,212.07</b>	<b>8,606.72</b>		
Río de Oro RO4A a RO-01	Q. La Iglesia	4	Ciudadela Sur - Barrio Bucaramanga	R. Oro - PTAR R. Oro	No	10.93	321.68	285.19	11.04	324.90	288.04	-	-	-		
		<b>Total Quebrada La Iglesia</b>					<b>10.93</b>	<b>321.68</b>	<b>285.19</b>	<b>11.04</b>	<b>324.90</b>	<b>288.04</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	
	Río de Oro	5	Iglesia Final	R. Oro - PTAR R. Oro	No	362.52	5,941.64	6,315.73	367.23	6,018.88	6,397.83	-	-	-		
		6	Interceptor R. Oro Margen Derecha	R. Oro - PTAR R. Oro	No	99.11	2,981.06	2,203.05	101.09	3,040.68	2,247.11	103.11	3,101.50	2,292.05		
		7	El Palenque	R. Oro - PTAR R. Oro	No	3.13	112.59	61.65	3.19	114.84	62.88	-	-	-		
		8	Río de Oro	R. Oro - PTAR R. Oro	No	91.84	3,007.18	2,200.45	93.68	3,067.32	2,244.46	481.96	17,351.03	12,579.28		
		9	Zona Industrial Chimitá	R. Oro - PTAR R. Oro	No	6.81	130.13	73.40	6.94	132.61	74.80	7.08	135.13	76.22		
		10	Q. Chimitá	Meseta - R. Oro	Si - NC	369.15	2,637.04	15,829.14	372.84	2,663.41	15,987.43	376.57	2,690.04	16,147.30		
		11	Q. La Cuyamita	Meseta - R. Oro	Si - NC	22.81	99.28	66.57	23.04	100.27	67.24	23.27	101.28	67.91		
		12	Q. Las Navas	Meseta - R. Oro	Si - NC	129.41	2,317.23	1,402.81	130.71	2,340.40	1,416.84	132.01	2,363.80	1,431.01		
		13	Q. Chapinero	Meseta - R. Oro	Si - NC	112.07	820.32	604.64	113.19	828.53	610.69	114.33	836.81	616.80		
		14	Q. La Picha	Meseta - R. Oro	Si - NC	42.00	345.67	1,166.14	42.42	349.13	1,177.80	42.85	352.62	1,189.58		
		15	Villas de San Ignacio - Café Madrid I	Norte - R. Oro	No	13.53	424.51	325.61	13.66	428.75	328.87	13.80	433.04	332.16		
		16	Café Madrid II	Norte - R. Oro	No	10.36	276.62	134.10	10.46	279.38	135.45	10.57	282.18	136.80		
		<b>Total Río de Oro</b>						<b>1262.74</b>	<b>19,093.27</b>	<b>30,383.31</b>	<b>1278.46</b>	<b>19,364.21</b>	<b>30,751.40</b>	<b>1305.53</b>	<b>27,647.43</b>	<b>34,869.11</b>
		<b>Total Tramo Río de Oro RO4A a RO-01</b>						<b>1273.67</b>	<b>19,414.95</b>	<b>30,668.49</b>	<b>1289.50</b>	<b>19,689.11</b>	<b>31,039.44</b>	<b>1305.53</b>	<b>27,647.43</b>	<b>34,869.11</b>
Río Suratá SA-03 a SA-01	Río Suratá	17	Vegas de Morrórico	Norte - Suratá	No	8.58	231.14	194.89	8.66	233.45	196.84	8.75	235.78	198.81		
		18	Chitota	Norte - Suratá	No	0.27	6.64	5.53	0.27	6.71	5.59	0.27	6.77	5.64		
		19	Barrio Nuevo-La Escuadra	Norte - Suratá	No	3.96	93.22	238.07	4.00	94.15	240.45	4.04	95.10	242.86		
		20	Barrio las Delicias	Norte - Suratá	No	0.22	16.30	6.18	0.22	16.46	6.24	0.23	16.62	6.30		
		21	Emisario Suratá-Kennedy	Norte - R. Oro	No	19.14	324.92	271.64	19.33	328.17	274.35	19.52	331.46	277.10		
<b>Total Tramo Río Suratá SA-03 a SA-01</b>						<b>32.16</b>	<b>672.22</b>	<b>716.31</b>	<b>32.48</b>	<b>678.94</b>	<b>723.47</b>	<b>32.80</b>	<b>685.73</b>	<b>730.71</b>		
<b>TOTAL</b>						<b>1937.18</b>	<b>29,023.34</b>	<b>39,734.00</b>	<b>1962.97</b>	<b>29,441.12</b>	<b>40,239.89</b>	<b>1989.12</b>	<b>37,545.23</b>	<b>44,206.54</b>		

TTO: Tratamiento  
C: Convencional  
NC: No Convencional

ACTUALIZACIÓN Y AJUSTE DEL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS  
PSMV- ( 2019-2028) DE LOS MUNICIPIOS DE BUCARAMANGA,  
FLORIDABLANCA Y GIRON



Tabla 54. Cargas a largo plazo.

TRAMO	CORRIENTE	Id. N.	VERTIMIENTO	SISTEMA	TTO y TIPO	LARGO TIEMPO (6-10 AÑOS)																
						Año 6 - 2024			Año 7 - 2025			Año 8 - 2026			Año 9 - 2027			Año 10 - 2028				
						Carga Vertida			Carga Vertida			Carga Vertida			Carga Vertida			Carga Vertida				
						Q <sub>6</sub> (l/s)	DBO5 kg/día	SST kg/día	Q <sub>7</sub> (l/s)	DBO5 kg/día	SST kg/día	Q <sub>8</sub> (l/s)	DBO5 kg/día	SST kg/día	Q <sub>9</sub> (l/s)	DBO5 kg/día	SST kg/día	Q <sub>10</sub> (l/s)	DBO5 kg/día	SST kg/día		
Río Frio	Río Frio	1	Bypass PTAR Río Frio	Río Frio 1	No	130.80	4,610.88	3,548.57	132.84	4,682.63	3,603.79	134.77	4,750.90	3,656.33	136.74	4,820.17	3,709.64	138.73	4,890.45	3,763.73		
		2	PTAR Río Frio	Río Frio 1	Si - C	518.27	4,448.30	4,949.37	526.33	4,517.51	5,026.38	534.01	4,583.38	5,099.67	541.79	4,650.21	5,174.02	549.69	4,718.01	5,249.46		
		3	La Angelina	R. Oro - PTAR R. Oro	No	11.87	297.23	243.52	12.10	302.88	248.15	12.31	308.21	252.51	12.53	313.63	256.96	12.75	319.15	261.48		
	Total Río Frio						660.95	9,356.41	8,741.46	671.27	9,503.02	8,878.32	681.09	9,642.49	9,008.51	691.06	9,784.01	9,140.62	701.18	9,927.60	9,274.67	
Q. La Iglesia	4	Ciudadela Sur - Barrio Bucaramanga	R. Oro - PTAR R. Oro	No	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Total Quebrada La Iglesia						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Río de Oro RO4A a RO-01	Río de Oro	5	Iglesia Final	R. Oro - PTAR R. Oro	No	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		6	Interceptor R. Oro Margen Derecha	R. Oro - PTAR R. Oro	No	105.17	3,163.53	2,337.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		7	El Palenque	R. Oro - PTAR R. Oro	No	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		8	Río de Oro	R. Oro - PTAR R. Oro	No	491.60	17,698.05	12,830.87	608.71	21,914.10	15,887.45	619.97	22,319.51	16,181.36	631.44	22,732.42	16,480.72	643.12	23,152.97	16,785.61		
		9	Zona Industrial Chimitá	R. Oro - PTAR R. Oro	No	7.21	137.69	77.67	7.35	140.31	79.14	7.48	142.78	80.54	7.61	145.29	81.95	7.74	147.85	83.40		
		10	Q. Chimitá	Meseta - R. Oro	Si - NC	380.33	2,716.94	16,308.78	384.14	2,744.11	16,471.87	387.79	2,770.18	16,628.35	391.47	2,796.50	16,786.32	395.19	2,823.07	16,945.79		
		11	Q. La Cuyamita	Meseta - R. Oro	Si - NC	23.50	102.29	68.59	23.74	103.31	69.27	23.96	104.29	69.93	24.19	105.28	70.59	24.42	106.28	71.27		
		12	Q. Las Navas	Meseta - R. Oro	Si - NC	133.33	2,387.44	1,445.32	134.67	2,411.32	1,459.77	135.95	2,434.22	1,473.64	137.24	2,457.35	1,487.64	138.54	2,480.69	1,501.77		
		13	Q. Chapinero	Meseta - R. Oro	Si - NC	115.47	845.18	622.96	116.62	853.63	629.19	117.73	861.74	635.17	118.85	869.93	641.20	119.98	878.19	647.30		
		14	Q. La Picha	Meseta - R. Oro	Si - NC	43.27	356.15	1,201.48	43.71	359.71	1,213.49	44.12	363.13	1,225.02	44.54	366.58	1,236.66	44.96	370.06	1,248.40		
		15	Villas de San Ignacio - Café Madrid I	Norte - R. Oro	No	13.94	437.37	335.48	14.07	441.75	338.83	14.21	445.94	342.05	14.34	450.18	345.30	14.48	454.46	348.58		
		16	Café Madrid II	Norte - R. Oro	No	10.67	285.00	138.17	10.78	287.85	139.55	10.88	290.58	140.88	10.98	293.35	142.21	11.09	296.13	143.56		
		Total Río de Oro						1,324.50	28,129.65	35,367.20	1,343.78	29,256.09	36,288.57	1,362.09	29,732.38	36,776.94	1,380.67	30,216.87	37,272.60	1,399.53	30,709.70	37,775.68
		Total Tramo Río de Oro RO4A a RO-01						1,324.50	28,129.65	35,367.20	1,343.78	29,256.09	36,288.57	1,362.09	29,732.38	36,776.94	1,380.67	30,216.87	37,272.60	1,399.53	30,709.70	37,775.68
		Río Suratá SA-03 a SA-01	Río Suratá	17	Vegas de Morrórico	Norte - Suratá	No	8.83	238.14	200.80	8.92	240.52	202.80	9.01	242.81	204.73	9.09	245.11	206.68	9.18	247.44	208.64
				18	Chitota	Norte - Suratá	No	0.28	6.84	5.70	0.28	6.91	5.76	0.28	6.98	5.81	0.28	7.04	5.87	0.29	7.11	5.92
19	Barrio Nuevo-La Escuadra			Norte - Suratá	No	4.08	96.05	245.29	4.12	97.01	247.74	4.16	97.93	250.09	4.20	98.86	252.47	4.24	99.80	254.87		
20	Barrio las Delicias			Norte - Suratá	No	0.23	16.79	6.37	0.23	16.96	6.43	0.23	17.12	6.49	0.23	17.28	6.55	0.24	17.45	6.62		
21	Emisario Suratá-Kennedy			Norte - R. Oro	No	19.72	334.77	279.87	19.91	338.12	282.67	20.10	341.33	285.35	20.29	344.57	288.06	20.49	347.85	290.80		
Total Tramo Río Suratá SA-03 a SA-01						33.13	692.59	738.01	33.46	699.51	745.40	33.78	706.16	752.48	34.10	712.87	759.62	34.43	719.64	766.84		
TOTAL						2,018.58	38,178.65	44,846.68	2,048.51	39,458.62	45,912.28	2,076.96	40,081.03	46,537.93	2,105.83	40,713.75	47,172.85	2,135.13	41,356.95	47,817.19		

A continuación, presentamos los requerimientos mínimos para poder eliminar vertimientos y el periodo al que corresponde, ya sea por la culminación en la construcción de interceptores y emisarios, estudios de alternativas para saneamiento de corrientes y construcción de Plantas de Tratamiento.

