

**FORMULACIÓN DE UN PLAN DE ACCIÓN PARA LA ADECUADA PRESTACIÓN DE
LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL ÁREA
URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN LUIS DE GACENO, BOYACÁ**

**CRISTIAN ALEJANDRO BECERRA MUTIZ
JUAN JOSÉ RIAÑO CELIS**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.
2020**

**FORMULACIÓN DE UN PLAN DE ACCIÓN PARA LA ADECUADA PRESTACIÓN DE
LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL ÁREA
URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN LUIS DE GACENO, BOYACÁ**

**CRISTIAN ALEJANDRO BECERRA MUTIZ
JUAN JOSÉ RIAÑO CELIS**

**Informe final de pasantía como opción de grado para optar al título de
Ingeniero Ambiental**

**Director pasantía
Jorge Mario García Santa
Msc. Administrador Ambiental**

**Codirector pasantía
Zayda Janeth Sandoval Núñez
Ingeniera Ambiental y Sanitaria
Coordinadora Grupo de Desarrollo Sostenible, Ministerio de Vivienda, Ciudad y
Territorio**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.
2020**

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. RESUMEN.....	9
2. INTRODUCCIÓN.....	10
3. OBJETIVOS.....	11
3.1 Objetivo general	11
3.2 Objetivos específicos.....	11
4. MARCO REFERENCIAL.....	12
4.1 Marco teórico.....	12
4.1.1 Prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado.....	12
4.1.2 Política sectorial	15
4.2 Marco legal.....	16
5. DESARROLLO DE LA PASANTÍA.....	18
5.1 Caracterización del área de estudio.....	18
5.1.1 Localización.....	18
5.1.2 Demografía.....	19
5.1.3 Climatología del municipio	19
5.1.4 Economía	21
5.1.5 Servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.....	21
5.2 Diagnóstico de la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado	25
5.2.1 Componente de aseguramiento.....	25
5.2.2 Componente Social	35
5.2.3 Componente Ambiental	38
5.2.4 Componente de Infraestructura	51
5.2.5 Componente de gestión del riesgo	52
5.3 Evaluación de la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado.....	60
5.3.1 Matriz de cumplimiento legal	60
5.3.2 Análisis del cumplimiento legal	61
6. FORMULACIÓN PLAN DE ACCIÓN	73
6.1 Síntesis de programas y focalización de problemas.	73

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
7.1 Conclusiones	77
7.2 Recomendaciones.....	78
8. ANEXOS	79
A. Anexo: Modelo de encuesta aplicada y análisis de resultados.....	79
B. Anexo. Inventario de infraestructura.....	91
C. Anexo. Programas y proyectos PSMV	105
D. Mapas de susceptibilidad a amenazas naturales.	107
E. Anexo. Matriz de cumplimiento legal	112
F. Anexo. Plan de acción.....	113
9. BIBLIOGRAFÍA.....	114

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 4-1. Estructura organizacional sector APSB.	14
Ilustración 5-1. Localización San Luis de Gaceno.	18
Ilustración 5-2. Organigrama UAESPD.	27
Ilustración 5-3. Ubicación geográfica de los puntos de vertimientos.	42
Ilustración A- 1. Modelo de encuesta aplicada.	79
Ilustración B- 1. Esquema sistema de acueducto.	91
Ilustración B- 2. Planta de Tratamiento de Agua Potable.	96
Ilustración D- 1. Mapa de susceptibilidad a amenaza por incendios.	107
Ilustración D- 2. Mapa de susceptibilidad a amenaza por fenómenos sísmicos.	108
Ilustración D- 3. Mapa de susceptibilidad a amenaza por inundaciones.	109
Ilustración D- 4. Mapa de susceptibilidad a amenaza por avenidas torrenciales.	110
Ilustración D- 5. Mapa de susceptibilidad a amenaza por remoción en masa.	111

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 4-1. Marco legal vigente.	16
Tabla 5-1. Funcionarios UAESPD.	27
Tabla 5-2. Suscriptores para el año 2019.	30
Tabla 5-3. Estudio tarifario para el servicio de acueducto.	30
Tabla 5-4. Estudio tarifario para el servicio de alcantarillado.	31
Tabla 5-5. Esquema tarifario UAESPD, 2019.	31
Tabla 5-6. Índice de Riesgo de Calidad del Agua consolidado para el año 2019.	32
Tabla 5-7. Resultados BPSpp.	35
Tabla 5-8. Numero de encuestas aplicadas por barrio.	37
Tabla 5-9. Resumen resultados encuesta social.	37
Tabla 5-10. Registro de caudales de fuentes abastecedoras.	38
Tabla 5-11. Resultados análisis de laboratorio de calidad del agua.	39
Tabla 5-12. Objetivos de calidad subcuenca Rio Lengupá.	40
Tabla 5-13. Caudales de puntos de vertimientos aforados año 2019.	41
Tabla 5-14. Resultados análisis de laboratorio de vertimientos.	43
Tabla 5-15. Carga contaminante total generada área urbana del municipio en 2019.	44
Tabla 5-16. Caracterización rio Lengupá aguas arriba.	45
Tabla 5-17. Caracterización rio Lengupá aguas abajo.	46
Tabla 5-18. Clasificación del índice ICOTRO.	47
Tabla 5-19. Calificación del grado de contaminación ICO.	48
Tabla 5-20. Índices de contaminación rio Lengupá.	48

Tabla 5-21. Sismicidad histórica San Luis de Gaceno.	53
Tabla 5-22. Calificación de la frecuencia de ocurrencia de un evento.....	56
Tabla 5-23. Frecuencia de ocurrencia de amenazas.	57
Tabla 5-24. Nivel de exposición del sistema a la vulnerabilidad.	58
Tabla 5-25. Identificación de riesgos sistemas de acueducto y alcantarillado.	59
Tabla 5-26. Análisis del cumplimiento legal UAESPD.	61
Tabla 5-27. Porcentaje de cumplimiento PUEAA.	66
Tabla 5-28. Porcentaje de cumplimiento PSMV por programas.	67
Tabla 5-29. Porcentaje de cumplimiento Resolución 631 de 2015.	68
Tabla 5-30. Porcentaje de cumplimiento Resolución 154 de 2014.	69
Tabla 5-31. Porcentaje de cumplimiento Decreto 2157 de 2017.	71
Tabla 5-32. Porcentaje de cumplimiento Resolución 549 de 2017.	72
Tabla 6-1. Resumen de proyectos y problemáticas identificadas.	73
Tabla B- 1. Inventario fotográfico Bocatomas.	92
Tabla B- 2. Inventario fotográfico redes de aducción.	94
Tabla B- 3. Inventario fotográfico macromedidores.	95
Tabla B- 4. Estructuras hidráulicas del sistema de tratamiento.	96
Tabla B- 5. Inventario fotográfico tanque de almacenamiento.....	99
Tabla B- 6. Inventario fotográfico redes de distribución.....	100
Tabla B- 7. Inventario de tuberías de alcantarillado.	100
Tabla B- 8. Inventario fotográfico alcantarillas.	101
Tabla B- 9. Inventario fotográfico sumideros.	101
Tabla B- 10. Inventario fotográfico redes de alcantarillado.....	102
Tabla B- 11. Inventario fotográfico puntos de vertimientos.....	103
Tabla C- 1. Programas y proyectos PSMV.....	105

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 5-1. Precipitación total anual multianual en milímetros (mm).	19
Gráfica 5-2. Precipitación total media mensual en milímetros (mm).	20
Gráfica 5-3. Temperatura mensual de San Luis de Gaceno.	20
Gráfica 5-4. Porcentaje de cobertura acueducto 2018.	22
Gráfica 5-5. Porcentaje de cobertura alcantarillado 2018.	23
Gráfica 5-6. IRCA años 2017 y 2018.	24
Gráfica 5-7. Continuidad del servicio de acueducto años 2017 y 2018.	24
Gráfica 5-8. Presupuesto total por año UAESPD.	28
Gráfica 5-9. Presupuesto de ingresos para el servicio de acueducto.	28
Gráfica 5-10. Presupuesto de ingresos para el servicio de alcantarillado.	29
Gráfica 5-11. Consolidado mensual IRCA para el año 2019.	33
Gráfica 5-12. Historial eventos de inundación San Luis de Gaceno.	54
Gráfica 5-13. Historial eventos de avenidas torrenciales San Luis de Gaceno.	54
Gráfica 5-14. Historial eventos de remoción en masa San Luis de Gaceno.	55
Gráfica A- 1. Encuesta pregunta 1.	80
Gráfica A- 2. Encuesta pregunta 2.	81
Gráfica A- 3. Encuesta pregunta 3.	81
Gráfica A- 4. Encuesta pregunta 4.	82
Gráfica A- 5. Encuesta pregunta 5.	83
Gráfica A- 6. Encuesta pregunta 6.	83
Gráfica A- 7. Encuesta pregunta 7.	84
Gráfica A- 8. Encuesta pregunta 8.	85
Gráfica A- 9. Encuesta pregunta 9.	85
Gráfica A- 10. Encuesta pregunta 10.	86
Gráfica A- 11. Encuesta pregunta 11.	87
Gráfica A- 12. Encuesta pregunta 12.	87
Gráfica A- 13. Encuesta pregunta 13.	88
Gráfica A- 14. Encuesta pregunta 14.	89
Gráfica A- 15. Encuesta pregunta 15.	89
Gráfica A- 16. Encuesta pregunta 16.	90

LISTA DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
AAA	Acueducto, Alcantarillado y Aseo
APSB	Agua Potable y Saneamiento Básico
ARD	Agua Residual Doméstica
ARnD	Agua Residual no Doméstica
BPS	Buenas Prácticas Sanitarias
CRA	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
ESPB	Empresa Departamental de Servicios Públicos de Boyacá
ICOMO	Índice de Contaminación por Materia Orgánica
ICOTRO	Índice de Contaminación Tráfico
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
INS	Instituto Nacional de Salud
IRABApp	Índice de Riesgo por Abastecimiento de Agua de la Persona Prestadora
IRCA	Índice de Riesgo de Calidad del Agua
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MVCT	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
N.E.	No especificado
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PDA	Planes para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento
PEC	Plan de Emergencias y Contingencia
PNGRD	Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
PGRDEPP	Plan de Gestión del Riesgo de Desastres de las Entidades Públicas y Privadas
POC	Permiso de Ocupación de Cauce
PSMV	Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos
PTAP	Planta de Tratamiento de Agua Potable
PTAR	Planta de Tratamiento de Agua Residual
PUEAA	Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua
PV	Permiso de Vertimientos
RUPS	Registro Único de Prestadores de Servicios Públicos
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SGC	Servicio Geológico Colombiano
SSPD	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
SIVICAP	Sistema de Información para la Vigilancia de la Calidad del Agua Potable
SUI	Sistema Único de Información
UAESPD	Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos Domiciliarios
VABS	Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico

1. RESUMEN

El presente documento, es resultado de la pasantía realizada en el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, en un trabajo conjunto entre los autores y el grupo de Desarrollo sostenible, quienes dieron acompañamiento y supervisión en el desarrollo de este proyecto. El punto de partida del documento es el diagnóstico de la situación actual de la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos Domiciliarios del municipio de San Luis de Gaceno, revisando los componentes de infraestructura, aseguramiento, social, ambiental y de riesgos. En un segundo lugar, se desarrolló una metodología propuesta de análisis normativo de los aspectos: nacionales, administrativos, económicos, sanitarios, ambientales y de gestión del riesgo; propios del sector de servicios públicos domiciliarios, que permitió identificar las principales fallas dentro de la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado. Con los resultados y análisis obtenidos de la metodología de evaluación, se estructuró el plan de acción específico para mejorar la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado, estableciendo los programas con sus respectivos proyectos, objetivos, metas y responsables, que puedan ser ejecutados por el municipio como prestador directo de los servicios y garante de los mismos.

Palabras Claves: plan de acción, servicios públicos, acueducto, alcantarillado, ambiental, gestión del riesgo.

2. INTRODUCCIÓN

La gestión ambiental sectorial se fundamenta en la participación de toda la sociedad, iniciando con el gobierno nacional, departamental, municipal y organizaciones ciudadanas, todas para enfrentar desde una perspectiva sistemática e integral los problemas del territorio y desarrollar soluciones válidas para su ejecución. Una de las problemáticas actuales en Colombia, es la prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado, en donde las entidades del sector, buscan mejorar los índices de cobertura del sistema en áreas urbanas y rurales, disminuyendo cada vez más la brecha existente. Al mismo tiempo, buscan evitar problemas a la salud por consumo de agua contaminada y no menos importante, deben asegurar una continuidad en el servicio que busque la sostenibilidad ambiental y financiera de las empresas y municipios que prestan el servicio público de acueducto y alcantarillado.

En ese sentido, el presente trabajo consistió en la formulación de un plan de acción dirigido a la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos del área urbana del municipio de San Luis de Gaceno, encaminado a proponer acciones específicas que permitan en su aplicación, corregir los aspectos negativos y fortalecer los positivos a nivel ambiental y de riesgos en cuanto a la prestación del servicio público de acueducto y alcantarillado. Para ello, fue necesario en primer lugar realizar un diagnóstico sectorial de la empresa en cada uno de los componentes de infraestructura, aseguramiento, social, ambiental y de riesgos, el cual permitió reconocer el estado actual de la prestación del servicio. Lo anterior fue logrado mediante la visita al municipio por parte de los autores, en donde, se recopiló información primaria y secundaria sobre los procesos llevados a cabo por la UAESPD. En segundo lugar, producto del diagnóstico realizado, se procedió a realizar una evaluación del cumplimiento de la normativa vigente, con el fin de identificar las falencias en cuanto a prestación del servicio de acueducto y alcantarillado.

Este documento está organizado en cuatro (4) partes, en la primera se presenta el marco referencial, el cual trata sobre los antecedentes, estructura y financiación del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (APSB), seguidamente se explica la política que rige el sector y el marco legal aplicable. En la segunda parte, se describe la situación actual que se presenta en la UAESPD, en la cual se encuentra la caracterización del área de estudio y el diagnóstico por componentes del servicio público de acueducto y alcantarillado. En la tercera parte, se evidencian los resultados obtenidos de la evaluación del cumplimiento legal de la UAESPD, en cada ley, decreto, y resolución aplicable a su actividad. En la cuarta parte se encuentra el plan de acción, el cual contiene los programas, proyectos, objetivos, acciones, metas, costos, duración y responsables, encaminadas a la mejora en la prestación del servicio público de acueducto y alcantarillado.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Formular un plan de acción para la adecuada prestación del servicio público de acueducto y alcantarillado, a partir de la evaluación ambiental sectorial y de riesgos del área urbana del municipio de San Luis de Gaceno, del departamento de Boyacá.

3.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico del estado de la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado, mediante un análisis de los componentes de infraestructura, aseguramiento, social, ambiental y de riesgos, que permita reconocer la situación actual del municipio.
- Evaluar los componentes de infraestructura, aseguramiento, social, ambiental y de riesgos, que permita comparar la situación del municipio respecto a la normativa relacionada con la prestación del servicio público de acueducto y alcantarillado.
- Proponer un plan de acción con énfasis en los componentes ambiental y de riesgos que permita mejorar la prestación del servicio público de acueducto y alcantarillado del área urbana del municipio.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 Marco teórico

4.1.1 Prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado

4.1.1.1 Antecedentes

La evolución en la prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado en Colombia, se remonta al modelo que las grandes ciudades capitales (Barranquilla, Bogotá y Medellín), implementaron a finales del siglo XIX, para el caso del acueducto el sistema consistía en la conducción del agua por canales rudimentarios hacia las plazas públicas, en cuanto a la disposición de las aguas residuales generadas, el país no presentó avance al respecto, puesto que su disposición se hacía a través de caños abiertos, práctica que se remonta a la época de la colonia, por lo que la prestación de los servicios en esa época estaba a cargo del estado [1].

En el transcurso de las primeras décadas del siglo XX, debido al crecimiento poblacional y económico, empezaron a surgir sistemas de abastecimiento de agua construidos y operados por empresarios privados, bajo la modalidad de contratos de concesión otorgados por las grandes ciudades, sin embargo al no poder mantener el ritmo de las inversiones necesarias para responder ante la creciente demanda y las constantes exigencias de tipo técnico, provocaron un proceso de estatización de dichas empresas y nuevamente la prestación del servicio pasa a manos del estado, creando así el Instituto de Fomento Municipal (INSFOPAL) en 1940. Surge en consecuencia de lo anterior un fortalecimiento de las instituciones locales y el fomento a la autorización de organismos con personería jurídica, autonomía presupuestal y un régimen administrativo y laboral particular como fue el caso de Empresas Públicas de Medellín (EPM) y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) [1].

Con la liquidación del INSFOPAL mediante el decreto 2788 de 1989 y la posterior llegada de la Constitución política de 1991, el sector de Agua potable y Saneamiento Básico sufrió un drástico cambio, en 1994 con la ley 142, propiciando la participación privada en la prestación del servicio, formulación de la regulación, inspección, vigilancia y control estatal de las empresas de servicios públicos. Los factores más relevantes de dicha transformación son [2]:

- La transformación empresarial de las personas prestadoras en Empresas de Servicios Públicos (ESP).
- Se establecen las Comisiones de Regulación, con el objetivo de reglamentar la prestación eficiente de los servicios y la revisión de los esquemas tarifarios.
- Se crea la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), encargada de ejercer inspección, control y vigilancia en los sectores de su competencia.
- Se establece el comienzo de la implementación de subsidios explícitos.

En este sentido Colombia busca mejorar la prestación del servicio público de acueducto y alcantarillado, dando cumplimiento en primer lugar, a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en concreto el objetivo seis (6): Agua limpia y saneamiento, y el objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles. Seguido, del cierre de brechas entre municipios y regiones identificadas (Centro, Sur, Caribe y Pacífica) y, por último, busca fomentar la asociación de entidades territoriales [3].

4.1.1.2 Estructura Institucional

- **Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio – MVCT**

Su objetivo es lograr en el marco de la Ley y sus competencias, formular, adoptar, dirigir, coordinar y ejecutar la política pública, planes y proyectos en materia de desarrollo territorial y urbano planificado del país, la consolidación del sistema de ciudades, con patrones de uso eficiente y sostenible del suelo, teniendo en cuenta las condiciones de acceso y financiación de vivienda, y de prestación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento básico [4].

- **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS**

Su objetivo es orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos renovables y del ambiente de la nación [4].

- **Ministerio de Salud y Protección Social – MSPS**

Su objetivo es formular, adoptar, dirigir, coordinar, ejecutar y evaluar la política pública en materia de salud, salud pública, y promoción social en salud, y participar en la formulación de las políticas en materia de pensiones, beneficios económicos periódicos y riesgos profesionales [4].

- **Ministerio de Hacienda y Crédito Público – MHCP**

Dentro de sus funciones en el sector está la de fijar las políticas de financiamiento externo e interno de la Nación, de las entidades territoriales y de las entidades descentralizadas; registrar y controlar su ejecución y servicio, y administrar la deuda pública de la Nación [4].

- **Departamento Nacional de Planeación – DNP**

Su objetivo es la coordinación y diseño de políticas públicas y del presupuesto de los recursos de inversión, la articulación entre la planeación de las entidades del gobierno nacional y los demás niveles de gobierno; la preparación, el seguimiento de la ejecución y la evaluación de resultados de las políticas, planes, programas y proyectos del sector público [4].

- **Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios – SSPD**

Es una entidad constitucional, que por delegación presidencial ejerce funciones de inspección, vigilancia y control sobre las entidades y empresas prestadoras de servicios públicos de domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo, entre otros. Tiene como objetivo contribuir al cumplimiento de los ODS del sector y promover la mejora de la calidad, cobertura y continuidad de los servicios [5].

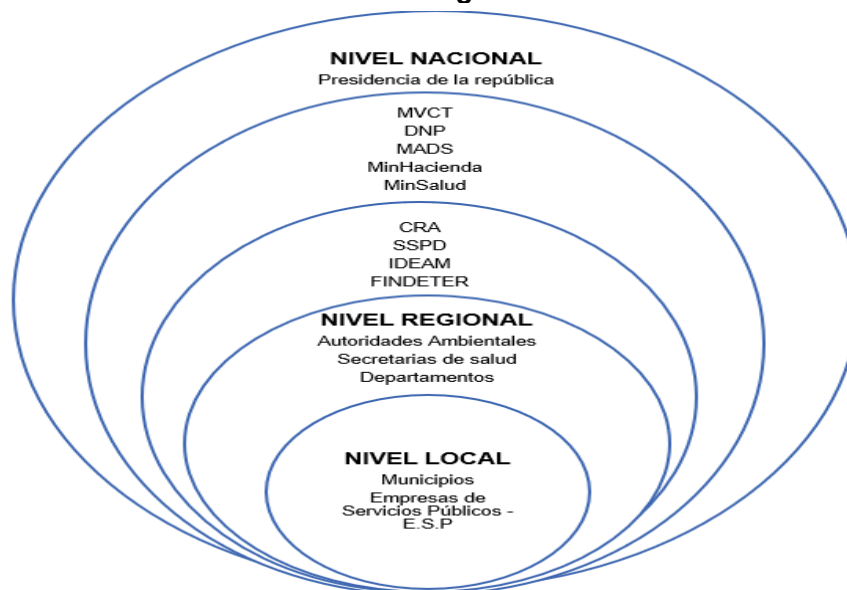
- **Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico – CRA**

Se encarga de regular los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo, promoviendo la libre competencia entre quienes presten dichos servicios, evitando la conformación de monopolios bajo una vigilancia Superintendente y los reglamentos establecidos en la Ley 142 de 1994. También define los criterios de eficiencia y desarrollo de indicadores y modelos de evaluación de la gestión financiera, técnica y administrativa de las Empresas de Servicios Públicos (ESP) [4].

- **Banca de Desarrollo Territorial - FINDETER**

Entre las funciones de esta financiera, se encuentran la planificación territorial que acompaña a los entes territoriales para identificar sus fortalezas y oportunidades para la ejecución de proyectos en el corto, mediano y largo plazo. La financiación de proyectos funciona en conjunto con la administración y gestión de recursos, las cuales, se encargan de administrar recursos de entidades públicas y privadas, y de esta manera garantizar una adecuada gestión de pagos y distribución del presupuesto durante el desarrollo de un proyecto sostenible [6].

Ilustración 4-1. Estructura organizacional sector APSB.



Fuente: los autores, basado en el Manual del Estado Colombiano [4].

4.1.1.3 Financiación del sector APSB

El sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, se financia por medio de 4 fuentes, la primera corresponde a recursos del Sistema General de Participaciones (SGP), el cual hace referencia a los recursos que la Nación transfiere a las entidades territoriales (departamentos, distritos y municipios), para ser empleados en el sector para diferentes usos entre los cuales se menciona: subsidios, fortalecimiento institucional, estudios e infraestructura.

La segunda fuente de financiación son recursos del Sistema General de Regalías (SGR), los cuales son generados por la contraprestación económica que surge de la explotación de un recurso natural no renovable y cuya titularidad es del Estado colombiano y son empleados principalmente para proyectos de inversión en el sector [7].

La tercera fuente de financiación son recursos del Presupuesto General de la Nación (PGN), los cuales son asignados al MVCT para la financiación de proyectos del sector de APSB, que son presentados por las entidades territoriales de acuerdo a los lineamientos establecidos en la resolución 661 de 2019. La cuarta fuente de financiación son recursos generados por el cobro de tarifas producto de la prestación de los servicios públicos de AAA, los cuales son empleados principalmente en costos administrativos, operativos y comerciales propios de la operación de la empresa [7]. Asimismo, existe financiación del sector por medio de recursos provenientes de Cooperación internacional y préstamos de la Banca Internacional que van dirigidos a impulsar planes y programas específicos del sector.

4.1.2 Política sectorial

Los Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento (PDA), es actualmente el referente de la política del sector de APSB, el cual tiene como propósito apoyar a los municipios en trabajo de asegurar la prestación de los servicios públicos domiciliarios de AAA, la armonización integral de los recursos, y a la implementación de esquemas eficientes y sostenibles, siendo un soporte para que los municipios puedan cumplir con las obligaciones sectoriales impuestas por el marco legal. Los PDA se enmarcan bajo los siguientes criterios [8]:

- Apoyo al municipio en los procesos de transformación empresarial y fortalecimiento institucional.
- Desarrollo de proyectos en áreas urbanas y rurales con enfoque regional, y con un horizonte de largo plazo.
- Optimización de infraestructura y mejoramiento operacional.
- Organización de cuencas hidrográficas abastecedoras mediante planes de conservación de fuentes de agua, reducción de carga contaminante en los vertimientos de aguas residuales y adecuado manejo de residuos sólidos.
- Apoyo a los municipios para lograr la utilización ordenada, equitativa y eficiente de los recursos provenientes de las 4 fuentes de financiación destinados al sector de APSB.

4.2 Marco legal

Tabla 4-1. Marco legal vigente.