**Tabla 55.** Requerimientos para eliminar vertimientos.

No.	SISTEMA	FUENTE RECEPTORA	No. Vert.	NOMBRE DEL VERTIMIENTO	REQUERIMIENTOS O FALTANTES PARA ELIMINAR VERTIMIENTO	PERIODO DE ELIMINACIÓN
1	Río Frío	Río Frío	1	Bypass PTAR Río Frío	Debe permanecer para uso eventual como REDUNDANCIA del tratamiento	No se elimina
			2	PTAR Río Frío	Efluente permanente de la PTAR	No se elimina
2	Río de Oro	Río Frío	3	La Angelina	Requiere en uso a los IROMD VI+IRFMD Girón II+Anillo Vial	Largo Plazo
		Q. La Iglesia	4	Ciudadela Sur - Barrio Bucaramanga	Requiere obras menores de conexión	Mediano Plazo
		Río de Oro	5	Iglesia Final	Requiere finalizar IROMD VI+Uso del ERO I vertiendo en la Marino	Mediano Plazo
			6	Interceptor R. Oro Margen Derecha	Requiere finalizar IROMD VI y obra de cruce sobre la Q. La Iglesia (Anillo Vial)+ERO I en uso	Largo Plazo
			7	El Palenque	Requiere conexión del IROMD VI a ERO I y su uso	Mediano Plazo
			8	Río de Oro (en tránsito)	De tránsito por descarga: 1° del IROMI, luego en ERO I-La Marino y finalmente en efluente de la PTAR Río de Oro	No se elimina
			9	Zona Industrial Chimitá	Requiere estudio de carga por ARND y obra de conexión al IROMD VI y en uso ERO I	Largo Plazo
3	La Meseta	Corrientes de la Escarpa afluentes a Río de Oro	10	Q. Chimitá	Requiere estudio de Alternativas para definir el Saneamiento del Sistema La Meseta, posteriormente cierre financiero y programación de obras, las cuales podrían por limitación económica y de tiempo pasar al PSMV 3	Largo Plazo
			11	Q. La Cuyamita		
			12	Q. Las Navas		
			13	Q. Chapinero		
			14	Q. La Picha		
4	Norte	Río de Oro	15	Villas de San Ignacio - Café Madrid I	Requiere Emisario Suratá conectado a la PTAR Río de Oro y vertimiento en efluente de tratamiento o bypass	Largo Plazo
			16	Café Madrid II	Requiere Estación de Bombeo - E/B y Línea de Impulsión - L/I para captación parcial y entrega a Emisario Suratá conectado a PTAR Río de Oro en uso	No se elimina, permanecerá con menor Q
		Suratá	21	Emisario Suratá-Kennedy	Requiere Emisario Suratá conectado a la PTAR Río de Oro y vertimiento en efluente de tratamiento o bypass	Largo Plazo
5	Norte-Suratá	Corrientes menores afluentes al Río Suratá	17	Vegas de Morrórico Parte Baja	Son vertimientos con dificultada para conectar a la PTAR Río de Oro, con caudales menores de impacto ambiental bajo sobre corrientes y podrían permanecer o ser objeto de estudios individuales para definir posibles planes de reconversión a tecnologías limpias de gestión de vertimientos	No se eliminan o Planes de reconversión a Largo plazo
			18	Chitota		
			19	Barrio Nuevo-La Escuadra		
			20	Barrio las Delicias		

Teniendo en cuenta el cumplimiento que se dé a cada uno de los requerimientos, estudios y obras presentes en la anterior tabla, EMPAS puede iniciar la conexión o eliminación de descargas de donde se genera la siguiente tabla, la cual contiene información de acuerdo a los plazos en la proyección de obras y cada sistema y corriente hídrica afectada.

**Tabla 56.** Indicadores de vertimientos.

SISTEMA	CORRIENTE	MANEJO DE LOS VERTIMIENTOS EN EL PSMV 2										
		CORTO PLAZO			MEDIANO PLAZO			LARGO PLAZO			Total PSMV 2	
		0-2 Años			2-5 Años			5-10 Años (1, 2)				
		Eliminados		Vertiendo	Eliminados		Vertiendo	Eliminados		Vertiendo	Eliminados	
		(u)	No. ID	(u)	(u)	No. ID	(u)	(u)	No. ID	(u)	(u)	No. ID
Río Frío	Río Frío	0	-	2	0	-	2	0	-	2	0	-
Río de Oro-La Meseta-Norte	Río Frío	0	-	1	0	-	1	0	-	1	0	-
	Q. La iglesia	0	-	1	1	4	0	0	-	0	1	4
	Río de Oro	0	-	13	2	5, 7	11	1	6	10	3	5, 6, 7
Norte-Suratá	Río Suratá	0	-	4	0	-	4	0	-	4	0	-
<b>Totales PSMV 2</b>		<b>0</b>	<b>-</b>	<b>21</b>	<b>3</b>	<b>4, 5, 7</b>	<b>18</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>17</b>	<b>4</b>	<b>4, 5, 6, 7</b>

- (4) - Vertimiento Ciudadela Sur – Barrio Bucaramanga
- (5) - Interceptor Quebrada La Iglesia – Descarga Final
- (6) - Interceptor Río de Oro Margen Derecha
- (7) – Vertimiento El Palenque

De acuerdo a las actividades que EMPAS pueda realizar de manera adicional, gracias a inversiones anexas que se puedan conseguir, las descargas eliminadas podrán ser más dentro de los diez años que aplica el presente documento – PSMV2.

## 6. PROYECTOS PARA EL DESARROLLO Y CUMPLIMIENTO DEL PSMV

### 6.1. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS PROGRAMAS, PROYECTOS Y ACTIVIDADES CON EL CRONOGRAMA E INVERSIONES.

#### 6.1.1. DESCRIPCIÓN DE PROGRAMAS Y PROYECTOS PARA EL DESARROLLO Y CUMPLIMIENTO DEL PSMV

Dentro del Plan estratégico que posee EMPAS para el periodo 2016-2020, se tienen los siguientes programas y proyectos que servirán de base para el desarrollo de los planes, actividades e indicadores de seguimiento que se requieren incorporar dentro del nuevo PSMV para su cumplimiento, los cuales deberán tener la continuidad y atención para la cronología de las inversiones que lo conforman.

Estos componentes de planeación institucional se enmarcan en los siguientes dos (2) grandes programas y sus proyectos:

#### **PROGRAMA I: MANEJO INTEGRAL DE SANEAMIENTO BÁSICO**

Enfocado en los aspectos de continuidad (operación del sistema), cobertura (expansión y saneamiento) y calidad (tratamiento de las aguas residuales), se busca la prestación efectiva del servicio público de alcantarillado urbano de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón y alcanzar el manejo integral de saneamiento básico, el cual enmarca los diferentes componentes de salud pública que se requieren para el desarrollo del PSMV.

Este programa busca integrar las fases o proceso de un sistema de alcantarillado, desde la captación de sus aguas residuales y pluviales a nivel domiciliario y de espacio público, con su transporte en una conducción competente hidráulicamente y estructuralmente, hasta su disposición en forma adecuada a una corriente, incluyendo el tratamiento de las aguas residuales para disminuir

el número de vertimientos que contaminan las fuentes hídricas urbanas que existen en cada municipio y sistema de alcantarillado.

Los proyectos para el desarrollo de este programa que enmarcará las principales actividades del PSMV son los siguientes:

### **PROYECTO 1: PLANEACIÓN, DISEÑO Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS**

Desarrolla actividades integrales de planeación, diseño y ejecución de proyectos del sistema de alcantarillado, enfocados a los componentes de:

Plan Maestro Sanitario-PMS: Corresponde a los proyectos de interceptores y colectores primarios asociados al saneamiento de corrientes mediante la captación de vertimientos sanitarios existentes y los potenciales o temporales para la ampliación de la cobertura del servicio de alcantarillado en suelos de expansión urbana. Busca eliminar vertimientos del PSMV y trasladar en forma secuencial sus caudales hasta los sitios de tratamiento en las PTAR proyectadas para ello.

Plan Maestro de Optimización y Reposición de Redes-PMORR: Desarrolla los diseños básicos y principales con base en el catastro de redes, modelaciones hidráulicas y evaluación del estado estructural con Circuito Cerrado de Televisión-CCTV, para establecer programas de renovación, actualización y optimización de la infraestructura del sistema de alcantarillado minimizando riesgos de rotura o colapso del sistema, en búsqueda de reducir afectaciones sociales (entorno urbano) y ambientales por contaminación al subsuelo y las fuentes hídricas y mantener la continuidad del servicio en el mayor tiempo posible.

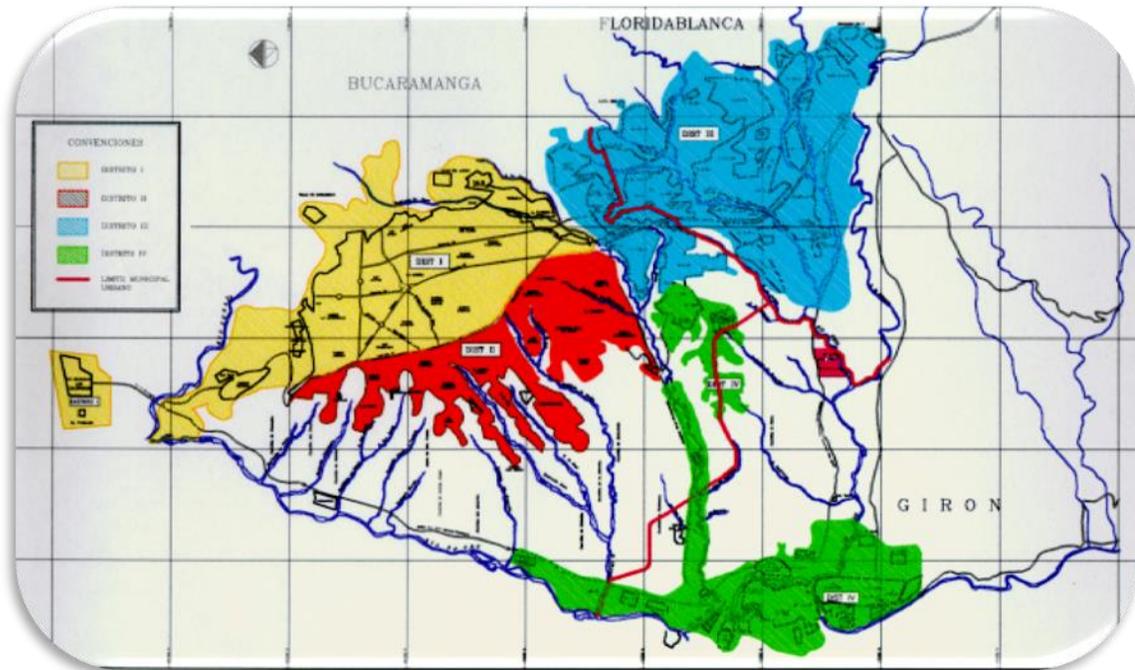
Evaluación de Proyectos Externos: Revisión, seguimiento, autorización de conexión y recibo de infraestructura de nuevos desarrollos urbanísticos que se vincularan a la prestación del servicio público de alcantarillado operado por EMPAS, los cuales deben cumplir las condiciones del servicio para la entrega a la red existente, sin generar nuevos vertimientos sanitarios no autorizados por la Autoridad ambiental dentro del PSMV.

Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales-PTAR: Planea, desarrolla los diseños y ejecuta los proyectos de optimización de las PTAR existentes y las nuevas definidas dentro del PSMV, buscando ampliar la capacidad de servicio para reducir vertimientos y lograr el saneamiento de las corrientes y la calidad de los procesos internos de tratamiento, acorde a la normatividad ambiental vigente y los objetivos de calidad y metas de carga contaminante concertados con la autoridad ambiental regional. Su enfoque es reducir vertimientos con el recibo de los caudales transportados en Interceptores y realizar el proceso de tratamiento para generar cargas de vertimiento menores que sean amigables y asimilables por la corriente saneada y propender por el desarrollo urbano sostenible ambientalmente y de calidad de vida para la comunidad en general.

## **PROYECTO 2: OPERACIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO EN LOS MUNICIPIOS DE BUCARAMANGA, FLORIDABLANCA Y GIRÓN**

Busca garantizar la continuidad en la operación integral del sistema de alcantarillado en su área de jurisdicción, para todos los componentes de su infraestructura a su cargo, para el óptimo funcionamiento desde su captación, transporte y disposición correspondiente.

Se organiza la atención del servicio de alcantarillado por cuatro (4) Distritos operativos (Ver **Figura 20**), en donde se planifica actividades periódicas de mantenimiento y limpieza, reparación, reposición y optimización acorde a las necesidades del servicio, tomando como base la evaluación y seguimiento del estado del sistema de alcantarillado, identificación y reportes de daños y peticiones de los suscriptores y lo establecido en el Plan Maestro de Optimización y Reposición de Redes-PMORR.