NORMA	DEFINICIÓN
	NACIONAL
Ley 1955 de 2019	Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. "Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad".
	SANITARIO
Ley 9 de 1979	Por la cual se dictan medidas sanitarias.
Decreto 1575 de 2007	Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
Resolución 2115 de 2007	Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
Resolución 811 de 2008	Por medio de la cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución.
Resolución 082 de 2009	Por medio de la cual se adoptan unos formularios para la práctica de visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano.
	VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO (SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS)
Ley 142 de 1994	Establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios, así como de actividades que realicen las personas que los presten.
Decreto 1077 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.
Decreto 1425 de 2019 (DUR 1077 de 2015)	Por el cual se subroga el capítulo 1, del título 3, de la parte 3, del libro 2 del DUR 1077 de 2015, con relación a los Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento"
Decreto 1484 de 2014 (DUR 1077 de 2015)	Por el cual se reglamenta la Ley 1176 de 2007 en lo que respecta a los recursos de la participación para Agua Potable y Saneamiento Básico del Sistema General de Participaciones y la Ley 1450 de 2011 en lo atinente a las actividades de monitoreo, seguimiento y control integral a estos recursos.
Resolución 330 de 2017	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009.
Resolución CRA 825 de 2017	Por la cual se establece la metodología tarifaria para las personas prestadoras de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado que atiendan hasta 5.000 suscriptores en el área urbana y aquellas que presten el servicio en el área rural independientemente del número de suscriptores que atiendan.
Resolución CRA 844 de 2018	Por la cual se modifica y adiciona la Resolución CRA 825 de 2017
Resolución CRA 865 de 2018	Por la cual se hace público el proyecto de Resolución "Por la cual se definen los criterios, metodologías, indicadores, parámetros y modelos de carácter obligatorio para evaluar la gestión y resultados de las personas prestadoras de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y/o alcantarillado, se establece la metodología para clasificarlas de acuerdo con el nivel de riesgo, características y condiciones, y se modifican unas resoluciones" se da cumplimiento a lo previsto por el artículo 2.3.6.3.3.9 del Decreto 1077 de 2015 y se inicia el proceso de discusión directa con los usuarios y agentes del sector"

Resolución 288 de 2020	Por la cual se modifican los artículos 1 y 3 y se subroga el anexo de la Resolución 1067 del 24 de diciembre de 2015, en lo relacionado con los lineamientos para la formulación de metas de cobertura, calidad, continuidad y aseguramiento en el acceso a agua potable y saneamiento básico.
AMBIENTAL	
Decreto-Ley 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Decreto 1541 de 1978 (DUR 1076 de 2015)	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.
Ley 99 de 1993	Por la cual se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental - SINA y se dictan otras disposiciones.
Ley 373 de 1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
Resolución 1433 de 2004	Por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones.
Resolución 2145 de 2005	por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1433 de 2004 sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV.
Decreto 3930 de 2010 (DUR 1076 de 2015)	Relacionado en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones"
Decreto 2667 de 2012 (DUR 1076 de 2015)	Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones.
Decreto 1076 de 2015	Por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Resolución 631 de 2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
GESTIÓN DEL RIESGO	
Ley 1523 de 2012	Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.
Resolución 154 de 2014	Por la cual se adoptan los lineamientos para la formulación de los Planes de Emergencia y Contingencia para el manejo de desastres y emergencias asociados a la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo y se dictan otras disposiciones.
Decreto 308 de 2016	Por medio del cual se adopta el Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres.
Resolución 549 de 2017	Por la cual se adopta la guía que incorpora los criterios y actividades mínimas de los estudios de riesgo, programas de reducción de riesgo y planes de contingencia de los sistemas de suministro de agua para consumo humano y se dictan otras disposiciones.
Decreto 2157 de 2017	Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del Plan de Gestión del Riesgo de Desastres de las Entidades Públicas y Privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012.
Resolución 527 de 2018	Por la cual se modifica la resolución número 154 de 2014.

Fuente: los autores, basado en la normativa vigente.

5. DESARROLLO DE LA PASANTÍA

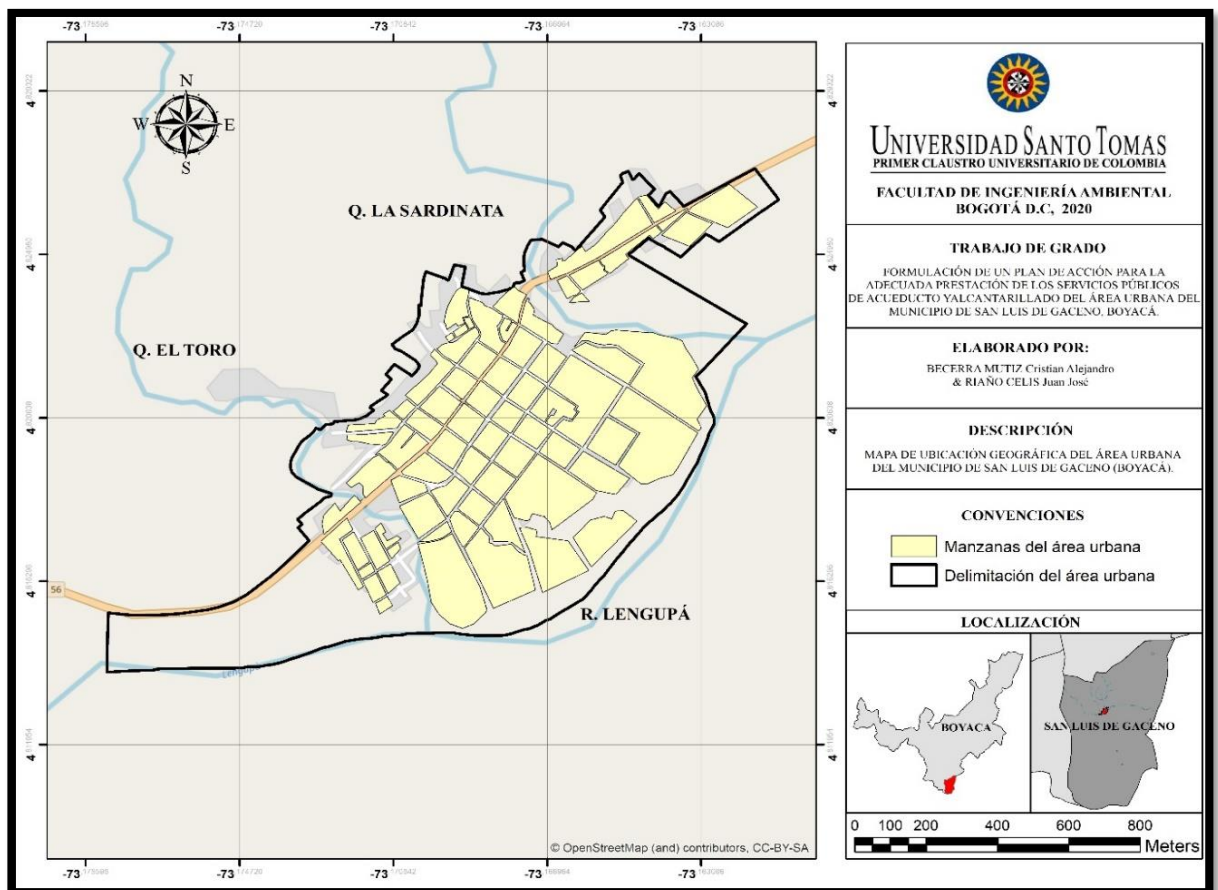
5.1 Caracterización del área de estudio

5.1.1 Localización

San Luis de Gaceno está ubicado en el departamento de Boyacá en las estribaciones de la cordillera Oriental, en el piedemonte llanero. Limita por el norte con el municipio de Campohermoso, al oriente con Sabanalarga (Departamento del Casanare), al sur con los municipios de Paratebuena, Medina y Ubalá (Departamento de Cundinamarca) y al occidente con el municipio de Santa María [9].

Tiene un área de 454.47 kilómetros cuadrados (45.847 ha) y ocupa el tercer lugar de mayor extensión del Departamento de Boyacá. El municipio está conformado en su división político administrativa de un área urbana, 40 veredas y 5 centros poblados: Santa Teresa, Guamal, Horizontes, San Carlos y la Mesa del Guavio [9].

Ilustración 5-1. Localización San Luis de Gaceno.



Fuente: los autores.

5.1.2 Demografía

El municipio de San Luis de Gaceno tiene una población total de 5499 habitantes, según el Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) realizado por el DANE en el año 2018, de los cuales 2444 corresponde al área urbana y 3055 corresponden a centros poblados y área rural [10]. Según las proyecciones poblacionales, el municipio presenta un comportamiento decreciente evidenciándose la disminución de la población debido a factores como la búsqueda de oportunidades laborales, migración por parte de la población joven por razones de estudio y búsqueda de servicios en municipios aledaños [11].

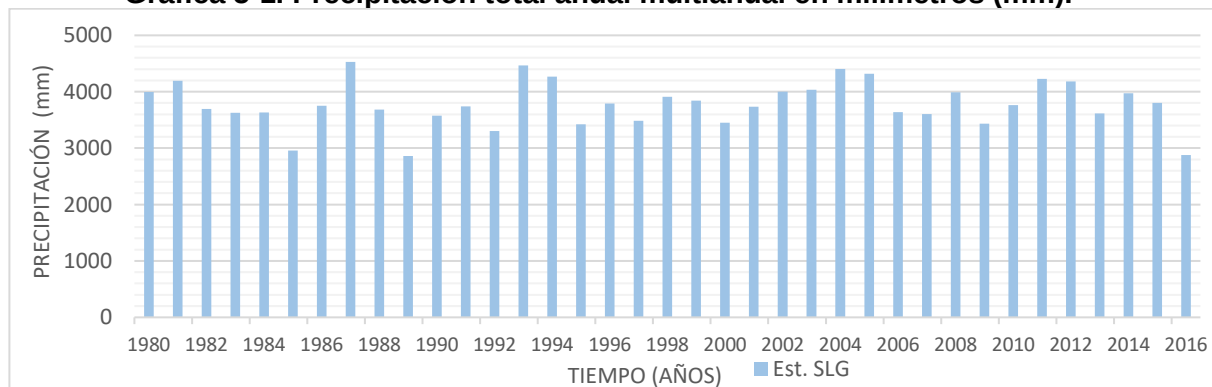
5.1.3 Climatología del municipio

El área geográfica del municipio de San Luis de Gaceno se encuentra ubicado en el piedemonte llanero del sur de Boyacá en donde se presenta un piso biotérmico cálido y clima tropical lluvioso, los cuales se caracterizan por altas temperaturas y fuertes lluvias [12]. En San Luis de Gaceno, durante los primeros meses del año se presentan temporadas de pocas lluvias o mal llamados veranos, las cuales presentan altas temperaturas, que oscilan entre los 19° y los 35° C, mientras que en los meses de mayo, junio, julio y agosto se presentan los mayores niveles de precipitación, las cuales empiezan tomar una tendencia decreciente en la segunda mitad del año. Para analizar la climatología del municipio se empleó la información de la Estación San Luis de Gaceno (código: 35080070), suministrada por el IDEAM. Se analizaron los datos de precipitación anuales desde el año 1980 hasta el año 2016.

5.1.3.1 Precipitación total anual multianual

En el gráfico 5-1, se observan los niveles máximos de precipitación registrados en el municipio, en el cual se presenta un valle en el año 1984 y 2016 con un nivel por debajo de los 3000 mm, que podrían ser posibles años de escasez de agua o sequías. De igual forma se identificaron varios picos en los años 1987, 1993, 1994, 2004, 2005, 2011 y 2012, los cuales presentaron grandes precipitaciones que sobrepasaron los 4000 mm en sus respectivos años.

Gráfica 5-1. Precipitación total anual multianual en milímetros (mm).

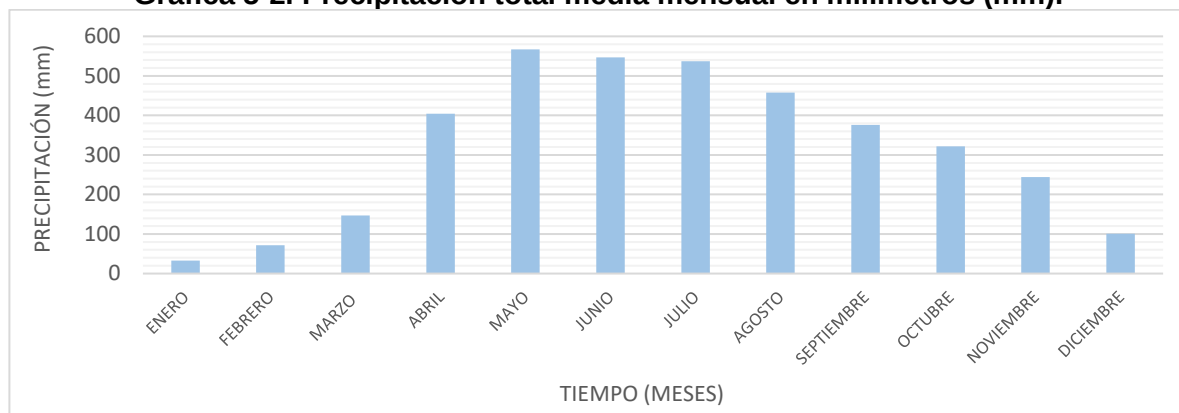


Fuente: los autores basados en datos del IDEAM.

5.1.3.2 Precipitación media mensual

En el gráfico 5-2, se evidencia la tendencia promedio de la precipitación total anual que se presenta en San Luis de Gaceno. Se identifica la temporada de lluvias entre abril y septiembre y la temporada de bajas precipitaciones entre diciembre y marzo. De esta forma, se ve marcada la tendencia que tiene el clima en el municipio durante el año.

Gráfica 5-2. Precipitación total media mensual en milímetros (mm).



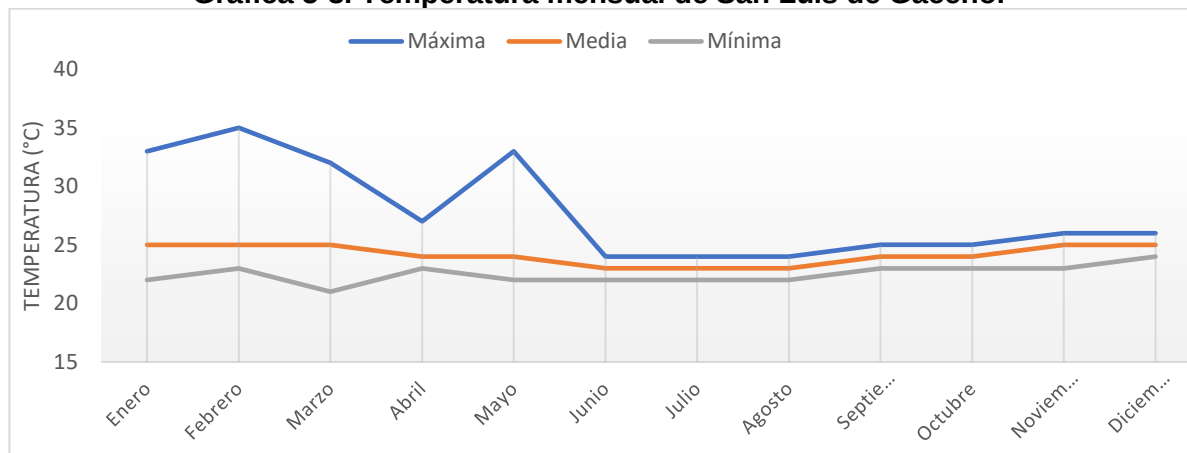
Fuente: los autores basados en datos del IDEAM.