**Figura 20.** Distritos operativos del sistema de alcantarillado de la EMPAS

**Fuente:** Consultor

### **PROYECTO 3: OPERACIÓN DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS MUNICIPIOS DE BUCARAMANGA, FLORIDABLANCA Y GIRÓN**

Consiste en las actividades periódicas de operación y mantenimiento de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales-PTAR en funcionamiento y las obras complementarias de ampliación de capacidad de servicio y la nueva PTAR proyectada, buscando la mayor cobertura de tratamiento en la medida del crecimiento urbano, el óptimo funcionamiento de los procesos internos, el cumplimiento de la calidad del vertimiento acorde a la normatividad vigente y los objetivos de calidad de las corrientes receptoras para el saneamiento integral de las corrientes urbanas. Corresponde a la fase final de los proyectos secuenciales e integrados del PSMV, en donde se podrán identificar y

verificar los avances en las obras de saneamiento de las corrientes contaminadas por los vertimientos de alcantarillado.

#### **PROYECTO 4: INVENTARIO GEO-REFERENCIADO Y MODELAMIENTO A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO**

Herramienta de conocimiento de activos institucionales para operación, diseño y planificación del servicio, al contar con la información topográfica y de investigación con CCTV espaciada sobre el urbanismo de jurisdicción del servicio, de los diferentes componentes y elementos de la infraestructura del sistema de alcantarillado, integrada a una base de datos que se lleva a un Sistema de Información Geográfica-SIG, conformando el catastro de redes en un aplicativo denominado Sistema de Administración de Redes de Alcantarillado-SARA.

Esta información de consulta permanente requiere ser mantenida y actualizada con los proyectos propios (reposición, optimización y expansión) y los aportes de redes de los urbanizadores, así como el complemento para consolidar la totalidad de infraestructura que pueda estar faltando por limitaciones de ubicación.

#### **PROGRAMA II: EMPAS AMBIENTAL Y SOCIAL**

Busca la implementación de medidas para que las actividades de prestación del servicio público de alcantarillado sean más amigables y sostenibles con el medio ambiente y tengan empatía con la comunidad y los suscriptores en general, acorde a la normatividad vigente y la responsabilidad social empresarial.

Dadas las condiciones particulares que se tienen en la prestación del servicio de alcantarillado, se requiere implementar estrategias que mitiguen los impactos ambientales y sociales potenciales, desde sus actividades rutinarias operativas hasta los vertimientos a las corrientes con su carga contaminante aportada, las cuales deben tener los cuidados en su ejecución y la convivencia con la

comunidad vecina, plasmados en normas, Guías y políticas institucionales para la correcta prestación del servicio.

Adicionalmente se debe fomentar acciones y campañas de educación ambiental para el uso racional del sistema de alcantarillado por parte de los usuarios y la comunidad en general y el control de los aportes de los diferentes suscriptores especiales, para que se desarrollen en cumplimiento de las condiciones de conexión al servicio y la legislación ambiental que la rige.

Para el desarrollo de este programa complementario y de apoyo del PSMV se tienen los siguientes proyectos:

### **PROYECTO 1: IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA DISMINUCIÓN Y CONTROL DE CARGAS CONTAMINANTES VERTIDAS A LAS CORRIENTES DE AGUA Y EL MANEJO INTEGRAL DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES**

Integra estrategias para el seguimiento y control ambiental a las diferentes actividades que se desarrollan en la prestación del servicio público de alcantarillado, desde la operación, mantenimiento, reparación y reposición de la infraestructura y las PTAR, la construcción de las diferentes nuevas obras, la conexión de suscriptores de aguas residuales no domésticas, en donde se debe condicionar y revisar su incorporación al servicio, cumpliendo normatividad para que su entrega sea aceptada ambientalmente en el sistema de alcantarillado y su posterior tratamiento, la educación ambiental en el uso racional del sistema de alcantarillado a suscriptores y comunidad, hasta la caracterización de los vertimientos a las corrientes para la evaluación de comportamiento de las cargas contaminantes aportadas a las fuentes receptoras, que sirvan de línea base en potenciales proyectos de investigación para implementar planes de reconversión a tecnologías limpias en gestión de vertimientos, junto con el periódico control y entrega de reportes a la autoridad ambiental dentro del PSMV.

### **PROYECTO 2: EMPAS COMUNITARIO**

Proyecto de participación ciudadana con los usuarios y la comunidad, que sirve como medio informativo e integrador para el conocimiento del servicio público de alcantarillado en los diferentes aspectos de su prestación, la divulgación y aclaración de los deberes y derechos de los suscriptores y obligaciones de la empresa (Contrato de Condiciones Uniformes-CCU), la socialización de los proyectos y la vinculación ciudadana en el desarrollo de ellos, los potenciales impactos y cuidados a tener en cuenta entre las dos partes (suscriptor y empresa), para minimizar las afectaciones ambientales que permitan la calidad de vida y la sostenibilidad en el desarrollo urbano, junto a las demás acciones de responsabilidad empresarial establecidas dentro del marco jurídico de la prestación del servicio público de alcantarillado, para la satisfacción del cliente, el cumplimiento con la autoridad ambiental, la sociedad en general y el posicionamiento e imagen institucional.

Es un proyecto de participación vinculante con la comunidad y que complementa las diferentes acciones que se desarrollan dentro del PSMV.

### **6.1.2. CONSOLIDADO Y ALCANCE DE LOS PROYECTOS A NIVEL DEL PLAN MAESTRO SANITARIO-PMS, PLAN MAESTRO DE OPTIMIZACIÓN Y REPOSICIÓN DE REDES-PMORR Y LAS PTAR**

Con base en el Diagnóstico y el avance de los proyectos ejecutados dentro del PSMV anterior (2009-2018), en donde se identifican necesidades faltantes a nivel de colectores y obras en las PTAR, así como la información de caracterización de los puntos de vertimiento y los objetivos de calidad establecidos por la autoridad ambiental para las corrientes urbanas, justifican la continuidad de los programas y proyectos para el saneamiento integral de las corrientes que establece la Resolución 1433 de 2004, dando nacimiento a un nuevo PSMV en su segundo periodo de formulación por parte de EMPAS, al cual denominaremos por esta secuencia como PSMV 2 y al inicial del periodo 2009-2018 (Resolución CDMB No. 0494 del 18 de Junio 1999), como PSMV 1.

El alcance busca identificar las diferentes actividades a desarrollar para cada uno de los proyectos, con los recursos de inversión estimados para su implementación y el balance integral para

establecer su factibilidad de ejecución total o parcial en el periodo de 10 años del PSMV 2, mediante una evaluación ambiental, técnica, financiera y de desarrollo urbano, que justificará la programación de la secuencia cronológica de las actividades que lo conforman con sus alcances físicos y económicos.

Describiremos a continuación los proyectos requeridos para dar continuidad al PSMV, los cuales se enmarcarán en el Plan Estratégico institucional, tomado los programas de Manejo Integral de Saneamiento Básico y EMPAS Ambiental y social, en las líneas primarias del Plan Maestro Sanitario-PMS, Plan Maestro de Optimización y Reposición de Redes-PMORR y las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales-PTAR.

#### **6.1.2.1. Plan Maestro Sanitario-PMS**

Corresponde a los colectores primarios, Interceptores y emisarios sanitarios requeridos para la captación de los vertimientos existentes, que permitan su posible eliminación y saneamiento de los tramos aguas arriba de la corriente o zona en ejecución y estos caudales sean trasladados a sitios de tratamiento en las PTAR; además se encuentra la continuación de interceptores en ejecución desde el PSMV 1 y los posibles nuevos colectores para desarrollar los sistemas de drenaje de las Áreas de Expansión Urbana.

La identificación de los proyectos requeridos se hará teniendo en cuenta los sistemas de drenaje sanitarios descritos en el Diagnóstico y el PSMV 1, los cuales describiremos a continuación:

##### **6.1.2.1.1. Sistema Río Frío**

Incorpora e integra los antiguos sistemas Río Frío 1 (RF 1) y el proyectado Río Frío 2 (RF 2), dado que se eliminó la PTAR Río Frío 2 y el Interceptor Menzulí ya no hará su entrega en esta PTAR y se conectará a la PTAR Río Frío 1, la cual llamaremos PTAR Río Frío. Su población de servicio al año

2017 es del orden de 330 mil habitantes del sur de Bucaramanga (8%-50 mil habitantes) y algo más del 90% del desarrollo de Floridablanca (280 mil habitantes), en donde se estima crecimiento para suelos de expansión urbana (Zapamanga, Menzulí y Río Frío) y de renovación urbana en los próximos 30 años, que llevarían a una población cercana a los 500 mil habitantes del sistema, representando cerca del 33% del área de jurisdicción de EMPAS en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, requiriendo para ello completar la infraestructura de colectores que se describirá a continuación y ampliación de capacidad por etapas de la PTAR Río Frío (ver en tema de las PTAR).

Este sistema de drenaje tiene el mayor avance en colectores y su propia PTAR, llevándolo únicamente a dos (2) vertimientos sanitarios sobre el Río Frío, el efluente de la PTAR y su bypass eventual, evidenciando el saneamiento que se debería tener sobre su cuenca sanitaria aguas arriba de la PTAR Río Frío; pero tiene faltantes para las áreas de expansión urbana y empieza a requerir optimización y adecuación de los colectores existentes que tienen entre 20 y más de 30 años de servicio (cerca de 41 km instalados y 55 estructuras de separación) y justifican ser evaluados hidráulicamente y estructuralmente para definir y programar posibles mejoras en su funcionamiento futuro.

Los requerimientos generales de este sistema se integran en los siguientes proyectos básicos:

***Interceptor Aranzoque-Menzuly:*** Proyecto para el saneamiento de la zona sur del sistema Río Frío, que beneficia a los suelos de Expansión urbana de Floridablanca (800 Ha) y el norte de Piedecuesta (200 Ha), para una población de saturación estimada en cerca de 200 mil habitantes, en donde actualmente existen desarrollos suburbanos con sistemas de tratamiento individual e integrados, cumpliendo las condiciones de permiso de vertimiento por parte de la Autoridad ambiental.

Otro aspecto técnico que fundamenta y justifica la urgencia de este proyecto, consiste en que se podrá conectar al Interceptor Aranzoque-Menzuly, los sistemas en funcionamiento de La Ronda, Aranzoque parte alta y un sector de Cañada Florida, que actualmente son llevados mediante un trasvase de cuenca a los Interceptores Río Frío II a IV; permitiendo aliviar estos interceptores y ese caudal remanente se pueda utilizar para drenajes no contemplados del sector oriental de Floridablanca (asentamientos subnormales y suelos de Expansión Urbana), que requieren ser conectados en los subsistemas de Zapamanga y Río Frío IV Etapa. Sectores de Suratoque parte alta, La Cumbre, Hacienda Zapamanga y Altos de Bellavista, entre otros, se beneficiarían indirectamente con la puesta en funcionamiento del sistema Aranzoque-Menzuly, por lo cual es importante su ejecución inmediata.

Este proyecto se viene ejecutando en los últimos años en cuatro (4) tramos o etapas constructivas, en donde el avance integral a diciembre de 2017 supera el 60% de obras, con el tramo 1 de entrega a la PTAR Río Frío finalizado y los otros tres (3) tramos requieren tramites de permiso de paso privado y de vías nacionales, junto con inversiones y tiempo para su culminación. Para el PSMV será un proyecto prioritario o de corto tiempo, que a pesar del cierre financiero que se lleve a cabo, podría tener atrasos en el tema de permisos, situación ajena a la autonomía de la empresa para la ejecución de las obras.

**Tabla 57.** Longitudes e inversión realizada en el interceptor Menzulí

TRAMO	LONGITUD (m)			Inversiones (Millones de \$)		
	Total	Ejecutada	Faltante	Ejecutado	Faltante	Total
<b>1</b>	3.309	3.309	0	19.478	0	19.478
<b>2</b>	1.798	1.284	514	3.928	2.527	6.455
<b>3</b>	1.671	889	782	2.704	2.785	5.489
<b>3A</b>	650	0	650	1.826	3.429	5.255
<b>4</b>	5.429	3.587	1.842	4.149	6.638	10.787
<b>Total</b>	<b>12.857</b>	<b>9.069</b>	<b>3.788</b>	<b>32.085</b>	<b>15.379</b>	<b>47.464</b>

Fuente: EMPAS

Por ser un sector nuevo no tiene vertimientos vigentes del PSMV, por lo cual no se presentaría reducción o eliminación de vertimientos, pero su caudal de aporte justificará ampliación de capacidad de servicio con las obras de la Etapa II del proyecto de Modernización de la PTAR Río Frío.

**Adecuación Subsistema Zapamanga:** Dada la antigüedad de los interceptores que conforman este subsistema, construidos dentro del PISAB I (1983-1996) (CDBM, 1983) y mejoras en el PISAB II (1996-2007) (CDBM, 1996), en donde se tienen balances hidráulicos y menores de tipo estructural, junto con reportes de seguimiento del comportamiento de la red por parte del área operativa, se empieza a evidenciar problemas que justificarán la reposición en el corto y mediano plazo, de sectores o tramos particulares de cada interceptor afluente al subsistema Zapamanga, cuya longitud total es cercana a los 13 km. Se destacan en este subsistema los Interceptores Las Minas, El Penitente, Las Mojarras, Las Pilas, La Pedregosa-Autopista, El Dorado, La Calavera y el propio Interceptor Zapamanga I a V (Ver plano de localización de sistemas e interceptores del PSMV en **Anexo 4**)

Dada la importancia técnica y ambiental por el saneamiento alcanzado con estos interceptores en funcionamiento, se estima pertinente considerar este subsistema para ser objeto de seguimiento, control y adecuaciones a lo largo del periodo de vigencia del PSMV, buscando minimizar o mitigar eventuales problemas operativos en estructuras de alivio o separación de caudales, conexiones erradas y demás situaciones que puedan alterar el óptimo funcionamiento y generar eventuales contaminaciones en las corrientes ya saneadas.

**Adecuación Subsistema Río Frío:** Lo conforma los interceptores principales que llevan su caudal a la PTAR Río Frío, complementado con el subsistema Zapamanga descrito anteriormente y demás colectores primarios afluentes a los Interceptores de Río Frío I a IV Etapa, entre los cuales se destacan los Interceptores Perimetral La Cumbre, Suratoque I y II, La Ronda, Aranzoque-parte Alta,

Cañada Florida, Río Frío Margen Derecha, Aranzoque parte Baja, La Chiquita, La Cuellar y Aranzoque-Menzulí. (Ver plano de localización de sistemas e interceptores del PSMV en **Anexo 4**)

Subsistema similar al de Zapamanga, construido dentro en su mayoría dentro del PSAB I y II, el cual tiene antigüedad entre 20 a más de 30 años de óptimo funcionamiento, en donde se requiere incorporar en los proyectos del PSMV dentro de su periodo de vigencia, para que se considere su adecuación secuencial acorde a estudios hidráulicos y estructurales que justifiquen sus mejoras y programación de obras.

Es de vital importancia para que continúe su funcionamiento óptimo, en donde los aspectos operativos de seguimiento a los elementos complementarios del sistema (estructuras de alivio y conexiones erradas), tengan su control, atención y mejora y se evite contaminar corrientes ya saneadas.

Algunos de estos colectores primarios requerirán ampliación de capacidad por nuevos aportes no contemplados, tales como asentamientos subnormales, mayor densificación y desarrollo en suelos urbanos y áreas menores de expansión urbana. Su longitud total instalada contemplando el subsistema Menzulí es de aproximadamente de 28 km y junto al subsistema Zapamanga, conforman los 41 km del sistema Río Frío.

#### **6.1.2.1.2. Sistema Río de Oro**

Corresponde al sistema sanitario de la corriente urbana que recibe los mayores caudales de drenaje del Área Metropolitana de Bucaramanga-AMB (Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta) y junto con el sistema Norte o Suratá, forman el Río Lebrija.

Sistema de drenaje sanitario para cerca de 300 mil habitantes, de Bucaramanga (170 mil hab.) y Girón (140 mil hab.) del año 2017 y proyectado a una saturación a un poco más de 500 mil habitantes por renovación urbana y crecimiento por suelos de expansión urbana.

Sobre el Río de Oro se concentran los drenajes del propio sistema Río Frío, La Meseta, Río de Oro y Norte, en donde actualmente existe solo tratamiento convencional en el sistema Río Frío y no convencional en La Meseta.

Para proyectar el crecimiento urbano del AMB, el municipio de Floridablanca considera después del desarrollo del sector de Aranzoque- Menzulí (afluente a Río Frío y este a Río de Oro), crecer en el mediano y largo plazo en la cuenca media de la Quebrada La Ruitoca, Piedecuesta que posee el mayor territorio de expansión urbana metropolitana para los próximos 30 años o más (Superando las 1.000 Ha), lo hará en las cuencas del Río Hato o Lato y Quebrada Grande (ambas afluentes del Río de Oro) y Girón en el sector sur occidental en las Veredas Llanadas, Llanogrande y Carrizal, siendo todos estos drenajes afluentes al Río de Oro, con lo cual se puede observar que es clara la importancia de esta corriente dentro del contexto de desarrollo urbano del AMB y posee varios tramos dentro de los objetivos de calidad establecido por la autoridad ambiental regional.

A EMPAS le corresponde en primera instancia el tramo de cuenca urbano del Río de Oro, comprendido desde el sector de Bahondo en Girón hasta la confluencia con el Río Suratá, e incluye el sistema Río Frío hasta la PTAR Río Frío y el Subsistema Río Frío antes y aguas abajo de la PTAR Río Frío hasta la confluencia con el Río de Oro, con sectores urbanos y de expansión urbana, el subsistema de la Quebrada la Iglesia y las corrientes afluentes que proceden del sistema La Meseta.

Se tiene avance de colectores primarios en todos los subsistemas urbanos y con siete (7) vertimientos propios en el sistema Río de Oro, correspondiente a cerca del 33% del total de vertimientos con el cual inicia el PSMV 2(son 21 totales), siendo la zona de mayor trabajo para este

nuevo periodo, tanto a nivel de los colectores faltantes como del sistema de tratamiento que se describirá más adelante.

EMPAS deberá estudiar la potencialidad técnica, económica, ambiental y de tipo comercial, del crecimiento de jurisdicción de prestación del servicio de alcantarillado, en los suelos de expansión urbana de las cuencas de Ruitoque medio y Río de Oro Sur-Occidental, las cuales no están contempladas en los subsistemas de drenaje del sistema Río de Oro y presentarían dificultad técnica para su incorporación y por consiguiente podrían dar origen a uno o más subsistemas de drenaje independientes a él.

A continuación, describiremos los diferentes proyectos que conforman el sistema Río de Oro, su avance de ejecución, los faltantes a nivel físico y de recursos de inversión y las posibles proyecciones que deben ser consideradas dentro del nuevo PSMV – PSMV 2.

***Interceptor Río de Oro Margen Derecha VI Etapa-IROMD VI:*** Proyecto en fase de terminación, suspendido por varios años debido a dificultad en trámites de permiso vial por el tramo en cruce de la vía nacional Bucaramanga-Barrancabermeja y de tipo técnica por la tecnología constructiva sin zanja exigido para su construcción. Se complementa con posibles adecuaciones de la conexión del futuro Interceptor Anillo Vial y el existente de la Quebrada La Iglesia, así mismo, faltaría la estructura de unión con el Interceptor Río de Oro Margen Izquierda o Emisario Poblado Carrizal, dando origen al Emisario Río de Oro Etapa I.

La conexión total de los colectores afluentes permitiría eliminar varios puntos de vertimiento del PSMV para el sistema Río de Oro, al conducir estos caudales en forma continua hasta la entrega provisional del Emisario Río de Oro Etapa I, el cual se localizaría a la altura de la PTAR Río de Oro.

**Conexiones finales Interceptor Quebrada La Iglesia:** Lo conforman varias actividades de conexión y mejora del Interceptor construido, a nivel de entregas de sistemas especiales como el subsistema Ciudadela-Barrio Bucaramanga y otras menores, adecuación de estructuras de separación y la entrega final al Interceptor Río de Oro Margen Derecha VI Etapa.

Este tramo Corresponde desde la estructura de captación de fondo del sistema Quebrada La Iglesia parte Alta o antiguo Tejar (cerca al Parque Extremo debajo del Viaducto García Cadena) hasta la entrega al IROMD VI (cerca de 8 km). El tramo faltante aguas arriba del punto inicial, forma parte del sistema de saneamiento La Flora II, La Cascada e Iglesia Parte Alta, los cuales se describirán más adelante.

**Conexión Zona Industrial de Chimitá:** Se deben revisar las caracterizaciones del vertimiento existente reportadas en la Autodeclaración de Vertimientos y dadas las características del sector; principalmente por el agua residual no doméstica-ARND operada por la EMPAS SA., donde sería pertinente evaluar el impacto sobre el caudal a llevar a sitio de tratamiento y si es del caso, plantear mejoras a nivel individual en el grupo de suscriptores o en forma colectiva en un punto estratégico antes de su conexión final al Interceptor Río de Oro margen Derecha VI Etapa.

**Emisario Río de Oro Etapa I-ERO I:** Colector que transportará todo el sistema Río de Oro a sitio de tratamiento de sus aguas residuales, el cual parte de la unión de los Interceptores Río de Oro Margen Derecha VI Etapa-IROMD VI y el Interceptor Río de Oro Margen Izquierda-IROMI o Poblado-Carrizal, transitando algo más de 4 km por la margen izquierda del Río de Oro hasta el sitio de la PTAR La Marino, en donde se proyectaba ejecutar la planta para el sistema exclusivo de Río de Oro, pero por evaluaciones técnicas, ambientales y financieras se decidió eliminarla, dando nacimiento al ERO II, con lo cual se unificarían los sistemas de tratamiento y quedando solo la PTAR Río de Oro.

Este Emisario tiene un avance de obra del 90% y se encuentra en proceso de perfeccionamiento de su liquidación. Dado el proceso constructivo por etapas del sistema Río de Oro, el ERO I permitiría con su puesta en funcionamiento, un punto de vertimiento nuevo en el sitio de la PTAR La Marino, que recibiría la mayoría de los aportes de caudal de los subsistemas Quebrada La Iglesia, IROMD VI e IROMI, con lo cual se podría en su momento reducir secuencialmente varios vertimientos existentes. Teniendo en cuenta la importancia de este proyecto se clasificaría dentro de los prioritarios a corto tiempo de ejecución dentro del PSMV 2.

**Emisario Río de Oro Etapa II-ERO II:** Proyecto que daría continuidad al ERO I desde el sitio de la PTAR La Marino hasta la nueva PTAR Río de Oro (antigua PTAR Norte o Café Madrid), lo conforma una longitud del orden de 4 km cuyas inversiones se estiman que superen los \$20,000 millones, su población beneficiada al año 2017 es de aproximadamente 300 mil habitantes (170 mil de Bucaramanga y 130 mil de Girón) y la total proyectada a 25 años sin contemplar el sistema La Meseta es del orden de 450 mil habitantes de estos dos (2) municipios.

Su trazado presenta dificultades en planta y perfil por las condiciones de marginalidad del Río de Oro, con sitios en media ladera y taludes importantes que requieren estudios detallados geotécnicos para definir el alineamiento final y las obras de protección requeridas, incluyendo un tramo que pasa por asentamiento humano y predios privados que requieren negociación de servidumbres de paso.

Su ejecución se estima para el corto y mediano plazo del PSMV, acorde a la culminación del ERO I y los estudios definitivos de la PTAR Río de Oro, los cuales darán la precisión sobre su ejecución y sitio de entrega final del colector.

**Interceptor La Cascada-Emisario Pan de Azúcar:** Proyecto que operará el de los barrios Los Cedros o Pan de Azúcar bajo y el propio Pan de Azúcar, los barrios Guayacanes I, II y III y El Tejar

(La Gran Reserva, Neomundo, entre otros). Tendrá en cuenta drenajes complementarios por potencialidad de desarrollo, como el sector de la Finca La Aurora y una franja entre la carretera antigua y el Cementerio La Colina.

Presenta un trazado con dificultad por los taludes marginales existentes, con potencialidad de movimientos menores que justifican obras de protección, de igual forma, se tiene una condición de alta vegetación y árboles de importancia a lo largo del alineamiento del interceptor.