5.1.3.3 Temperatura del municipio

El municipio tiene el periodo más frío en los meses de julio y junio, cuando las temperaturas oscilan entre los 19 y los 24°C. También, tiene periodos de alta temperatura en los primeros meses del año, en los cuales la temperatura máxima promedio se registra en 27°C.

En el gráfico 5-3, se evidencian los valores máximos, medios y mínimos mensuales de temperatura, que permiten identificar los meses de mayor temperatura y los meses de menor temperatura en el año [13].

Gráfica 5-3. Temperatura mensual de San Luis de Gaceno.



Fuente: Autores basados en información de CORPOCHIVOR.

5.1.4 Economía

El municipio no cuenta con sector industrial, por lo que basa su economía principalmente en el subsector pecuario, en el que se destaca la producción bovina, la cual es la de mayor importancia contando con una población actual de 40.760 ejemplares de diversos cruces para producción de leche y carne, comercializando un 80% de los bovinos hacia Bogotá y el 20% restante se distribuye entre los municipios de Garagoa, Guateque y la zona limítrofe con el Departamento del Casanare. En cuanto a la producción de productos lácteos el municipio cuenta con dos empresas ubicadas en el área urbana del municipio [13].

Por su parte la producción porcina, se realiza de forma artesanal y a pequeña escala, exportando aproximadamente 40 ejemplares a la semana, en cuanto a la producción avícola, en sus productos de carne y huevos, principalmente se da para auto consumo en un 70% y el 30% restante se comercializa en las veredas y área urbana del municipio, finalmente la producción piscícola, la cual presenta una producción anual de 30.000 kg, en aproximadamente 500 estanques de 100 m², en donde solo el 10% de la producción se comercializa y el restante es para autoconsumo [13]. De igual forma, pero en menor proporción realizan labores agrícolas con la siembra de cultivos de maíz, plátano, siendo la yuca el tubérculo de mayor producción con aproximadamente 1260 toneladas al año, utilizada en un 70% para autoconsumo y en un 30% para la comercialización en los centros poblados y área urbana del municipio [13].

5.1.5 Servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado

El área urbana del municipio de San Luis de Gaceno cuenta con servicio público de acueducto, el cual está a cargo de la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos Domiciliarios – UAESPD, en la cual el municipio es el prestador directo del servicio, con un total de 873 suscriptores en el área urbana. El sistema de tratamiento se encuentra ubicado a 1km aproximadamente del área urbana, en la vereda el Cairo, cuenta con 4 fuentes abastecedoras, con un sistema de conducción en PVC y polietileno con diámetros inferiores a las 2", hasta su llegada a un desarenador semienterrado construido en concreto reforzado. La PTAP posee estructuras de mezcla rápida (Canaleta Parshall), mezcla lenta (floculador de flujo vertical tipo Alabama), sedimentación acelerada (módulos de sedimentación circulares) y filtración rápida [11]. Finalmente, el agua tratada es distribuida por todo el casco urbano en dos tuberías de PVC de 3", que posteriormente se reduce a 2", para una extensión de 10908.3 m de tubería instalada.

Asimismo, el servicio público de alcantarillado es operado por la UAESPD, con un total de 820 suscriptores [11]. En cuanto al manejo de las aguas residuales, el municipio no cuenta con PTAR, por lo que, solo se realiza la recolección de las de las mismas a través de colectores que conducen las aguas hasta 12 puntos establecidos para la descarga de vertimientos en las quebradas El Toro y La Sardinata, el Caño La Porfía y por último el Río Lengupá, que recibe directamente las aguas de estos cuerpos hídricos. [11].

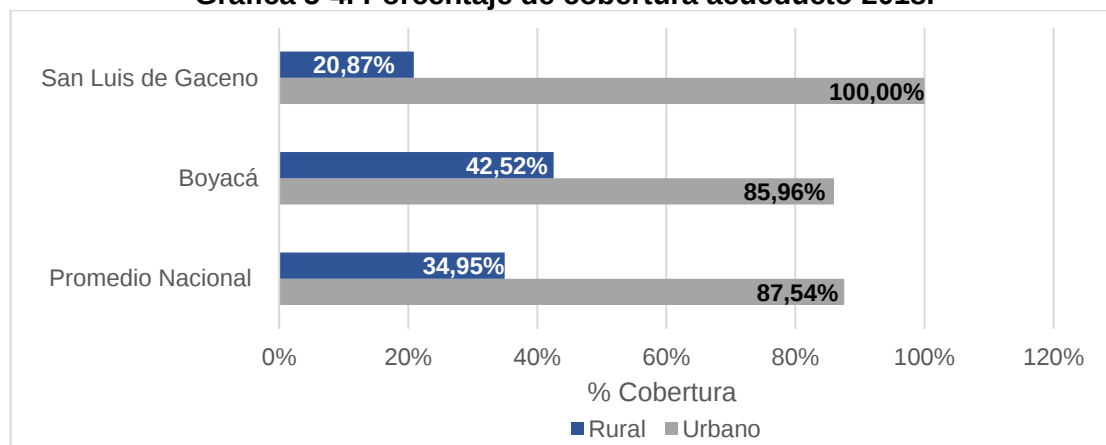
5.1.5.1 Indicadores sectoriales de APSB

▪ Cobertura Acueducto

El panorama nacional en cuanto a cobertura del servicio de acueducto, de acuerdo con la información reportada por los municipios para el año 2018, es del 87,54% para el área urbana y del 34,95% para el área rural. Para el departamento de Boyacá, la cobertura del servicio de acueducto es de 85,96 para el área urbana y del área rural se tiene una cobertura del 42,52% [14].

Para el caso del municipio de San Luis de Gaceno, de acuerdo al PEC, la cobertura del servicio de acueducto es del 100% para el área urbana y del 20.87% para el área rural, evidenciándose una brecha en la cobertura del servicio de acueducto, debido a múltiples factores de tipo social, económico y de infraestructura que no permite una mejora de la situación actual [15].

Gráfica 5-4. Porcentaje de cobertura acueducto 2018.



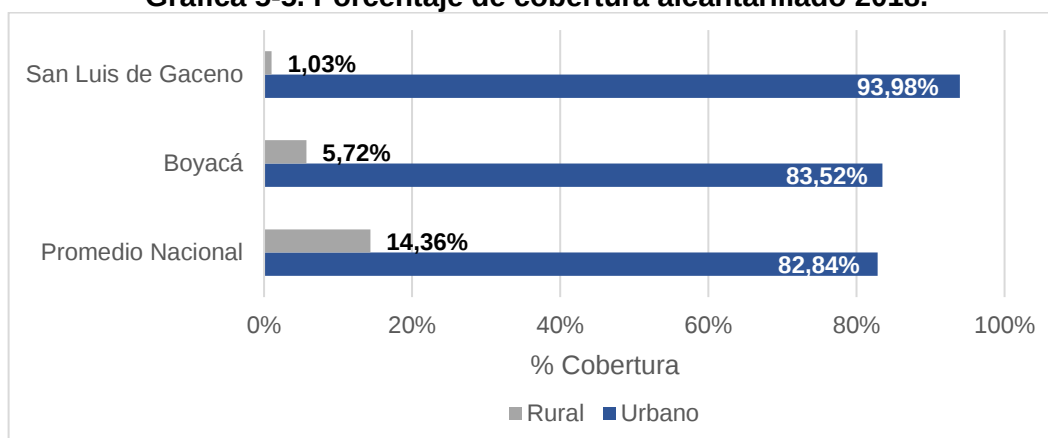
Fuente: Adaptado, Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado 2018 [14].

▪ Cobertura del alcantarillado

El panorama nacional en cuanto a cobertura del servicio de alcantarillado, de acuerdo con la información reportada por los municipios para el año 2018, es del 82,84% para el área urbana y del 14,36% para el área rural. Para el departamento de Boyacá, la cobertura del servicio de alcantarillado es de 83,52 para el área urbana y del área rural se tiene una cobertura del 5,72% [14].

Para el caso del municipio de San Luis de Gaceno, de acuerdo al PEC, la cobertura del servicio de alcantarillado es del 93.98% para el área urbana y del 1.03% para el área rural, encontrándose inexistente un sistema de alcantarillado en las veredas y centros poblados, los cuales poseen como sistema de saneamiento, pozos sépticos en la mayoría de los casos construidos de forma artesanal [15].

Gráfica 5-5. Porcentaje de cobertura alcantarillado 2018.



Fuente: Adaptado, Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado 2018 [14].

▪ Calidad del servicio

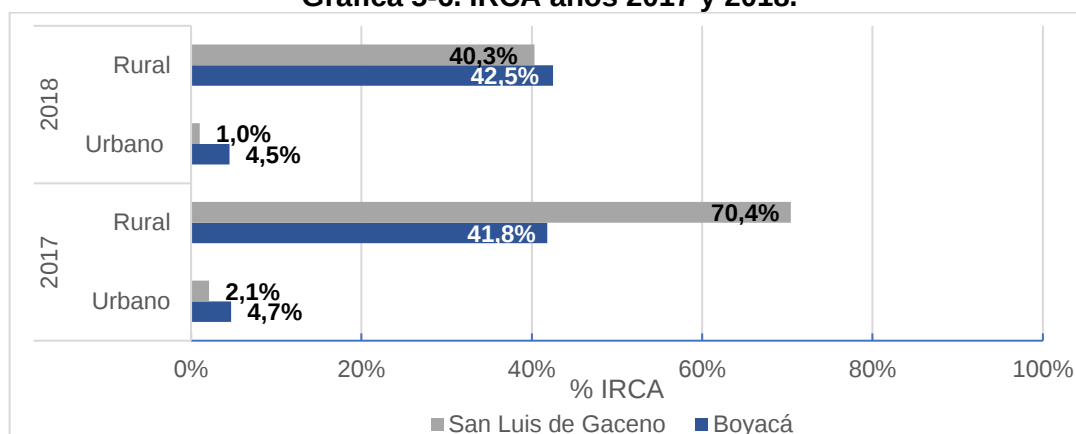
El Ministerio de Salud y Protección Social, el Instituto Nacional de Salud (INS), autoridades sanitarias y la SSPD, son las entidades responsables de cumplir con el control y el seguimiento de la calidad del agua potable suministrada a los usuarios del sistema, por lo cual se analiza el índice de riesgo de la calidad del agua (IRCA), el cual se clasifica entre 0% y 5%, como agua apta para consumo humano¹, y desde el 5% hasta 100%, se considera no apta para consumo variando su clasificación desde riesgo bajo hasta inviable sanitariamente [14].

Según los reportes de vigilancia de la calidad del agua realizados por el Instituto Nacional de Salud (INS), para el año 2017, el departamento de Boyacá obtuvo un IRCA urbano del 4.7% (Sin riesgo) y rural del 41.8% (Alto), para el año 2018, el departamento obtuvo un IRCA urbano del 4.5% (Sin riesgo) y rural del 42.5% (Alto), presentado una mejora en las cabeceras municipales pero decreciendo en las áreas rurales [16, 17].

Para el caso del municipio de San Luis de Gaceno, para el año 2017 obtuvo un IRCA urbano del 2.1% (Sin riesgo) y rural del 70.4% (Alto), presentando una clara diferencia en la calidad del agua suministrada, debido a factores operacionales y de infraestructura, ya que varias veredas no cuentan con PTAP, para el año 2018, el municipio obtuvo un IRCA urbano del 1% (Sin riesgo) y rural del 40.3% (Alto), en donde se mantuvo la calidad del agua suministrada para el área urbana y mejorando este indicador para el área rural con una disminución del riesgo de 30.1 puntos porcentuales [16, 17].

¹ Agua que cumple con las características físico – químicas y microbiológicas según la Res 2115/07

Gráfica 5-6. IRCA años 2017 y 2018.



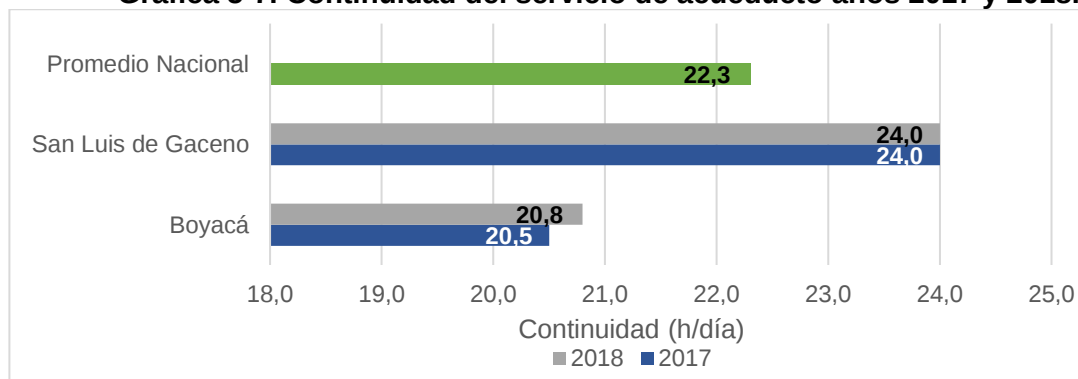
Fuente: Adaptado, Reportes de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano años 2017 y 2018 [16, 17].