Su trazado tiene una longitud cercana a los 1,8 km hasta su unión con el Interceptor La Flora II, dando inicio al Interceptor La Iglesia parte Alta. Se estiman inversiones por el orden de \$2,000 millones y está planificado institucionalmente dentro del Plan de Obras de Inversión Regulada-POIR del sistema Tarifario, por lo cual se recomienda su ejecución para el corto tiempo del PSMV 2.

***Interceptor La Flora II:*** En la actualidad el Interceptor La Flora I realiza vertimiento sanitario sobre la canalización de la quebrada La Flora, a la altura del sector de la Iglesia del Espíritu Santo y el CAI de Terrazas, a partir de allí la corriente se encuentra canalizada en conducto cerrado hasta la confluencia con el sistema La Cascada y continua en la Quebrada La Iglesia Parte Alta hasta la captación de fondo que da inicio al Interceptor Quebrada La Iglesia (descrito anteriormente) y la canalización abierta de la Quebrada La Iglesia.

En este trayecto de las dos corrientes (La Flora II y Quebrada La Iglesia parte Alta), la canalización transporta el caudal combinado y se había estimado en el PISAB I y II y el propio PSMV 1, dejarlo funcionando de esta manera, pero los frecuentes problemas operativos de taponamiento y obstrucción de la estructura de captación de fondo, que dificultan la adecuada captura del caudal diluido sanitario para ser llevado en el Interceptor La Iglesia, hacen que el caudal sanitario continúe en la corriente y ya en la canalización abierta se nota el impacto ambiental negativo a pesar de existir el interceptor, llevando a evaluar si se continua con este sistema sensible, vulnerable y de

poca eficiencia de captación o un nuevo sistema independiente tipo interceptor convencional, proyectado desde el punto de vertimiento de la Flora I hasta el primer pozo del Interceptor sanitario Quebrada La Iglesia.

EMPAS evaluó estos escenarios y decidió realizar los estudios para el diseño de la continuación del Interceptor La Flora en su Etapa II, el cual transitaría cerca de 1,1 km entre el CAI de Terrazas y el punto de unión con el Interceptor La Cascada, dando inicio al Interceptor La Iglesia parte Alta.

Como elemento que integra esta problemática, se tiene que las canalizaciones existentes en conducto cerrado de la Flora II y la Quebrada La Iglesia parte Alta, han presentado en eventos extremos de fuertes lluvias, ciertos problemas de capacidad y desbordamiento, lo que justificaría realizar estudios para adecuar este sistema, los cuales buscarían proyectar obras de mejora en forma paralela a los Interceptores La Flora II y la Iglesia parte alta.

***Interceptor Quebrada La Iglesia Parte Alta:*** Proyecto de continuación del Interceptor La Flora II y la Cascada, mediante un interceptor sanitario que transitaría cerca de 0,8 km hasta la entrega al Interceptor La Iglesia, buscando eliminar de esta forma, el sistema de captación de fondo para el caudal sanitario diluido que da inicio al sistema de saneamiento de la Quebrada La Iglesia a la altura del Parque Extremo.

De igual forma al sistema La Flora II, debe gestionarse sus recursos para programarse dentro del PSMV en el mediano y largo plazo.

Al desarrollarse estos proyectos de la parte alta de Quebrada La Iglesia y las obras complementarias del sistema existente (conexión Barrio Bucaramanga, adecuación estructuras de separación y otras

obras menores), se tendría el saneamiento integral de esta corriente afluente al subsistema Río de Oro VI Etapa, llevando esos aportes hasta el vertimiento provisional del ERO I.

**Interceptor Anillo Vial:** Proyecto del sistema Río de Oro para aumentar la cobertura en nuevos desarrollos y suelos de expansión urbana del valle de Río Frío en el Municipio de Girón y un sector menor de la cuenca del subsistema Menzulí del occidente de Floridablanca que no puede ser conectado al sistema Río Frío, recibiría los aportes de los Interceptores Río Frío margen izquierda y Derecha Girón II y los llevaría a conectar al Interceptor Río de Oro Margen Derecha VI Etapa.

El colector parte de una línea principal del sector de San Jorge para tomar el anillo vial hasta el barrio Rincón de Girón y busca la cercanía al Interceptor Río de Oro margen Derecha V Etapa, proyectándose su reposición parcial en el sector del barrio El Portal y la sede deportiva del SENA.

El subsistema proyecta una línea complementarias sobre el anillo vial, 800 m abajo de la PTAR Río Frío (en el sentido oriente a occidente), cuyo objetivo es captar los drenajes de expansión urbana localizados entre esta vía y el límite con el Distrito Regional de Manejo Integrado DRMI, los cuales tendrían dificultad primaria para realizar varios cruces viales y posteriormente prediales para llegar a conectarse hasta el IRFMD Girón II, es por ello que con este interceptor se lleva una línea unificada de 0,7 km y luego cruza la vía para transitar 0,3 km hasta conectarse al IRFMD Girón II. Este trazado menor beneficia un área considerable.

El interceptor principal nace 300 m abajo de la línea complementaria descrita anteriormente, transita por el Anillo vial en sentido oriente occidente cerca de 0,7 km y cruza la vía para recibir en ese punto al IRFMD Girón II, en el sector de las Bodegas de San Jorge, continua por el anillo vial hasta el barrio Rincón de Girón y busca la cercanía al Interceptor Río de Oro margen Derecha V Etapa, proyectándose la reposición parcial en el sector del barrio El Portal y la sede deportiva del SENA,

finalizando con el cruce sobre la Quebrada La Iglesia hasta conectarse en el Interceptor Río de Oro VI Etapa.

La longitud total del subsistema Anillo Vial tiene cerca de 3,8 km y se estima que sus costos son del orden de \$17 mil millones, para un beneficio total de aproximadamente 800 Ha, de las cuales el 50% serían de suelo de expansión urbana.

Por secuencia constructiva se plantea ejecutar en primera instancia el subsistema Anillo Vial y posteriormente los Interceptores de Río Frío MI y MD Girón II Etapa, siendo obras que se desarrollarían en el corto, mediano y largo plazo, acorde a los recursos disponibles y el requerimiento del servicio en la zona.

***Interceptor Río Frío Margen Izquierda Girón II:*** Proyecto del sistema Río de Oro para suelos de expansión urbana de Floridablanca y Girón, en la margen izquierda de los valles de Menzulí y de Río Frío.

El colector tiene un trazado partiendo de la zona industrial y mixta de Floridablanca dentro de la cuenca de la Quebrada Menzulí, por fuera del área de influencia de la PTAR Río Frío y se introduce en Girón sobre la margen izquierda del Río Frío, transitando suelos de expansión urbana para futuros desarrollos residenciales, hasta llegar a la actual zona urbana localizada a la altura del barrio Brisas del Campo, en donde se tienen obras de protección marginal que servirían de apoyo para el paso elevado sobre la corriente a buscar la margen derecha frente a las Bodegas de San Jorge y conectarse al Interceptor Río Frío Margen Derecha Girón II.

La longitud es de cerca de 5 km y los costos estimados son del orden de \$8,711 millones y se haría en forma posterior a las obras del sistema Anillo Vial.

**Interceptor Río Frío Margen Derecha Girón II:** Proyecto del sistema Río de Oro para los suelos urbanos del sistema La Angelina y de expansión urbana de la margen Derecha del valle de Río Frío en Girón, el cual parte en cercanías de la Quebrada La Angelina y su confluencia con el Río Frío, captando el Interceptor La Angelina y transita marginalmente hasta la confluencia con el Interceptor Río Frío margen izquierda Girón II y continua por el sector de San Jorge hasta su entrega final sobre el Interceptor Anillo Vial. Sirve a un sector de Bucaramanga y gran parte de Girón, en un área aproximada de 170 ha.

Tiene una longitud cercana a los 3,1 km y los costos de inversión son del orden de \$15,482 millones. Su construcción se haría posterior al Interceptor Anillo Vial y en forma paralela con el Interceptor Río Frío margen Izquierda Girón II, ambos en el mediano y largo plazo del PSMV, acorde a su cierre financiero.

#### **6.1.2.1.3. Sistema Norte-Río de Oro**

Corresponde a los drenajes de la zona norte de Bucaramanga aferentes inicialmente al Río Suratá y por trasvase de cuenca son llevados a la PTAR Río de Oro, el cual beneficia a cerca de 50 mil habitantes actuales (podría crecer a 80 mil en los próximos 25 años), que equivalen a menos del 8% de Bucaramanga, cuyo avance es importante (superior al 95%) dado que ya se tiene el colector principal con vertimiento provisional a la margen izquierda del Río de Oro y en frente del sitio de tratamiento de sus aguas residuales, quedando pendiente su conexión final cruzando el Río de Oro hasta la entrega a las estructuras preliminares de la PTAR Río de Oro (en el sitio de la antigua PTAR Norte o Café Madrid).

El objetivo en este nuevo PSMV es entregar estos caudales a fase de tratamiento y eliminar inicialmente dos (2) vertimientos existentes del sistema Norte-Río de Oro, los cuales corresponden al de Villas de San Ignacio-Café Madrid I y el de Emisario Suratá-Kennedy. Se debe complementar con obras del otro vertimiento restante (Café Madrid II), proyectándose una estación de bombeo y línea

de impulsión para conectar una parte del caudal y el saldo menor seguiría sobre la margen derecha del Río de Oro en el mismo vertimiento cercano al sector La Playa.

**Emisario Suratá y redes afluentes:** Este subsistema tiene el vertimiento principal provisional sobre la margen derecha del Río de Oro, en un sitio del Café Madrid localizado frente a la futura PTAR Río de Oro (margen derecha del Río de Oro), requiriéndose el diseño del paso sobre la corriente y su conexión a las etapas de tratamiento y fases operativas de la PTAR Río de Oro.

De igual forma, existen algunas conexiones pendientes de colectores afluentes al sistema Suratá (Los Colorados, Villas de San Ignacio-Café Madrid I y Café Madrid II), las cuales deben hacerse para integrar todos los caudales que deben ser llevados hasta la PTAR Río de Oro, buscando reducir los vertimientos de la zona norte.

La ejecución de las obras de conexión a la PTAR dependerá de los diseños definitivos de esta y las etapas constructivas que involucren el recibo de los caudales de la zona Norte. Se estima que estas actividades se darían en el mediano y largo plazo del PSMV.

**Adecuaciones sistema Zona Norte:** A pesar del avance superior al 95% del sistema de colectores de la zona Norte, el trazado de gran parte de la infraestructura existente se localiza en zonas de cuidado por movimientos en masa menores, así como la antigüedad de la red que supera los 20 y 30 años, induciendo a tomar medidas de seguimiento para evaluar el comportamiento hidráulico y el estado estructural, que permitan establecer acciones de mejora, adecuación o cambio de tramos o sectores de interceptores que empiecen a tener problemas en su óptimo funcionamiento.

Esta actividad es integral para todo el sistema Norte, conformado por algo más de 11 km de interceptores primarios y 10 estructuras de separación, los cuales deberán tener atención rutinaria y acciones de mejora en el mediano y largo plazo del PSMV.

#### **6.1.2.1.4. Sistema Zona Norte-Suratá**

Algunos sectores de la zona Norte seguirían con entregas menores a corrientes afluentes al Río Suratá, producto de desarrollo subnormales, ilegales que se han venido consolidando y que generaron vertimientos permitidos para sectores sin control urbano por parte de las administraciones municipales, que no obedecieron a desarrollos urbanísticos planificados sino aislados como Vegas de Morrórico, Chitota, Las Delicias y Barrio Nuevo-La Escuadra (4 vertimientos del PSMV-19%), los cuales presentan dificultad técnica para ser conectados a los colectores primarios del sistema Norte. Sus aportes representan menos del 1% de los caudales estimados (10 l/s) por EMPAS en sus vertimientos sanitarios en el Municipio de Bucaramanga y por el menor impacto ambiental y la dificultad técnica de solución no se proyecta reducción de alguno de ellos en el nuevo PSMV.

En la medida del seguimiento y con investigaciones especializadas, se evaluará que acciones complementarias tomar sobre estos vertimientos menores, para mitigar su impacto sobre las corrientes, evaluando las corrientes receptoras, los objetivos de calidad de la autoridad ambiental y la posibilidad de programas de reconversión a tecnologías limpias en gestión de vertimientos.

#### **6.1.2.1.5. Sistema La Meseta**

Pertenece al sistema de alcantarillado combinado de aproximadamente del 56% del municipio de Bucaramanga (del orden de 330 mil habitantes del año 2017), siendo el mayor drenaje del municipio y se estima que crezca por procesos de renovación urbana a una población cercana a los 450 mil habitantes, representando el 35% de los tres municipios de jurisdicción urbana de EMPAS. Posee

entregas combinadas con estructuras de vertimiento y emisarios finales a siete (7) corrientes principales de la escarpa (La Rosita, La Joya, La Seca, La Cuyamita, Dos Aguas-Las Navas, Chapinero y La Picha) (Ver **Figura 12**).

A pesar de la auto recuperación que se genera entre el sistema integral de estructuras de vertimiento y el complemento de control de cauce de las corrientes hasta el Río de Oro, producto de las caídas secuenciales en estas dos (2) etapas hidráulicas, así como las obras de ampliación de la PTAR Río Frío y la futura PTAR Río de Oro, en donde es factible que se recupere en forma importante esta corriente y se alcance los objetivos de calidad propuestos por la autoridad ambiental para el año 2025, se debe desarrollar un estudio que interrelacione estas variables y los subsistemas de drenaje de La Meseta, para establecer mejoras menores o de mayor importancia para los vertimientos existentes combinados.

Este tipo de evaluaciones deberá contemplar entre otros los siguientes aspectos y escenarios:

Seguimiento a la autorecuperación de corrientes de la escarpa con evaluación normativa del impacto de cargas contaminantes en el Río de Oro.

Emisarios menores por subsistema de drenaje y tratamiento individual de aguas residuales.

Interconexión de subsistemas de drenajes con tratamientos colectivos agrupados de aguas residuales.

Culminación de canalizaciones de corrientes de la escarpa hasta el Río de Oro y evaluación de calidad de las aguas por vertimientos combinados.

Emisarios sanitarios por las corrientes de la escarpa y entrega a sitios de tratamiento de aguas residuales cercanos al Río de Oro

Emisarios sanitarios por las corrientes de la escarpa y entregas especiales a emisario y PTAR Río de Oro.

Seguimiento y Control de vertimientos de Aguas Residuales No Domésticas-ARND al sistema de alcantarillado.

Combinación de alternativas con base en los escenarios anteriores.

En el capítulo de *Planes de reconversión a tecnologías limpias en gestión de vertimientos* se tratarán en detalle cada uno de estos escenarios.

Las acciones en el mediano y largo plazo en el sistema La Meseta estarán direccionadas a los temas de estudios y obras en los vertimientos de la escarpa y evaluación hidráulica y estructural de los subsistemas de drenaje, para establecer adecuaciones de colectores primarios, el posible saneamiento a largo plazo de la Meseta y la mejora de la infraestructura en general para los procesos de crecimiento por renovación urbana, esta actividad se complementará con las actividades rutinarias que se desarrollen en el Plan Maestro de Optimización y Reposición de Redes-PMORR que se detallará más adelante.

A continuación, se describirán algunos proyectos puntuales que se tienen en este sistema y que se complementarán con los descritos anteriormente:

***Adecuación Estructuras de Vertimiento-EV:*** Infraestructura que recibe los colectores primarios del sistema La Meseta y cumple la función de transportar los caudales combinados salvando alturas con desnivel entre 50 a 100 m por los taludes de la escarpa hasta cada una de las siete (7) corrientes receptoras que están en su mayoría canalizadas hasta el Río de Oro.

Estas estructuras fueron construidas entre los años 1968 a 1976 dentro del PGCE I (CDMB, 1968) y han funcionado adecuadamente por más de 40 años, en donde se les realiza actividades de mantenimiento y limpieza y se han hecho ajustes menores estructurales, pero por la condición de ubicación en zonas de potenciales movimientos de los taludes y su antigüedad, requiere de revisiones más detalladas que definan proyectar obras de reparación, reforzamiento estructural y/o cambio en algunos tramos, que permitan su continuidad para un nuevo periodo de servicio. Estas actividades serían proyectadas a lo largo del nuevo PSMV.

**Saneamiento sistema La Meseta:** Como se indicó anteriormente se hace necesario desarrollar un estudio integral que defina las acciones a implementar en los vertimientos combinados del sistema La Meseta, para definir si las condiciones actuales se mantienen con algunas mejoras menores o se proyectan obras de mayor trascendencia a nivel de colectores sanitarios, traslado sitios individuales o agrupados para tratamiento, ya sea en espacios físicos dentro de los subsistemas de drenaje o hasta el sistema Río de Oro.

El desarrollo de estudios sobre los vertimientos de la Meseta, deberá buscar las acciones a seguir con este sistema, por lo cual se programará en forma prioritaria o a mediano plazo dentro del PSMV la ejecución del mismo y los resultados servirán para gestionar recursos y hacer el cierre financiero de las potenciales obras y establecer la programación de ellas en el largo plazo o en el siguiente PSMV (PSMV 3).

#### **6.1.2.1.6. Nuevos sistemas de drenaje en suelos de Expansión Urbana**

Se han definido en los Planes de Ordenamiento territorial-POT de Girón y Floridablanca, la potencialidad de desarrollo futuro de nuevos sectores en suelos de expansión urbana, la mayoría de ellos no se conectaría o incorporaría a los sistemas existentes de Río Frío y Río de Oro, por lo cual requiere una evaluación detallada tanto de prefactibilidad comercial y técnica de prestar el servicio en el tema de nuevas coberturas, así como los posibles trazados de colectores y sitios para sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Este análisis debe ser integral con los municipios, para estudiar a continuidad y proyección del proceso de desarrollo de zonas como el subsistema Menzulí y el valle de Río Frío de Floridablanca y Girón, los cuales ya tienen obras en construcción y programadas para el PSMV 2, lo que daría áreas con factibilidad del servicio para los próximos 10 años y en ese balance justificar si se requiere proyectar en forma paralela nuevos sistemas estructurantes (vías, redes primarias de servicios públicos, zonas de equipamientos, etc.), para suelos de expansión urbana adicionales, como sería

los sectores de *Ruitoque Bajo (toma suelos de Floridablanca y Girón), Río de Oro Sur Sector Llanada y Llanogrande y Carrizal Occidental, entre otros*. El resultado de estos análisis interinstitucionales con los municipios y el (los) prestador(es) del servicio de agua potable, como par complementario para el desarrollo integral de la zona y cobro del servicio, definirá las acciones a tomar y el direccionamiento para proyectar nuevas redes primarias para expansión de la cobertura del servicio de alcantarillado y servirá de base para la elaboración de estudios y diseños detallados, el cierre financiero de los proyectos y la programación de las obras, las cuales podrían ejecutarse dentro del presente PSMV o a largo plazo.

#### **6.1.2.2. Plan Maestro de Optimización y Reposición de Redes-PMORR**

Desarrolla las actividades que buscan garantizar la continuidad del servicio en forma permanente, con la optimización del funcionamiento integral de las redes del sistema de alcantarillado y la renovación de la infraestructura por cumplimiento de la vida útil de servicio, fundamentado en aspectos hidráulicos y estructurales, dando origen al Plan Maestro de Optimización y Reposición de Redes-PMORR.

Los proyectos a ejecutar dentro del PSMV se encuentran inmersos en las actividades de Operación de redes, las cuales poseen inversiones programadas para cada año, de igual forma, se complementa con obras específicas de mayor escala y sectorizadas dentro de los subsistemas de drenaje de cada uno de los cuatro (4) Distritos operativos de la empresa.

El objetivo es minimizar las roturas de las redes, el desbordamiento por obstrucciones y/o incapacidad hidráulica y el funcionamiento óptimo de los elementos de captación y alivio de

caudales, para evitar contaminación del subsuelo y las corrientes receptoras que ya tienen obras de saneamiento o descontaminación de la misma.

### **6.1.2.3. Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales-PTAR**

Para los cuatro (4) sistemas de drenaje existentes se tienen proyectadas actividades para el periodo del PSMV 2 en las PTAR Río Frío y Río de Oro, a las cuales describiremos los alcances generales para cada una de ellas. Para nuevos sistemas de drenaje que no puedan conectarse a estas PTAR, se deberá elaborar estudios que definan tanto el trazado de colectores primarios y sitios de tratamiento.

#### **6.1.2.3.1. Modernización de la PTAR Río Frío**

Recibe los subsistemas de drenaje principales de Río Frío y Aranzoque-Menzulí, para una población de servicio estimada de 330 mil habitantes para el año 2017 (50 mil de Bucaramanga-9% y 280 mil de Floriablanca-95%), recibiendo un caudal medio del orden de 650 l/s, de los cuales tiene capacidad de tratamiento para algo más de 500 l/s y por tal razón, eventualmente se tiene que hacer desvío o bypass a la corriente sin tratamiento.

El diseño del proyecto de Modernización de la PTAR Río Frío, se consideró para el crecimiento del sur de Bucaramanga y de Floriablanca, estimándose para una población entre dos (2) y tres (3) veces mayor a la conectada actualmente (cerca de 600 a 900 mil habitantes), la cual variará en función de las zonas potenciales de desarrollo y la densificación que se permita sobre ellas, llevando a una caudal máximo de diseño entre 1,5 a 2,0 m<sup>3</sup>/s, afectado por los bajos consumos dotacionales que la reciente Resolución 330 de 2017 (MINAMBIENTE, 2017) establece actualmente (140 l/hab-día).

El diseño básico de la Modernización se proyectó para un caudal máximo de 2,0 m<sup>3</sup>/s, a desarrollar en cuatro (4) etapas modulares de 0,5 m<sup>3</sup>/s cada una, las cuales se implementarán en función de los caudales aportantes de los Interceptores Río Frío IV Etapa y Aranzoque-Menzulí. (Ver **Figura 16**).

En la actualidad estos caudales afluentes a la PTAR superan los 500 l/s (0,5 m<sup>3</sup>/s) y justifican no sólo la puesta en funcionamiento de la Etapa I sino la siguiente Etapa II del proyecto de Modernización (capacidad instalada o servicio de 1,0 m<sup>3</sup>/s). El sistema existente lo conforma un sistema primario anaerobio en reactores UASB y secundario en laguna facultativa, en donde se alcanza eficiencias mayores en fase primaria a nivel de remoción de la DBO y SST, cercanas al cumplimiento de la Resolución 631 de 2015 (MINAMBIENTE, 2015) pero bajas en la fase secundaria que han justificado su cambio.

El avance de las obras de la Etapa I se encuentra en fase terminal y requiere adecuaciones menores de tipo eléctrico, mecánico y de obras civiles, para iniciar las pruebas de su implementación. Se estima que entre los años 2018 a 2020 se culminen estas actividades y se proceda a la puesta en funcionamiento del nuevo sistema conformado por un tren de fase primaria anaerobia en reactores UASB (1 al 5) y secundaria en aerobia en tanque de aeración y decantación.

Las obras de la Etapa II partieron desde el Desarenador 2, sus interconexiones y el nuevo UASB 5 construido recientemente, pero con elementos faltantes para su uso y el siguiente módulo aerobio de tanque de aeración y decantación, cuyo avance en obras civiles es alto, pero requiere complementarse en componentes eléctricos, mecánicos y de manejo del sistema de Lodos, manejo del biogás y control de Olores.

El alcance del PSMV 2 para el nuevo periodo es culminar los faltantes en cada una de las Etapas I y II de la PTAR Río Frío, con inversiones menores en la primera y se estiman superiores a los \$40 mil

millones en la segunda, las cuales requieren cierre financiero para su ejecución en el corto, mediano y largo plazo. Actividades relativamente simultáneas con la PTAR Río de Oro, lo que implica un balance y distribución de recursos para atender los dos sistemas. En este aspecto es importante destacar los compromisos económicos de aporte de los entes territoriales y las autoridades ambientales regionales para el desarrollo de estos proyectos de saneamiento, inversiones que no son factibles ejecutar en su totalidad con el sistema tarifario.

El desarrollo de la potencial Etapa III para alcanzar los 1,5 m<sup>3</sup>/s de capacidad de servicio, se estima que se requiera para el siguiente PSMV, en donde se evaluará el crecimiento urbano y de los caudales y la justificación de su ampliación.