▪ Índice de continuidad

El índice de continuidad (IC), evalúa las horas efectivas en las que se prestó el servicio en cada uno de los sectores hidráulicos del municipio, se clasifica como continuo un servicio desde las 23,1 hasta las 24 horas/día y desde las 23 hasta las 0 horas/día varía su clasificación desde suficiente hasta insuficiente. El panorama nacional muestra una continuidad del servicio de acueducto para el año 2018 de 22,3 horas/día, para el caso del departamento de Boyacá se tiene una continuidad en 2018 de 20,8 horas/día, respecto a 2017 que fue de 20,5 horas/día, presentando una mejora de 0,3 horas/día [14].

Para el caso del municipio de San Luis de Gaceno, según los reportes mensuales sobre continuidad evidenciados en el SIVICAP, el área urbana presentó una continuidad para los años 2017 y 2018 de 24 h/día, sin embargo cabe resaltar que mediante la encuesta aplicada a los usuarios del servicio, manifestaron problemas en la continuidad del servicio en época de verano, por lo que la continuidad variaba de acuerdo al barrio y a la hora del día.

Gráfica 5-7. Continuidad del servicio de acueducto años 2017 y 2018.



Fuente: Adaptado, Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado 2018 [14].

5.2 Diagnóstico de la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado

En este apartado se presentará el diagnóstico realizado a la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos Domiciliarios – UAESPD en los componentes de aseguramiento, social, infraestructura, ambiental y de riesgos, en su prestación del servicio público de acueducto y alcantarillado en el área urbana del municipio, de acuerdo al cumplimiento mínimo normativo expuesto en el marco legal.

5.2.1 Componente de aseguramiento

El aseguramiento en la prestación del servicio público de acueducto y alcantarillado representa el análisis de aspectos institucionales de la UAESPD, los cuales son: legales, administrativos, financieros, tarifarios y de procesos. Por otro lado, el componente también trata las condiciones de calidad de prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado, todo lo anterior con el objetivo de garantizar a la población en el mediano y largo plazo, la sostenibilidad en las inversiones y la prestación de los servicios.

5.2.1.1 Aspectos institucionales

▪ Legal

Conforme a lo estipulado en el artículo seis (6), de la Ley 142 de 1994, en donde se faculta a “Los municipios para prestar directamente los servicios públicos de su competencia, cuando las características técnicas y económicas del servicio, y las conveniencias generales lo permitan y aconsejen”. En el municipio se adoptó esta manera empresarial de prestación de acuerdo a lo dictaminado por el Concejo Municipal de San Luis de Gaceno – Boyacá, que creó y reglamentó La Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos Domiciliarios – UAESPD, mediante el acuerdo 024 de 2002.

Así las cosas, mediante el Decreto 059 de 2013, expedido por la Alcaldía de San Luis de Gaceno, que estableció la naturaleza jurídica de la unidad de servicios públicos domiciliarios como “una unidad administrativa especial sin personería jurídica adscrita a la Secretaría de Planeación, Infraestructura y Medio Ambiente que integra la estructura administrativa del sector central del Municipio, establecida para la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, aseo y alcantarillado en los términos establecidos en la ley 142 de 1994”.

Con fin de dar cumplimiento al proceso de inscripción al RUPS como prestador de los servicios de AAA, tal y como lo dicta la resolución 20181000120515 del 2019, expedida por la SSPD, la cual establece el procedimiento a los prestadores del servicio públicos para inscribirse en el Registro Único de Prestadores de Servicios Públicos (RUPS), una vez hayan iniciado sus actividades, e informar dicho inicio de actividades ante la SSPD y la CRA, así como la respectiva actualización de la información requerida por estas entidades, la UAESPD, presentó su respectivo registro mediante la certificación número 201923671372445 del 07 de junio de 2019.

- **Administrativo**

- Dirección estratégica:

Misión: Garantizar la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, en términos de calidad, cantidad, oportunidad, excelencia en su gestión administrativa, financiera y operativa; buscando así, elevar la calidad de vida de la comunidad y contribuir a la protección del medio ambiente.

Visión: La Unidad de Servicios Públicos domiciliarios, para el año 2020, será reconocida como líder y modelo para la región y el país, por su eficiencia, transparencia, competitividad, gestión administrativa, financiera y operativa.

- Estructura organizacional:

La UAESPD, cuenta en su estructura organizacional en primer nivel, con el alcalde, el cual es la suprema autoridad administrativa municipal, encargado de ejercer un control administrativo orientado a constatar y asegurar que las actividades y funciones de cada organismo o entidad se cumplan acorde a los planes y programas adoptados.

En segundo nivel se encuentra el director administrativo, encargado de garantizar la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto alcantarillado y aseo en el municipio, asegurando la continuidad, calidad, disponibilidad y frecuencia, bajo criterios de productividad, economía y desarrollo empresarial [18].

En tercer nivel se encuentra el secretario, encargado de coadyuvar administrativamente en las labores que garanticen el cumplimiento de las metas y programas proyectados de manera efectiva, administrando la información, aplicando el sistema de gestión documental, el manual de procesos y procedimientos y realizar las actividades de generación y recaudo de facturación.

En cuarto nivel se encuentra el técnico operativo, encargado de supervisar, coordinar y dirigir las actividades desarrolladas en el área técnica operativa, garantizando la prestación de un óptimo servicio. Adicionalmente coordinar con el personal las actividades de instalación, mantenimiento, reparación, cortes y reconexiones de acometidas domiciliarias, lectura de consumos, entrega de facturas, detección de fugas internas, externas y conexiones fraudulentas y mantener en buenas condiciones todos los componentes del acueducto y el alcantarillado. Igualmente se encuentra el operario encargado de ejecutar en sus diferentes fases el proceso de producción de agua potable, inspeccionar y garantizar el buen funcionamiento de las bocatomas y desarenadores, dosificar y suministrar las sustancias químicas requeridas, controlar los niveles de los tanques de almacenamiento, de acuerdo con la programación definida por el director [18]. En la tabla 5-1, se evidencia el número de trabajadores de la UAESPD.

Tabla 5-1. Funcionarios UAESPD

No.	CARGO	PROFESION
1	Director USPD	Ingeniera Ambiental
2	Secretaria	Básica
3	Técnico Operativo	Bachiller - Técnico
4	Operario	Bachiller
5	Operario	Básica
6	Ayudante	Primaria
7	Ayudante	Primaria
8	Conductor	Bachiller
Total = 8		

Fuente: Plan de Emergencia y Contingencia UAESPD, [15].

Ilustración 5-2. Organigrama UAESPD.

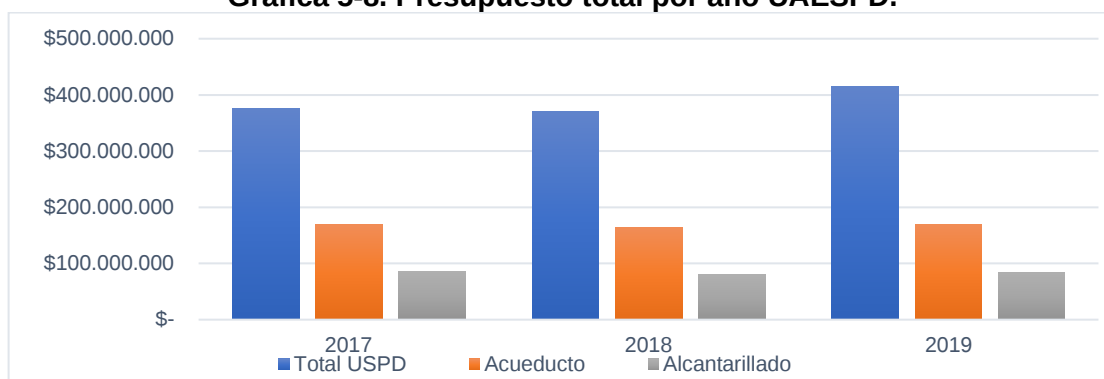


Fuente: Plan de Emergencia y Contingencia UAESPD, [15].

▪ Esquema presupuestal

Los presupuestos establecidos por la administración municipal para la ejecución de las labores pertinentes de la UAESPD, en donde se analizaron los presupuestos para los años 2017, 2018 y 2019. En la Gráfica 5-8, se muestra la tendencia que tuvo el presupuesto de la UAESPD en dichos años, para lo cual se tuvo en cuenta solo los servicios de acueducto y alcantarillado como objeto del presente diagnóstico, evidenciando que para el año 2019 el presupuesto destinado para la Unidad fue superior que en los años anteriores. Cabe resaltar que dentro de los presupuestos se tienen en cuenta los subsidios a la prestación del servicio y los pagos de los suscriptores para los servicios de acueducto y alcantarillado, no se tuvo en cuenta el equivalente de ingresos por el servicio de aseo, debido a que no se encuentra relacionado dentro de los servicios que se van a analizar en el presente estudio.

Gráfica 5-8. Presupuesto total por año UAESPD.

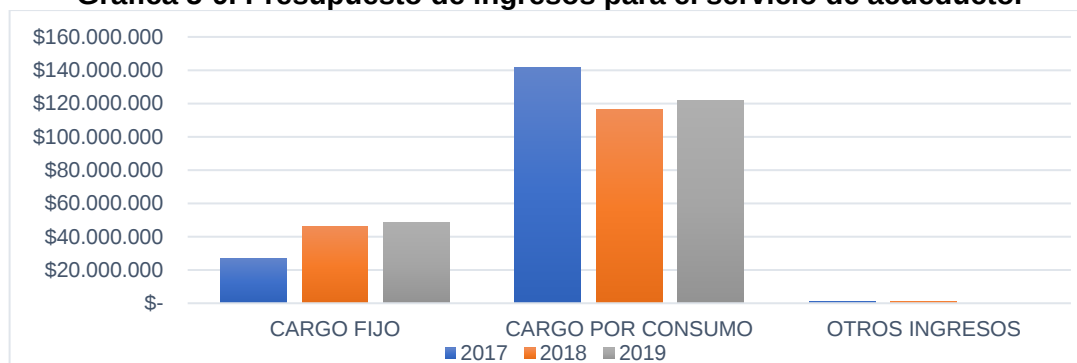


Fuente: autores.

En ese contexto, la UAESPD cuenta con el presupuesto de rentas, en donde se tiene en cuenta Ingresos Corrientes y los Recursos de Capital de la misma, los cuales se rigen por el año fiscal anterior. Para esto se discriminan los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, para lo cual la Unidad destina un presupuesto de rentas y recursos de capital respectivamente.

Para los servicios de acueducto y alcantarillado se presentan tres subdivisiones: cargo Fijo, cargo por consumo y otros ingresos, los cuales contemplan intereses, multas y recargos, aportes por conexión y reconexión entre otros ingresos de acueducto o alcantarillado, conforme a la resolución 825 de 2017 expedida por la CRA. De esta forma también se debe tener en cuenta que tanto el cargo fijo como el cargo por consumo tienen un aporte que es el pago por los usuarios y otro que es el pago por subsidios, los cuales son descritos en el siguiente apartado.

Gráfica 5-9. Presupuesto de ingresos para el servicio de acueducto.

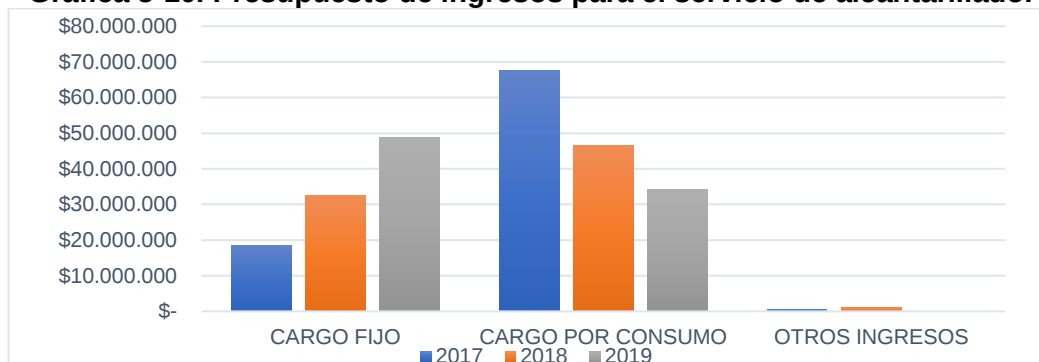


Fuente: autores, basados en el Presupuesto general de ingresos y gastos del municipio de San Luis de Gaceno [19].

En la Gráfica 5-9, se expone el presupuesto destinado para el servicio de acueducto para los años 2017, 2018 y 2019, con el objetivo de identificar como fue la variación entre cargos fijos y por consumo dentro de esos años. De esta forma se identificó que existe una presunta inconsistencia en el apartado de otros ingresos puesto que, ha sido casi

despreciable su valor para los tres años y de alguna forma habría que evaluar el fenómeno a partir los ingresos del año anterior. En el cargo fijo se ha identificado que para el año 2017 presentó una diferencia con los siguientes años debido a que en ese año no se tenía pago por subsidios y su equivalente era solo del ingreso que se tenía por el pago de usuarios que fue de \$27'000.000. Mientras que, en el cargo por consumo, este se vio reducido por la aparición de los subsidios respecto a los años 2018 y 2019 [19].

Gráfica 5-10. Presupuesto de ingresos para el servicio de alcantarillado.



Fuente: autores, basados en el Presupuesto general de ingresos y gastos del municipio de San Luis de Gaceno [19].