#### **6.1.2.3.2. PTAR Río de Oro**

Luego del estudio de prefactibilidad que orientó la eliminación de la PTAR La Marino y justificó la continuación del Emisario Río de Oro hasta la parte final de esta corriente, para llegar al sitio de la proyectada PTAR Norte o Café Madrid y dar con esto nacimiento a la PTAR Río de Oro, siendo con ello la unificación de las dos (2) PTAR identificadas anteriormente (La Marino y Norte); se requiere continuar con estudios más detallados de factibilidad y diseño de la nueva PTAR Río de Oro, que servirá inicialmente para los drenajes del sistema Río de Oro y el Norte, estimado en una población de servicio del año 2017 del orden de 350 mil habitantes (220 mil de Bucaramanga-36% y 130 mil de Girón-95%) y un caudal aproximado de 700 l/s (0,7 m<sup>3</sup>/s), el cual crecerá para los suelos urbanos y de expansión urbana en los próximos 30 años a una población que supere los 650 mil habitantes (1,4 m<sup>3</sup>/s): este caudal se ha venido estimando en cerca de 2,0 m<sup>3</sup>/s, pero tiende a disminuir por efecto de menores consumos registrados y normalizados (Dotación media baja de 200 l/hab-día a 140 l/hab-día).

De conectarse todo el caudal del sistema La Meseta, se llegaría a una población total de saturación del orden de 1,100.000 hab y un caudal aproximado de 2,3 m<sup>3</sup>/s (inferior al estimado que superaría los 3,0 m<sup>3</sup>/s). El drenaje del sistema La Meseta requiere de un estudio especial que defina el manejo de sus vertimientos a nivel independiente en La Meseta y sus corrientes receptoras o si es factible llevarlo hasta el sistema Río de Oro, tema que será programado en el PSMV para su elaboración.

El alcance proyectado dentro del PSMV para la PTAR Río de Oro, lo conforman en el corto tiempo la etapa de preinversión con los estudios de factibilidad y diseños definitivos, el cual se desarrolla mediante convenio interadministrativo con la Gobernación de Santander (Representada en la Empresa de servicios públicos de Santander ESANT S.A. E.S.P.), Las Alcaldías de Bucaramanga y Girón, Las autoridades ambientales de la Corporación autónoma regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB y el Área MB, kfw en representación de la banca Alemana que apoya crediticiamente estos proyectos en Colombia, y el direccionamiento general de la nación en cabeza del viceministerio de aguas y saneamiento ambiental del MVCT, en donde la cuenca del Río de Oro se encuentra dentro de las seleccionadas a brindar apoyo en el programa Saneamiento de Vertimientos-SAVER.

Paralelamente al desarrollo de esta fase de estudios de afinamiento y precisión de los diseños, la empresa debe gestionar la compra del predio en donde quedará la PTAR, el cual presenta problemas por colonos o invasores que tienen cultivos para su comercialización y son renuentes a salir o concertar con el propietario actual y dificulta la negociación del mismo. Es claro que los estudios finales definirán el área bruta que debería comprarse para el proyecto de la PTAR Río de Oro y esto puede aplazar su negociación hasta la fase final de su elaboración.

Una vez finalizada esta fase de estudios y compra de predios, se pasará a la etapa de Inversión, en donde es vital la continuación de los actores que han participado en la etapa de pre-inversión, para llevar a cabo el cierre financiero y programar las etapas constructivas de la planta.

Es pertinente precisar que la empresa sola con los recursos del sistema tarifario desarrollaría las obras muy lentamente y con dificultad económica, dadas las necesidades simultaneas en la PTAR Río Frío y los demás colectores del PMS y PMORR; de igual forma, recargaría las inversiones a los

suscriptores sintiéndose el impacto de ellas en las tarifas, lo que generaría afectación social a más del 60% conformado por los estratos 1, 2 y 3 y consecuentemente dificultad de pago y recaudo.

El desarrollo de las inversiones se daría luego del cierre financiero en el mediano y largo plazo del PSMV, siendo relativamente consistente (si no se presentan atrasos) con los objetivos de calidad establecidos por las autoridades ambientales, proyectados para mediados de la década del 2020.

Dado los componentes de varias fases del sistema a implementar, muchos de ellos tienen la afectación de la variación del dólar, el cual para las importaciones no es favorable como en años atrás.

### 6.1.3. PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES Y CRONOGRAMA DE INVERSIONES DEL PSMV

Con base en los programas y proyectos descritos anteriormente se tienen unas necesidades totales consolidadas en la **Tabla 58**, las cuales en forma global superarían los \$500 mil millones, siendo necesario precisar los proyectos y los aportes propios que la empresa puede comprometer dentro del PSMV para el próximo decenio, partiendo del año 0 en el 2018 y terminando en el 2028.

En las **Tablas 59, 59A y 60** se presenta la planificación de las actividades y el cronograma de inversiones de 10 años (2019-2028) específicas, a nivel del Plan Maestro Sanitario-PMS, Plan Maestro de Optimización y Reposición de Redes-PMORR y las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales-PTAR, para desarrollar durante este PSMV 2.

**Tabla 58.** Inversiones totales requeridas del PMS-PMORR y las PTAR

No.	Balance de Proyecto o Actividad total requerida	Longitud (m)	Costos Estimados
			(Millones de \$)
<b>I</b>	<b>PLAN MAESTRO SANITARIO-PMS</b>		
<b>1</b>	<b>Sistema Río Frío</b>		
a	Interceptor Aranzoque-Menzuli	3,500	15,000
b	Adecuación subsistema Zapamanga	800	4,000
c	Adecuación subsistema Río Frío	600	5,000
	<b>Subtotal Río Frío</b>	<b>4,900</b>	<b>24,000</b>
<b>2</b>	<b>Sistema Río de Oro</b>		
a	Interceptor Río de Oro MD VI	80	1,146
b	Conexiones finales Int. Q. La Iglesia	25	200
c	Conexión Zona Industrial de Chimitá	300	750
d	Emisario Río de Oro I Etapa	25	1,490
e	Emisario Río de Oro II Etapa	4,200	30,000
f	Int. La Cascada-Emisario Pan de Azúcar	1,900	2,500
g	Interceptor La Flora II	1,110	5,000
h	Interceptor La Iglesia parte Alta	787	3,000
i	Interceptor Anillo Vial	3,790	17,061
j	Int. Río Frío margen Izquierda Girón II	5,000	8,711
k	Int. Río Frío margen Derecha Girón II	3,170	15,482
	<b>Subtotal Río de Oro</b>	<b>20,387</b>	<b>85,340</b>
<b>3</b>	<b>Sistema Zona Norte</b>		
a	Emisario Suratá y redes afluentes	300	6,000
b	Adecuaciones sistema Zona Norte	100	1,500
	<b>Subtotal Zona Norte</b>	<b>400</b>	<b>7,500</b>
<b>4</b>	<b>Sistema La Meseta</b>		
a	Estudio Alternativas saneamiento de vertimientos La Meseta		600
b	Adecuación estructuras de Vertimiento	500	10,000
c	Diseños y Obras sistema La Meseta Etapa I	500	15,000
	<b>Subtotal La Meseta</b>	<b>1,000</b>	<b>25,600</b>
<b>5</b>	<b>Nuevos sistemas de Expansión urbana</b>		
a	Estudio de prefactibilidad del servicio		500
b	Diseños e Inversiones ampliacion de cobertura	400	10,000
	<b>Subtotal Nueva Expansión Urbana</b>	<b>400</b>	<b>10,500</b>
	<b>Subtotal PMS</b>	<b>27,087</b>	<b>152,940</b>
<b>II</b>	<b>PLAN MAESTRO DE OPTIMIZACIÓN Y REPOSICIÓN DE REDES-PMORR</b>		
1	Proyectos de Optimización y reposición de redes	44,000	94,553
	<b>Subtotal PMORR</b>	<b>44,000</b>	<b>94,553</b>
<b>III</b>	<b>PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>	
1	Sistema Río Frío	1.0	50,000
2	Sistema Río de Oro	0.5	200,000
3	Otros sistemas de tratamiento	0.05	5,000
	<b>Subtotal PTAR</b>		<b>255,000</b>
	<b>TOTAL REQUERIMIENTOS PMS+PMORR+PTAR</b>		<b>502,493</b>

Fuente: Consultor

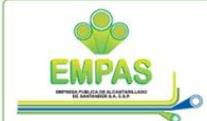
ACTUALIZACIÓN Y AJUSTE DEL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS  
PSMV- ( 2019-2028) DE LOS MUNICIPIOS DE BUCARAMANGA,  
FLORIDABLANCA Y GIRÓN



**Tabla 59.** Inversiones del Plan Maestro Sanitario-PMS (parte 1)

No.	PROYECTO	UNIDAD	AÑO DEL PSMV - INVERSIONES Y UNIDADES ESTIMADAS										TOTAL	
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		2028
<b>I</b>	<b>PLAN MAESTRO SANITARIO-PMS</b>													
<b>1</b>	<b>Sistema Río Frío</b>													
a	Interceptor Aranzoque-Menzuli	Millones \$		1,500	1,750	2,000	2,250	2,500						10,000
		longitud (m)		200	300	400	500	600						2,000
b	Adecuación subsistema Zapamanga	Millones \$	450	550	550	590								2,140
		longitud (m)	180	200	200	220								800
c	Adecuación subsistema Río Frío	Millones \$				500	550	600	610					2,260
		longitud (m)				100	120	140	140					500
	<b>Subtotal Río Frío</b>	Millones \$	450	2,050	2,300	3,090	2,800	3,100	610	0	0	0	0	14,400
		longitud (m)	180	400	500	720	620	740	140	0	0	0	0	3,300
<b>2</b>	<b>Sistema Río de Oro</b>													
a	Interceptor Río de Oro MD VI	Millones \$		300	846									1,146
		longitud (m)		20	60									80
b	Conexiones finales Int. Q. La Iglesia	Millones \$		100	100									200
		longitud (m)		10	15									25
c	Conexión Zona Industrial de Chimitá	Millones \$				150	350							500
		longitud (m)				75	225							300
d	Emisario Río de Oro I Etapa	Millones \$	1,490											1,490
		longitud (m)	25											25
e	Emisario Río de Oro II Etapa	Millones \$				5,000	5,000	5,000	5,000					20,000
		longitud (m)				1,000	1,000	1,000	1,000					4,000
f	Int. La Cascada-Emisario Pan de Azúcar	Millones \$		500	700	800								2,000
		longitud (m)		450	650	800								1,900
g	Interceptor La Flora II	Millones \$					1,000	900	1,000	1,100				4,000
		longitud (m)					150	250	300	410				1,110
h	Interceptor La Iglesia parte Alta	Millones \$			900	600	600	900						3,000
		longitud (m)			100	200	200	287						787
i	Interceptor Anillo Vial	Millones \$					2,500	1,300	1,400	1,500	1,600	1,700		10,000
		longitud (m)					350	400	450	500	600	700		3,000
j	Int. Río Frío margen Izquierda Girón II	Millones \$								2,000	1,800	2,000	2,200	8,000
		longitud (m)								700	900	1,100	1,300	4,000
k	Int. Río Frío margen Derecha Girón II	Millones \$							2,500	1,500	1,800	2,000	2,200	10,000
		longitud (m)							300	400	500	600	700	2,500
	<b>Subtotal Río de Oro</b>	Millones \$	1,490	900	2,546	6,550	9,450	8,100	9,900	6,100	5,200	5,700	4,400	60,336
		longitud (m)	25	480	825	2,075	1,925	1,937	2,050	2,010	2,000	2,400	2,000	17,727

ACTUALIZACIÓN Y AJUSTE DEL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS  
PSMV- ( 2019-2028) DE LOS MUNICIPIOS DE BUCARAMANGA,  
FLORIDABLANCA Y GIRON