En el Gráfico 5-10, se presenta el total de ingresos para el servicio de alcantarillado, en donde se identificó que el cargo fijo tuvo una tendencia creciente con el paso de los años que podría deberse a la reducción de los ingresos por cargo por consumo. También se tuvo en cuenta la aplicación del subsidio para los años 2018 y 2019, lo que significó el incremento en el cargo fijo. Se podría identificar que, para el servicio de alcantarillado, el cargo por consumo es inversamente proporcional al cargo fijo según la tendencia que estos han tenido con el paso de los años del presente estudio. De igual forma que en el acueducto el valor de Otros ingresos para alcantarillado tiene presuntas inconsistencias para lo cual se hará cierto énfasis en la etapa de evaluación.

▪ Esquema tarifario

Para el año 2019 se evidenciaron los suscriptores a los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado del municipio, datos que surgieron a partir del último informe de facturación utilizado como control de pagos en la UAESPD. Por otro lado, se tiene una discriminación de suscriptores, en residencial con estratos sociales 1, 2 y 3, y su caracterización ya sea industrial, comercial (restaurantes u hotelero) y oficial (colegios y predios de la alcaldía). Esto debido a que actualmente el municipio no cuenta con micro medición en ningún predio del casco urbano, por lo que se deben asignar tarifas fijas y de esa misma forma el subsidio que varía entre los estratos sociales y se exceptúa para las demás caracterizaciones. Lo anterior se puede evidenciar en la Tabla 5-2.

Tabla 5-2. Suscriptores para el año 2019.

	ACUEDUCTO	ALCANTARILLADO
Estrato 1	434	389
Estrato 2	245	242
Estrato 3	149	148
Residencial	828	779
Comercial	20	20
Industrial	7	4
Oficial	18	17
Total Usuarios	873	820

Fuente: los autores, basados en el Estudio Tarifario de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado [20].

La alcaldía municipal de San Luis de Gaceno, realizó un estudio tarifario de los servicios de acueducto y alcantarillado, acorde a lo solicitado por la CRA en la Resolución 825 de 2017, la cual establece la metodología tarifaria para las personas prestadoras de servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado que atiendan hasta 5.000 suscriptores en el área urbana; en este estudio se presentaron las tarifas a aplicar que entraron en vigencia a partir del primero (1) de mayo de 2019, con un consumo básico de 13 m³ al mes como un consumo promedio que se encuentra por debajo del máximo establecido en la Resolución 750 de 2016 expedida por la Comisión de Regulación de Agua potable y saneamiento Básico, la cual establece 16 m³ para municipios situados por debajo de 1000 m.s.n.m. Cabe resaltar que se toman estas disposiciones porque no se cuenta con micromedición para realizar un cobro real del consumo por inmueble o suscriptor.

De igual forma, se reajustarán los valores cuando el Índice de Precios al Consumidor (IPC) acumulado alcance el 3% y adicional a eso cuando la Corporación Autónoma Regional de Chivor (CORPOCHIVOR), entregue anualmente las facturas de las tasas retributivas por uso y vertimientos [21].

Tabla 5-3. Estudio tarifario para el servicio de acueducto.

TARIFAS A APLICAR ACUEDUCTO					
ESTRATO/USO	CARGO FIJO (con subsidios incluidos)	CARGO BASICO	TASA POR USO	CARGO POR CONSUMO	TASA POR USO
	\$/Usuario/MES	\$/m3	\$/m3	\$/m3	\$/m3
USO RESIDENCIAL					
Estrato 1	2.491,13	277,61	5,24	793,16	14,98
Estrato 2	4.768,74	531,42	10,04	793,16	14,98
Estrato 3	6.619,30	737,64	13,93	793,16	14,98
Estrato 4	7.117,52	793,16	14,98	793,16	14,98
Estrato 5	10.676,28	1.189,75	22,47	1.189,75	22,47
Estrato 6	11.388,04	1.269,06	23,97	1.269,06	23,97
USO NO RESIDENCIAL					
comercial	10.676,28	1.189,75	22,47	1.189,75	22,47
industrial	9.252,78	1.031,11	19,47	1.031,11	19,47
oficial/especial	7.117,52	793,16	14,98	793,16	14,98

Fuente: Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios de San Luis de Gaceno [20].

Tabla 5-4. Estudio tarifario para el servicio de alcantarillado.

TARIFAS A APLICAR ALCANTARILLADO					
ESTRATO/USO	CARGO FIJO	CARGO BASICO	TASA RETRIBUTIVA	CARGO POR CONSUMO	TASA RETRIBUTIVA
	\$/Usuario/MES	\$/m3	\$/m3	\$/m3	\$/m3
USO RESIDENCIAL					
Estrato 1	1.272,71	116,18	6,96	331,95	19,87
Estrato 2	2.436,32	222,41	13,32	331,95	19,87
Estrato 3	3.381,76	308,71	18,48	331,95	19,87
Estrato 4	3.636,30	331,95	19,87	331,95	19,87
Estrato 5	5.454,45	497,92	29,81	497,92	29,81
Estrato 6	5.818,08	531,12	31,80	531,12	31,80
USO NO RESIDENCIAL					
comercial	5.454,45	497,92	29,81	497,92	29,81
industrial	4.727,19	431,53	25,84	431,53	25,84
oficial/especial	3.636,30	331,95	19,87	331,95	19,87

Fuente: Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios de San Luis de Gaceno [20].

En las tablas 5-3 y 5-4, se presentan los resultados del estudio realizado para el cálculo de las tarifas para el cobro de los servicios de acueducto y alcantarillado, los cuales son de vital importancia debido a que son la línea base para la proyección de cobros que se realizarán mensualmente a los suscriptores dependiendo de su estrato. Cabe resaltar que por ser proyecciones se han tenido en cuenta los estratos 4, 5 y 6, los cuales en la actualidad no se presentan en el municipio.

De esta forma fueron calculadas las tarifas fijas para los suscriptores, en donde se computan los costos de acueducto, alcantarillado y aseo. El cobro se realiza teniendo en cuenta las tarifas y el porcentaje de descuento de cada uno de los subsidios por estratos tal como se evidencia en la tabla 5-5. Los suscriptores de tipo No Residencial hacen contribuciones al municipio con el pago de sus tarifas y no reciben subsidio.

Tabla 5-5. Esquema tarifario UAESPD, 2019.

	TARIFA	SUBSIDIO
Estrato 1	\$ 14.551	65%
Estrato 2	\$ 27.854	33%
Estrato 3	\$ 38.854	7%
Comercial	\$ 61.448	-
Industrial	\$ 54.774	-
Oficial	\$ 54.345	-

Fuente: autores, basado en el Estudio Tarifario de la UAESPD San Luis de Gaceno [20].

5.2.1.2 Calidad del servicio

▪ Índice de Riesgo de Calidad del Agua – IRCA

Para determinar el IRCA del área urbana del municipio, se tuvo en cuenta la información sobre los datos reportados por las Direcciones Territoriales de Salud (DTS) al Instituto Nacional de Salud (INS) a través del Sistema de Información para la vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano (SIVICAP). En 2019 se registró un IRCA para el área urbana de 2.1%, el cual representa un nivel Sin riesgo [22].

En la tabla 5-6, se presenta el seguimiento del estado de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano de la persona prestadora de los servicios públicos domiciliarios del municipio realizado para el año 2019, donde se identificó un IRCA promedio consolidado (urbano y rural) de 24,2%, lo cual demuestra que existen falencias a nivel rural que incrementan el riesgo por calidad del agua a nivel municipal.

Tabla 5-6. Índice de Riesgo de Calidad del Agua consolidado para el año 2019.

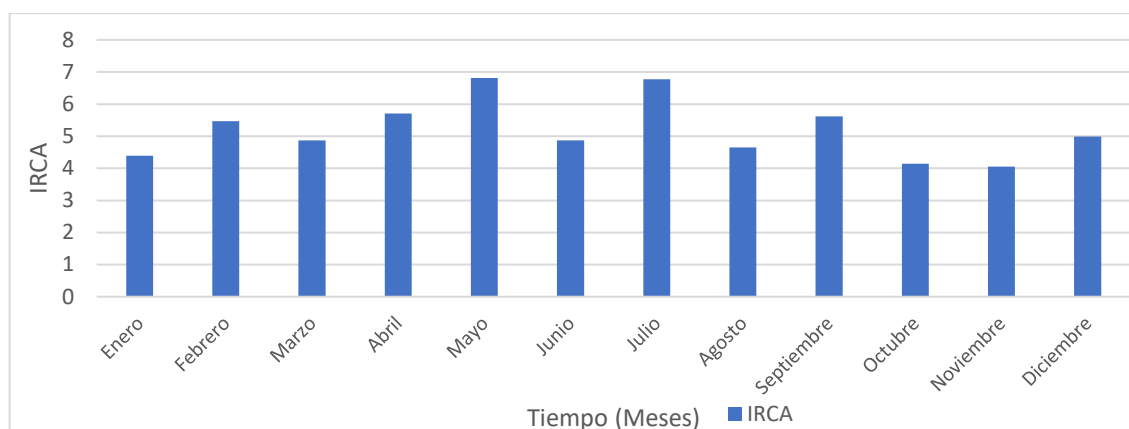
San Luis De Gaceno Periodo: 11/03/2019 - 25/11/2019					Muestras evaluadas: 22					
					Agua Cruda			Agua Tratada		
Característica	# análisis	Valor mínimo	Valor máximo	Valor promedio	No. Análisis	% No aceptables	% aceptables	No. Análisis	% no aceptables	% aceptables
Aluminio	4	0.022	0.714	0.21	1	0.00%	100.00%	3	33.33%	66.67%
Calcio	3	0.78	17.51	8.49	1	0.00%	100.00%	2	0.00%	100.00%
Cloro residual libre	22	0	1.8	0.65	6	100.00%	0.00%	16	12.50%	87.50%
Cloruros	14	5.62	18.33	9.97	4	0.00%	100.00%	10	0.00%	100.00%
Coliformes totales	22	0	2420	595.95	6	100.00%	0.00%	16	0.00%	100.00%
Color aparente	22	5	50	9.09	6	33.33%	66.67%	16	0.00%	100.00%
Dureza total	3	12.45	55.92	29.92	1	0.00%	100.00%	2	0.00%	100.00%
E. Coli	22	0	411	34.32	6	100.00%	0.00%	16	0.00%	100.00%
Fosfatos	11	0.094	4.245	1.08	3	0.00%	100.00%	8	62.50%	37.50%
Hierro total	9	0.012	0.383	0.15	2	50.00%	50.00%	7	0.00%	100.00%
pH	22	6.6	7.6	6.95	6	0.00%	100.00%	16	0.00%	100.00%
Turbiedad	22	0.05	13	1.49	6	33.33%	66.67%	16	6.25%	93.75%

Fuente: Instituto Nacional de Salud [17].

▪ IRCA mensual para el área urbana

Acorde a la clasificación del nivel del riesgo estipulada en la resolución 2115 de 2007, se identificaron los resultados del análisis de muestras realizado por el Instituto Nacional de Salud, para UAESPD del municipio de San Luis de Gaceno, Boyacá, durante el año 2019, se recopilaron los datos mensuales del IRCA, de acuerdo a la información contenida en el SIVICAP.

Gráfica 5-11. Consolidado mensual IRCA para el año 2019.



Fuente: autores, basados en información del INS [22].

A partir de los informes mensuales de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano del año 2019, se identificó que para el área urbana del municipio el Riesgo de la Calidad del agua para consumo humano se registró en niveles de Sin Riesgo y Riesgo Bajo, lo que permitió identificar que los valores consolidados presentan un mayor riesgo debido a que a nivel rural, los acueductos veredales no cumplen con las características dispuestas en la Resolución 2115 de 2007 para agua apta para consumo humano.

Adicionalmente, se identificó en la gráfica 5-11, que el nivel de riesgo se incrementó a partir de abril y mayo, lo cual se podría asociar con el comienzo de la temporada de lluvias en el municipio, tal como se puede observar en el apartado de la caracterización del área de estudio.

▪ **Índice de Riesgo por Abastecimiento de Agua por parte de la persona prestadora – IRABApp.**

De acuerdo a lo establecido en la resolución 2115 de 2007, el IRABApp determina el nivel de riesgo en el que se encuentra la persona prestadora del servicio público de acueducto, evaluando dos (2) índices:

- Índice de Tratamiento (IT): Es el puntaje que se asigna al evaluar los procesos de tratamiento, ensayos básicos de laboratorio en planta de tratamiento y trabajadores certificados de la persona prestadora.

El primer criterio son los procesos, el cual evalúa la existencia y funcionamiento de los procesos de tratamiento de agua para consumo humano, llevados a cabo por la persona prestadora. La PTAP del área urbana de San Luis de Gaceno presenta procesos de coagulación, floculación, sedimentación, filtración, y desinfección, por lo que se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo durante las 24 horas del día, obteniendo una calificación de 50 puntos.

El segundo criterio, corresponde a la dotación básica del laboratorio en la PTAP, el cual evalúa la existencia de los equipos mínimos necesarios para realizar ensayos para la dosificación de coagulantes (prueba de jarras), demanda de cloro, turbiedad, color y pH. El laboratorio de la planta cuenta con los equipos para la realización de los ensayos antes mencionados, exceptuando la medición de turbiedad, obtiene una calificación de 12 puntos.

El tercer criterio, evalúa si los trabajadores de la planta se encuentran debidamente certificados y capacitados de conformidad con la normatividad vigente. En ese sentido de los 3 operarios de la PTAP, solo dos (2) se encuentran certificados, por lo que se obtiene una calificación de 10 puntos. Finalmente realizando la sumatoria de los anteriores criterios, se obtuvo una calificación de 72 puntos para el Índice de Tratamiento (IC).