**Tabla 59A.** Inversiones del Plan Maestro Sanitario-PMS (parte 2)

No.	PROYECTO	UNIDAD	AÑO DEL PSMV - INVERSIONES Y UNIDADES ESTIMADAS										TOTAL	
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		2028
<b>3</b>	<b>Sistema Zona Norte</b>													
a	Emisario Suratá y redes afluentes	Millones \$				600	700	700						2,000
		longitud (m)				50	100	150						300
b	Adecuaciones sistema Zona Norte	Millones \$							200	300				500
		longitud (m)							50	50				100
	<b>Subtotal Zona Norte</b>	Millones \$	0	0	0	600	700	700	200	300	0	0	0	2,500
		longitud (m)	0	0	0	50	100	150	50	50	0	0	0	400
<b>4</b>	<b>Sistema La Meseta</b>													0
a	Alternativas saneamiento de vertimientos La Meseta	Millones \$		200	400									600
		Estudio (u)			1									1
b	Adecuación estructuras de Vertimiento	Millones \$		800	1,000	450	450	475	500	550	575	600	620	6,020
		Estudio (u)		1										1
		longitud (m)			75	50	50	50	50	50	50	50	75	500
c	Estudios y Obras sistema La Meseta Etapa I	Millones \$				350	650	1,000	500	550	600	650	700	5,000
		Estudio (u)					1							1
		longitud (m)						70	80	80	85	90	95	500
	<b>Subtotal La Meseta</b>	Millones \$	0	1,000	1,400	800	1,100	1,475	1,000	1,100	1,175	1,250	1,320	11,620
		Estudio (u)	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3
		longitud (m)	0	0	75	50	50	120	130	130	135	140	170	1,000
<b>5</b>	<b>Nuevos sistemas de Expansión urbana</b>													
a	Estudio de prefactibilidad del servicio	Millones \$		150	350									500
		Estudio (u)			1									1
b	Estudios e Inversiones ampliacion de cobertura	Millones \$				1,000	300	300	400					2,000
		Estudio (u)				1								1
		longitud (m)					100	150	150					400
	<b>Subtotal Nueva Expansión Urbana</b>	Millones \$	0	150	350	1,000	300	300	400	0	0	0	0	2,500
		Estudio (u)	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
		longitud (m)	0	0	0	0	100	150	150	0	0	0	0	400
	<b>SUBTOTAL - PMS</b>	Millones \$	<b>1,940</b>	<b>4,100</b>	<b>6,596</b>	<b>12,040</b>	<b>14,350</b>	<b>13,675</b>	<b>12,110</b>	<b>7,500</b>	<b>6,375</b>	<b>6,950</b>	<b>5,720</b>	<b>91,356</b>
		Estudio (u)	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>
		longitud (m)	<b>205</b>	<b>880</b>	<b>1,400</b>	<b>2,895</b>	<b>2,795</b>	<b>3,097</b>	<b>2,520</b>	<b>2,190</b>	<b>2,135</b>	<b>2,540</b>	<b>2,170</b>	<b>22,827</b>

Fuente: Consultor

ACTUALIZACIÓN Y AJUSTE DEL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS  
PSMV- ( 2019-2028) DE LOS MUNICIPIOS DE BUCARAMANGA,  
FLORIDABLANCA Y GIRON



**Tabla 60.** Inversiones del PMORR y las PTAR

No.	PROYECTO	UNIDAD	AÑO DEL PSMV - INVERSIONES Y UNIDADES ESTIMADAS										TOTAL	
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		2028
<b>II</b>	<b>PLAN MAESTRO DE OPTIMIZACION Y REPOSICION DE REDES-PMORR</b>													
1	Proyectos de Optimización y reposición de redes	Millones \$	4,426	4,426	4,426	4,426	4,426	4,426	4,426	4,426	4,426	4,426	4,426	48,687
		Estudio (u)	1											1
		longitud (m)	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	44,000
	<b>SUBTOTAL - PMORR</b>	Millones \$	<b>4,426</b>	<b>4,426</b>	<b>4,426</b>	<b>4,426</b>	<b>4,426</b>	<b>4,426</b>	<b>4,426</b>	<b>4,426</b>	<b>4,426</b>	<b>4,426</b>	<b>4,426</b>	<b>48,687</b>
		Estudio (u)	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>									
		longitud (m)	<b>4,000</b>	<b>4,000</b>	<b>4,000</b>	<b>4,000</b>	<b>4,000</b>	<b>4,000</b>	<b>4,000</b>	<b>4,000</b>	<b>4,000</b>	<b>4,000</b>	<b>4,000</b>	<b>44,000</b>
<b>III</b>	<b>PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>													
1	Sistema Río Frío	Millones \$	200	3,288	1,000	1,200	4,000	4,500	5,000	5,500	6,000			30,688
		Estudio (u)		1										1
		m <sup>3</sup> /s		0.5								1.0		1.0
2	Sistema Río de Oro	Millones \$		200	562	5,200	2,000	2,000	2,250	2,500	2,750	2,538		20,000
		Estudio (u)				1								1
		m <sup>3</sup> /s											0.5	0.5
3	Otros sistemas de tratamiento y manejo de vertimientos	Millones \$								300	700	500	1,000	2,500
		Estudio (u)									1			1
		m <sup>3</sup> /s											0.05	0
	<b>SUBTOTAL - PTAR</b>	Millones \$	<b>200</b>	<b>3,488</b>	<b>1,562</b>	<b>6,400</b>	<b>6,000</b>	<b>6,500</b>	<b>7,250</b>	<b>8,300</b>	<b>9,450</b>	<b>3,038</b>	<b>1,000</b>	<b>53,188</b>
		Estudio (u)	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
		m <sup>3</sup> /s	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1.0</b>	<b>0.55</b>	<b>1.55</b>						

Fuente: Consultor

**Tabla 61.** Consolidado de Inversiones del PMS-PMORR y las PTAR



**EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER-EMPAS SA ESP**  
**PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS-PSMV**  
**PROYECTOS Y CRONOGRAMA DE INVERSIONES**

**TABLA 4- CONSOLIDADO PLANES MAESTROS SANITARIO-PMS, DE OPTIMIZACIÓN Y REPOSICIÓN DE REDES-PMORR Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES-PTAR**

No.	PROYECTO	UNIDAD	AÑO DEL PSMV - INVERSIONES Y UNIDADES ESTIMADAS										TOTAL	
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		2028
I	PLAN MAESTRO SANITARIO-PMS	Millones \$	1,940	4,100	6,596	12,040	14,350	13,675	12,110	7,500	6,375	6,950	5,720	91,356
		Estudio (u)	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	5
		longitud (m)	205	880	1,400	2,895	2,795	3,097	2,520	2,190	2,135	2,540	2,170	22,827
II	PLAN MAESTRO DE OPTIMIZACIÓN Y REPOSICIÓN DE REDES-PMORR	Millones \$	4,426	4,426	4,426	4,426	4,426	4,426	4,426	4,426	4,426	4,426	4,426	48,687
		Estudio (u)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		longitud (m)	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	44,000
III	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Millones \$	200	3,488	1,562	6,400	6,000	6,500	7,250	8,300	9,450	3,038	1,000	53,188
		Estudio (u)	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	3
		m <sup>3</sup> /s	0	1	0.0	0	0	0	0	0	0	1.0	0.55	1.0
	TOTAL PSMV	Millones \$	6,566	12,014	12,584	22,866	24,776	24,601	23,786	20,226	20,251	14,414	11,146	193,231
		Estudio (u)	1	2	2	2	1	0	0	0	1	0	0	9
		longitud (m)	4,205	4,880	5,400	6,895	6,795	7,097	6,520	6,190	6,135	6,540	6,170	66,827
		m <sup>3</sup> /s	0	1	0.0	0	0	0	0	0	0	1.0	0.55	1.55

Fuente: Consultor

## 6.2. FORMULACIÓN DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Con base en los programas y proyectos planificados cronológicamente dentro del PSMV para las diferentes actividades del PMS, PMORR y las PTAR, se presenta en la **Tabla 62** del **Anexo 6**, los indicadores de seguimiento anual para el periodo de 10 años de vigencia del PSMV, del avance físico de Actividades e Inversiones programadas y de Cumplimiento de Cargas Contaminantes.

Se destaca las inversiones, estudios, metas en ejecuciones de obra, el avance en los sistemas de tratamiento y aspectos complementarios de optimización del sistema de alcantarillado, para reducir conexiones erradas, taponamientos y mal funcionamiento de estructuras de separación, que generen vertimientos sanitarios indebidos a corrientes y se pueda perder gran parte de las obras y acciones de saneamiento adelantadas en los diferentes planes maestros de la entidad.

**Tabla 62.** Indicadores de Seguimiento del Avance físico de Actividades e Inversiones programadas

No.	INDICADOR	UNIDAD	AÑO DEL PSMV - INVERSIONES Y UNIDADES ESTIMADAS											TOTAL
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	
<b>I Indicadores de seguimiento de avance físico de actividades e inversiones programadas</b>														
1	Inversiones planificadas del PSMV	Millones \$	6,566	12,014	12,584	22,866	24,776	24,601	23,786	20,226	20,251	14,414	11,146	193,231
2	Estudios para actividades del PSMV	u	1	2	2	2	1	0	0	0	1	0	0	9
3	Colectores para saneamiento de corrientes	m	205	880	1,400	2,895	2,795	3,097	2,520	2,190	2,135	2,540	2,170	22,827
4	Colectores para optimización y reposición de redes	m	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	44,000
5	Vertimientos sanitarios totales a corrientes	u	21	21	21	21	21	18	18	17	17	17	17	17
6	Vertimientos sanitarios eliminados	u	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	4
7	Vertimientos sanitarios de efluentes de las PTAR	u	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
8	Caudal medio Tratado en las PTAR	l/s	500	500	500	500	500	500	500	500	500	750	1,250	1,250
9	Caudal medio Tratado en las PTAR	%/PTAR	70	70	70	70	70	70	70	70	70	75	80	80
10	Caudal medio Tratado en las PTAR	%/(B-F-G)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	30	50	50
11	Reducción de Conexiones erradas	%	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
12	Funcionalidad óptima de Estructuras de separación	%	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
13	Funcionalidad óptima de Estructuras de separación	Informe	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
14	Informes del PSMV	u	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	22
<b>II Indicadores de Cumplimiento de Cargas Contaminantes</b>														
	Carga contaminante parametro DBO aportada para el Río Frío tramo Río Frío	Kg/año	3.11E+06	3.16E+06	3.21E+06	3.26E+06	3.31E+06	3.36E+06	3.42E+06	3.47E+06	3.52E+06	3.57E+06	3.62E+06	
	Carga contaminante parametro DBO aportada para el Río De Oro tramo RO4A a RO-01	Kg/año	6.78E+06	6.88E+06	6.99E+06	7.09E+06	7.19E+06	1.01E+07	1.03E+07	1.07E+07	1.09E+07	1.10E+07	1.12E+07	
	Carga contaminante parametro DBO aportada para el Río Suratá tramo SA-03 a SA-01	Kg/año	2.38E+05	2.41E+05	2.43E+05	2.45E+05	2.48E+05	2.50E+05	2.53E+05	2.55E+05	2.58E+05	2.60E+05	2.63E+05	
	Carga contaminante parametro SST aportada para el Río Frío tramo Río Frío	Kg/año	2.90E+06	2.95E+06	3.00E+06	3.05E+06	3.09E+06	3.14E+06	3.19E+06	3.24E+06	3.29E+06	3.34E+06	3.39E+06	
	Carga contaminante parametro SST aportada para el Río De Oro tramo RO4A a RO-01	Kg/año	1.08E+07	1.09E+07	1.11E+07	1.12E+07	1.13E+07	1.27E+07	1.29E+07	1.32E+07	1.34E+07	1.36E+07	1.38E+07	
	Carga contaminante parametro SST aportada para el Río Suratá tramo SA-03 a SA-01	Kg/año	2.54E+05	2.56E+05	2.59E+05	2.61E+05	2.64E+05	2.67E+05	2.69E+05	2.72E+05	2.75E+05	2.77E+05	2.80E+05	

Fuente: Consultor



# ANEXOS

## **Anexo 1.**

# **CÁLCULO DE LA POBLACIÓN**

## **Anexo 2.**

# **VERTIMIENTOS**

## **Anexo 3.**

# **INVERSIONES PMS, PMRR Y PTAR**

## **Anexo 4.**

### **PLANOS**

- Perímetro sanitario del municipio de Bucaramanga
- Perímetro sanitario del municipio de Floridablanca
  - Perímetro sanitario del municipio de Girón
  - Corrientes hídricas en la zona de estudio de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón
- Sistemas de drenaje – Interceptores, PTAR existente y proyectadas del PSMV II
- Vertimientos existentes hasta 2017 en Bucaramanga, Floridablanca y Girón
- Puntos de caracterización antes y después de cada vertimiento de la EMPAS y puntos de referencia de la red de monitoreo de la CDMB para Bucaramanga, Floridablanca y Girón

## **Anexo 5.**

# **FIGURAS**

## Anexo 6. TABLAS