- Índice de continuidad (IC): Es el puntaje que se asigna a la persona prestadora, con la información de continuidad de su área de influencia. En ese sentido el proceso de tratamiento de agua potable llevado a cabo se realiza de forma continua durante las 24 horas del día, obteniendo una calificación de 20 puntos. Aplicando la ecuación 5-1, de acuerdo a lo establecido en la resolución 2115 de 2007, se obtiene como resultado un valor de 8%, clasificándose en un nivel **SIN RIESGO**.

Ecuación 5-1. Formula calculo IRABApp.

$$IRABA_{pp} = 100 - (IT + IC)$$

En cuanto al cálculo del IRABA a nivel municipal, consultando la información reposada en el SIVICAP, se evidencia que existe carencia de información para el cálculo del Índice de riesgo por distribución en el municipio (IRD), por lo cual no se tiene conocimiento para el área rural el porcentaje de abastecimiento de agua potable mediante pilas públicas, carrotanques o red de acueducto, dado que será información que deberá conocerse mediante la realización de un estudio enfocado en el área rural del municipio.

▪ **Buenas Prácticas Sanitarias – BPS**

De acuerdo con el artículo dos del decreto 1575 de 2007 las BPS, son los principios básicos y prácticas operativas generales de higiene para el suministro y distribución del agua para consumo humano, con el objeto de identificar los riesgos que pueda presentar la infraestructura. Dentro de los aspectos que evalúa se encuentra: el estado y pertinencia de las instalaciones, instrumentación de la PTAP, aspectos en seguridad industrial y salud ocupacional, manejo de la información y comunicaciones, existencia de laboratorio para el control de procesos y calidad del agua para consumo humano distribuida, estado operativo del sistema de distribución, mantenimiento de la red de distribución y finalmente evalúa el control de calidad del agua distribuida. La UAESPD, es evaluada anualmente en dos ocasiones por parte de la autoridad sanitaria departamental, mediante visitas de inspección, de acuerdo a lo estipulado en la resolución 082 de 2009. En la tabla 5-7, se evidencia el

resultado de los BPS correspondiente a la persona prestadora (UAESPD), en los años 2018 y 2019.

Tabla 5-7. Resultados BPSpp

Año	No. reporte	BPS	Nivel de Riesgo
2018	13	10	Sin riesgo
2018	14	9	Sin riesgo
2019	15	18	Riesgo bajo
2019	16	10	Sin riesgo

Fuente: SIVICAP, [23].

En referencia a lo anterior se resalta que durante los dos años evaluados la UAESPD, presenta falencias en cuanto a la instrumentación de la PTAP, ya que no cuentan con medidores para la estimación del caudal para el lavado de filtros o drenajes de sedimentadores, igualmente para medir el caudal de salida de la planta, además de que la totalidad de operarios no se encuentran certificados en competencias laborales. En los subsecuentes años se corrigieron falencias en cuanto a labores de señalización, actualización del manual de seguridad y salud en el trabajo y labores de control de procesos.

▪ **Certificación sanitaria**

De acuerdo a los resultados del IRCApp, IRABApp y BPSpp, la autoridad sanitaria departamental emite el concepto sanitario correspondiente a la persona prestadora que, para el caso de la UAESP del área urbana del municipio de San Luis de Gaceno, cuenta con un concepto favorable de acuerdo a lo estipulado en la resolución 082 de 2009. Por otro lado, según información reposada en el SIVICAP, el municipio al no contar con resultados de IRABAm y BPSm, no es posible emitir una certificación sanitaria.

5.2.2 Componente Social

5.2.2.1 Encuestas

Este componente se desarrolla con el objetivo de diagnosticar mediante la aplicación de una encuesta, la percepción que tienen los usuarios de la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado del área urbana del municipio, integrando su experiencia personal y su calificación en aspectos como: nivel de satisfacción, continuidad y calidad en el servicio, estado físico de la infraestructura, tarifas, participación ciudadana y patrones de consumo. El modelo de encuesta aplicado se evidencia en el **Anexo A**.

El modelo de encuesta aplicada es de tipo dirigida, en la que se realizaron una serie de preguntas determinadas previamente y con respuestas cerradas en la cual en su primera parte se tienen preguntas de evaluación, las cuales obtienen del entrevistado una respuesta jerarquizada subjetiva sobre las distintas escalas numéricas establecidas en la que se califica de 1 a 5 el servicio de acueducto y alcantarillado en los aspectos de nivel de satisfacción, estado físico de la infraestructura, continuidad y calidad en el servicio.

En la segunda parte se tienen preguntas dicotómicas, las cuales obtienen del entrevistado una respuesta de afirmación o negación frente a los aspectos de tarifas, participación ciudadana y patrones de consumo.

▪ **Marco muestral**

Para la selección del tipo de muestreo se tuvo en cuenta la división del área urbana del municipio, el cual está compuesto por 6 barrios (Flores, Sardinata, Gloria, Floresta, Centro y Zelandia) de acuerdo al Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del año 2004.

En tal sentido, el tipo de muestreo aplicado es por conglomerados, por áreas o geográfico, el cual es cuando la unidad básica de muestreo se encuentra en la población en grupos o conglomerados y la selección de la unidad permite la observación del total de elementos de cada conglomerado elegido. Cada conglomerado tiene las mismas características de la población [24].

▪ **Tamaño muestral**

Para la estimación del tamaño de la muestra, se obtuvo mediante la aplicación de la fórmula 5-1, la cual se utiliza para el cálculo del tamaño de muestra en poblaciones finitas, en donde se establece una población de 873 el cual corresponde al número de suscriptores a corte de diciembre de 2019, una probabilidad a favor (P) de 0.5, una probabilidad en contra (Q) de 0.5, un nivel de confianza (Z) del 95%, un límite para el error (E) del 5%.

Fórmula 5-1. Tamaño de muestra poblaciones finitas.

$$n = \frac{Z^2 N P Q}{E^2 (N - 1) + Z^2 P Q}$$

Fuente: Estadística y muestreo [24].

Aplicando los datos mencionados se obtiene el siguiente resultado.

$$n = \frac{(1.96)^2 \times 873 \times 0.5 \times 0.5}{(0.05)^2 (873 - 1) + (1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = 267 \text{ encuestas}$$

Teniendo en cuenta el tipo de muestreo, se aplicaron las encuestas de acuerdo a la población presente en cada uno de los barrios del área urbana del municipio, es decir la cantidad de encuestas aplicadas se calculó obteniendo el porcentaje de ocupación de cada uno de los barrios, posteriormente se multiplicó el resultado por el valor total de las encuestas aplicadas. En la tabla 5-8 se evidencia dicho cálculo.

Tabla 5-8. Numero de encuestas aplicadas por barrio.

BARRIO	POBLACIÓN (HAB.)	PORCENTAJE DE OCUPACIÓN (%)	NUMERO DE ENCUESTAS
Flores	183	9.68	32
Sardinata	200	10.58	28
La Gloria	546	28.88	77
Floresta	469	24.81	71
Centro	141	7.46	25
Zelandia	241	12.75	28

Fuente: los autores, basados en el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) de San Luis de Gaceno [25].

5.2.2.2 Análisis de resultados

En la tabla 5-9, se evidencia el resumen de los resultados obtenidos en la encuesta aplicada a 267 usuarios del servicio de acueducto y alcantarillado en los seis (6) barrios oficiales que componen el área urbana del municipio. En el **Anexo A**, se puede evidenciar el análisis detallado de cada una de las preguntas, interiorizando en algunas opiniones de los encuestados.

Tabla 5-9. Resumen resultados encuesta social.

PREGUNTA	CALIFICACIÓN				
	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
1: calidad del agua.	17.2%	25.1%	39.0%	14.2%	4.5%
2: continuidad 24 horas.	20.6%	25.5%	36.7%	10.5%	6.7%
3: presión del agua.	24.0%	28.1%	36.7%	8.6%	2.6%
4: autoevaluación del uso del agua.	0.0%	4.5%	24.7%	66.3%	4.5%
5: estado de tapas y sumideros.	15.7%	34.5%	24.7%	19.9%	5.2%
6: estado los cuerpos receptores.	22.8%	33.3%	34.8%	9.0%	0.0%
7: calificación del servicio AA.	9.7%	21.7%	46.4%	16.1%	6.0%
PREGUNTA	SI		NO		
8: conocimiento del consumo de agua.	9.74%		90.26%		
9: enfermedades gastrointestinales.	8.61%		91.39%		
10: afectación por exposición al agua residual.	30.34%		69.66%		
11: fallas o interrupciones en el servicio.	67.79%		32.21%		
12: ha presentado PQRS.	16.10%		83.90%		
13: esquemas de participación ciudadana.	19.85%		80.15%		
14: está de acuerdo con la tarifa del servicio AA.	84.64%		15.36%		
15: implementación de micromedición	83.52%		16.48%		
16: aumentaría la tarifa con micromedición.	62.55%		37.45%		

Fuente: los autores.

Partiendo de los resultados obtenidos, se identificó que la calidad, cobertura y continuidad del servicio son calificados entre malo y regular, donde se puede hacer un énfasis en la presión del agua, la cual es asumida por los entrevistados como el motivo por el cual dichos indicadores del servicio de acueducto se ven afectados. En términos del alcantarillado, se evidenció que las tapas, sumideros y las fuentes receptoras se encuentran en mal estado bajo la percepción de los entrevistados.

La población entrevistada afirmó que no ha presentado enfermedades gastrointestinales, lo cual permite inferir que el tratamiento del agua se realiza de forma correcta, pero presentan interrupciones en el servicio constantemente y tampoco tienen conocimiento del volumen de agua que consumen por la falta de micromedidores. A pesar de las problemáticas identificadas, se observó que la población no presenta PQRS ante la UAESPD y tampoco se ve incluida en esquemas de participación ciudadana. Finalmente, se evidenció una aceptación considerable para la implementación de micromedición a pesar de estar de acuerdo con las tarifas actuales y ser conscientes de que dichas tarifas podrían incrementarse con la instalación de micromedidores en sus hogares.

5.2.3 Componente Ambiental

Para este componente se presentarán los resultados de los estudios de calidad de agua de fuentes abastecedoras que fueron obtenidos por las visitas realizadas a CORPOCHIVOR con el fin de solicitar información concerniente a temas ambientales. La visita realizada al municipio y la información suministrada por la Autoridad Ambiental, permitieron construir la caracterización de las fuentes abastecedoras y receptoras de los sistemas de acueducto y alcantarillado del municipio.

5.2.3.1 Fuentes abastecedoras

El municipio de San Luis de Gaceno, actualmente cuenta con tres fuentes abastecedoras de su sistema de acueducto: Las quebradas Varsoviana, Agua Nueva y el nacimiento La Granja.

- **Caudales:** Las tres fuentes abastecedoras, presentaron caudales muy similares en los últimos años, lo cual se puede identificar en la tabla 5-10. Estas mediciones se realizan por medio de aforos a cargo de los fontaneros de la Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios, a raíz de las solicitudes concernientes por la Corporación Autónoma Regional de Chivor.

Tabla 5-10. Registro de caudales de fuentes abastecedoras.

FUENTE	MES/AÑO	CAUDAL (L/S)
Quebrada Varsoviana.	Marzo 2017	12,9
	Febrero 2018	23,5
	Marzo 2019	23,5
Quebrada Agua Nueva.	Marzo 2017	3,3
	Febrero 2018	3,8
	Marzo 2019	3,8
Nacimiento La Granja	Diciembre 2009	0,73
	Febrero 2018	6,4
	Marzo 2019	6,4

Fuente: CORPOCHIVOR [26].

- **Calidad del Agua:** Según el Decreto 1575 de 2007, la calidad del agua es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua. De igual forma se debe garantizar la protección y control de calidad por las personas prestadoras que suministren o distribuyan agua para consumo humano.

Para el caso de San Luis de Gaceno, la Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios, como persona prestadora del servicio (pp), se encarga de enviar anualmente a CORPOCHIVOR, muestras de agua de las fuentes abastecedoras del acueducto municipal. Esta Autoridad Ambiental se encarga de realizar análisis físicos, químicos y microbiológicos para determinar la calidad del agua. El resultado de los últimos análisis realizados por CORPOCHIVOR fueron los que se presentan en la Tabla 5-11.

Tabla 5-11. Resultados análisis de laboratorio de calidad del agua.

FUENTE		Q. La Varsoviana	Q. La Varsoviana	Q. Agua nueva	Q. Agua nueva	N. La Granja	N. La Granja
PARAMETRO	UNIDADES	feb-18	mar-19	feb-18	mar-19	feb-18	mar-19
FOSFORO DISUELTO	mg/l (PO ₄) ³⁺	0,90	0,95	0,21	0,14	0,12	0,24
O.D	mg/l O ₂	7,55	7,38	7,60	8,44	5,14	7,22
K	mS /cm	0,0893	0,0904	0,01047	0,00933	0,0364	0,0317
TURBIEDAD	NTU	4,06	1,34	4,04	0,40	1,12	0,24
pH	Un.	7,54	6,91	6,28	6,08	4,38	4,42
TEMPERATURA	°C	ND	ND	ND	ND	ND	ND
NITRATOS	mg/l NO ₃	0,1	1,2	0,0	0,6	0,6	1,0
NITRITOS	mg/l NO ₂	0,002	0,002	0,008	0,005	0,000	0,005
NITR. AMONIAICAL	mg/l NH ₃	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SULFATOS	mg/l (SO ₄) ²⁻	16	13	2	0	2	6
CLORUROS	mg/l Cl ⁻	1,6	3,0	1,6	1,0	1,0	1,0
HIERRO DISUELTO	mg/l Fe	0,22	0,23	0,18	0,04	0,04	0,07
COLOR	Un Pt-Co	34	8	42	33	2	6
DBO5	mg/l O ₂	<LC*	<LC*	<LC*	<LC*	<LC*	<LC*
DQO	mg/l O ₂	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ST	mg/l	48,8	49,8	10,31	5,14	20,1	17,86
SST	mg/l	<LC*	<LC*	4,6	<LC*	<LC*	<LC*
SD	mg/l	48,8	49,8	5,71	5,14	20,1	17,86
COLIF.TOT.	UFC/100cm ³	74	821	10	433	0	44
E. COLI	UFC/100cm ³	57	95	10	2	0	0
K(ICA)		1	1	1	1	1	1
ICA		100	95	100	98	93	97

Fuente: CORPOCHIVOR [27].

Según los resultados del análisis de laboratorio, los fosfatos superaron el valor máximo aceptable que es de 0,5 mg/L en forma de fosforo disuelto en la quebrada La Varsoviana. La turbiedad, en el año 2018 superó el valor máximo aceptable que es de 2 NTU en las quebradas La Varsoviana y Agua Nueva, al igual que el color aparente que presentó valores por encima del máximo aceptable de 15 UPC en La Varsoviana en 2018 y en Agua Nueva en 2018 y 2019. Finalmente, se evidenció la presencia de características microbiológicas, como E. Coli y Coliformes totales en todas las fuentes abastecedoras del acueducto. En términos generales, las fuentes abastecedoras presentan características de buena calidad del agua, siendo apta para consumo humano después del proceso de potabilización.

5.2.3.2 Fuentes Receptoras

Las fuentes receptoras del municipio son aquellas en las que se identificaron puntos de descarga de aguas residuales tanto domesticas como aguas lluvia. Estas fuentes son: Las quebradas El Toro y La Sardinata, y el caño La Porfía que atraviesa el casco urbano de forma subterránea. Las tres fuentes receptoras transportan sedimentos y contaminantes sin tratamiento hasta su desembocadura en el río Lengupá, principal fuente receptora de aguas residuales del municipio.

- **Objetivos de Calidad:** En la Resolución 471 de 2012 expedida por CORPOCHIVOR, como autoridad ambiental, se establecen los objetivos de calidad para las cuencas hidrográficas de su jurisdicción a corto, mediano y largo plazo.

Tabla 5-12. Objetivos de calidad subcuenca Río Lengupá.

OBJETIVOS DE CALIDAD					
SUBCUENCA	TRAMO	USO PREDOMINANTE ACTUAL	OBJETIVO DE CALIDAD		
			CORTO PLAZO 2014	MEDIANO PLAZO 2017	LARGO PLAZO 2022
RIO LENGUPÁ (sector medio)	Tramo la corriente principal de la subcuenca	Agricultura	Agrícola no restringido	Agrícola no restringido	Agrícola restringido-Recreativo contacto primario
		Pecuario			
		Industrial			
		Recreativo			
		Transporte y asimilación de aguas residuales			
PARAMETROS					
Oxígeno Disuelto (mg/L)			> 2.0	> 2.0	> 2.0
DBO ₅ (mg/L)			< 20	< 20	< 5.0
DQO (mg/L)			< 33.3	< 33.3	< 8.3
SST (mg/L)			< 2000	< 2000	< 1000
SDT (mg/L)			750 - 2000	750 - 2000	750 - 2000
pH (Unidades)			4.5 - 9	4.5 - 9	5 – 9
Temperatura (°C)			+ 2 – 3 °C	+ 2 – 3 °C.	+ 2 - 3 ° C
Coliformes Fecales (NMP/100 mL)			< 1000	< 1000	< 500
Coliformes totales (NMP/100 mL)			< 5000	< 5000	< 1000
Turbiedad (UNT)			40 - 150	40 - 150	40 - 150
Nitratos (mg/L N-NO ₃)			< 50	< 50	< 50
Sulfatos (mg/L SO ₄)			< 400	< 400	< 400
Cloruros (mg/L Cl ⁻)			< 600	< 600	< 600
Olores ofensivos			Ausentes	Ausentes	Ausentes

Fuente: CORPOCHIVOR [28].

Como objeto de estudio se seleccionó la subcuenca del río Lengupá, que es el principal afluente del municipio de San Luis de Gaceno, recolectando la totalidad de sus vertimientos por medio de las quebradas o tributarios que desembocan allí. En la Tabla 5-12, se presentan los objetivos de calidad de la cuenca media del río Lengupá, los cuales son extensivos a todas las fuentes hídricas afluentes a la corriente principal de las subcuencas.

Acorde a los criterios de calidad y los reportes de las estaciones de monitoreo de CORPOCHIVOR se realizará la evaluación del cumplimiento de estos objetivos, puesto que actualmente el río tiene usos predominantes que se ven afectados entre sí por la asimilación de vertimientos.

- **Puntos de Vertimientos:** los puntos de vertimientos plasmados en la ilustración 5-3, fueron identificados en la visita realizada al municipio, en donde se evidenció su actividad y cantidad. La Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios del municipio realizó un aforo volumétrico de los vertimientos en el año 2019, con el objetivo de identificar los caudales de cada uno de ellos.

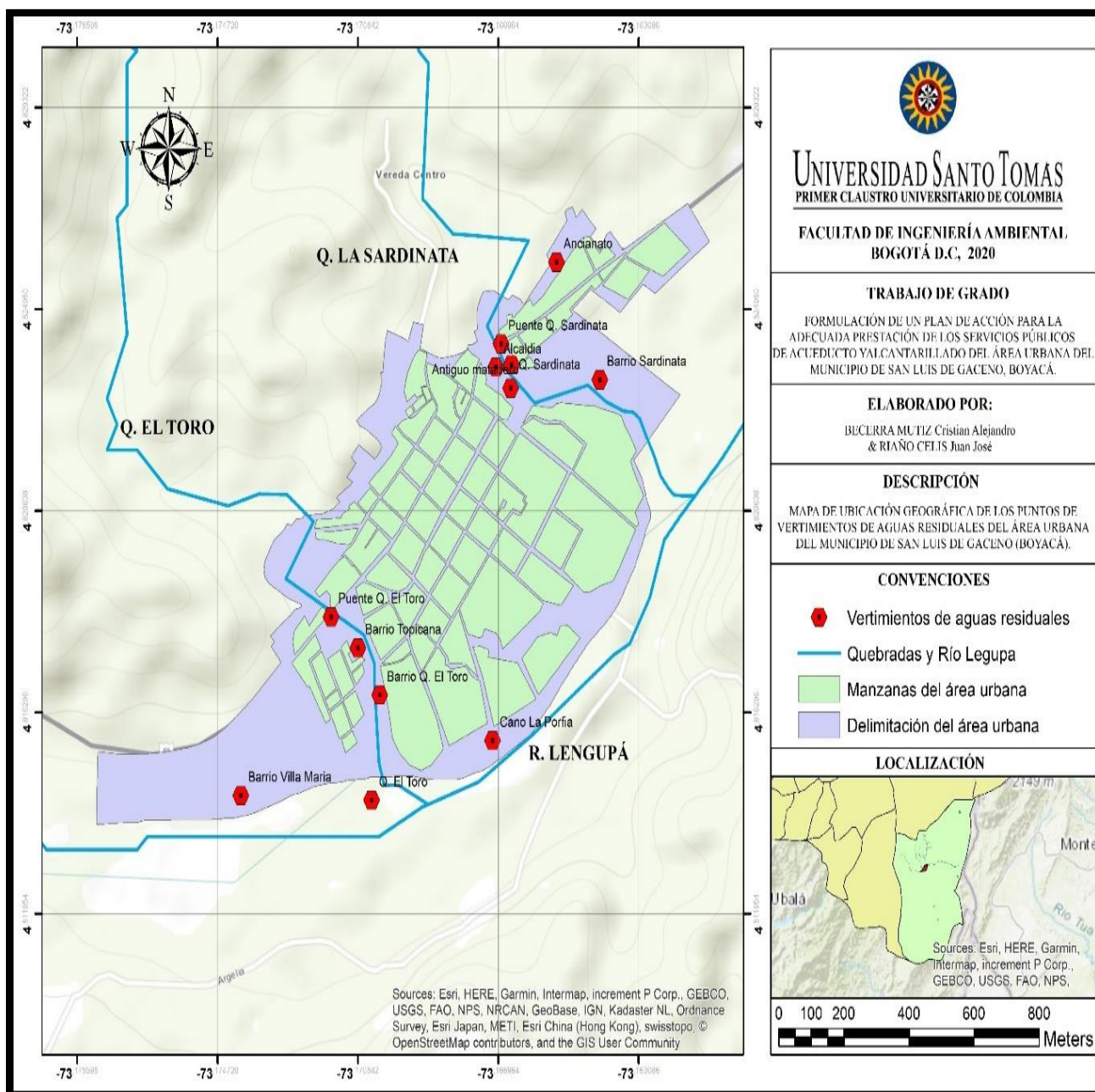
Se realizaron mediciones cada hora durante un día y se promedió el caudal, dando como resultado la información que se presenta en la Tabla 5-13. Por otro lado, los encargados de realizar este aforo testificaron un posible desperdicio de agua, debido a que en la mayoría de los puntos hubo momentos en los cuales la muestra de agua presentaba niveles muy bajos de contaminación.

Tabla 5-13. Caudales de puntos de vertimientos aforados año 2019.

PUNTO DE VERTIMIENTO	NOMBRE	CAUDAL PROMEDIO (L/S)	LUGAR DE VERTIMIENTO
Vertimiento No. 1	Antiguo matadero	1.51	Q. Sardinata
Vertimiento No. 2	Q. El Toro	0.41	Q. El Toro
Vertimiento No. 3	Caño La Porfía	0.03	Rio Lengupá
Vertimiento No. 4	Ancianato	0.04	Q. Sardinata
Vertimiento No. 5	Q. Sardinata	0.02	Q. Sardinata
Vertimiento No. 6	Alcaldía	0.64	Q. Sardinata
Vertimiento No. 7	Barrio Sardinata	0.1	Q. Sardinata
Vertimiento No. 8	Puente vehicular Q. Sardinata	0.05	Q. Sardinata
Vertimiento No. 9	Barrio Villa María	0.08	Rio Lengupá
Vertimiento No. 10	Puente vehicular Q. El Toro	1.35	Q. El Toro
Vertimiento No. 11	Barrio Tropicana	1.9	Q. El Toro
Vertimiento No. 12	Barrio Q. El Toro	0.44	Q. El Toro

Fuente: CORPOCHIVOR [29].

Ilustración 5-3. Ubicación geográfica de los puntos de vertimientos.



Fuente: los autores.

- **Resultados análisis de laboratorio de los vertimientos:** luego del aforo realizado se procedió a la toma de muestras para practicarles análisis de laboratorio físico-químico y microbiológico. Como objeto del presente estudio se seleccionaron los parámetros que se muestran en la Tabla 5-14, los cuales son las principales características de análisis generalizado.

Tabla 5-14. Resultados análisis de laboratorio de vertimientos.

Parámetro	Expresión	Res. 631 de 2015 Carga ≤ 625,0 kg/día DBO ₅	Valor obtenido por vertimiento			
			1	2	6	10
Oxígeno Disuelto	l/s	N.E.	0.86	<0.08	1.4	0.84
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /l	N.E.	192	<2.94	148	110
DQO (Total)	mg O ₂ /l	180	434	5506	406	233
DBO5 (Total)	mg O ₂ /l	90	209	4040	173	159
Solidos suspendidos totales	mg/l	90	148	540	123	62
Solidos volátiles	mg/l	N.E.	123	510	95	51
Solidos disueltos totales (SDT)	mg/l	N.E.	288	3745	330	216
Turbiedad	UNT	N.E.	90.3	814	74.1	25.2
Nitritos	mg NO ₂ /l	AyR	0.028	<0.018	0.022	0.024
Nitratos	mg NO ₃ /l	AyR	<0.35	<0.35	<0.35	<0.35
Orto fosfatos	mg P-PO ₄ /l	AyR	2.92	24.46	3.36	2.32
Grasas y aceites	mg/l	20	40	19	34	11
Fosforo total	mg P/l	AyR	4.56	7.12	4.51	3.1
Sulfatos	mg SO ₄ /l	N.E.	34,59	38.31	67.48	51.47
Coliformes Totales	UFC/100 ml	N.E.	8.00E+09	1.30E+07	2.90E+08	1.10E+08
Coliformes fecales	UFC/100 ml	N.E.	6.50E+09	1.00E+07	2.10E+08	8.00E+07

Fuente: autores, basados en informe de resultados ensayos de laboratorio [29].

El municipio de San Luis de Gaceno, presenta una carga contaminante en sus vertimientos de 255,3 kg de DBO₅/día, lo cual lo sitúa dentro de la clasificación de valores límites máximos permisibles de los vertimientos de Aguas Residuales Domésticas (ARD) y no Domésticas (ARnD) de cargas menores o iguales a 625,0 kg de DBO₅/día de la Resolución 631 de 2015 para prestadores del servicio público de alcantarillado, en donde se identifican los parámetros aplicables para dicha caracterización.

En la tabla 5-14, se evidenció que por la carga contaminante muchos de los parámetros No Especifican (N.E) su valor límite máximo permisible y en otros, el resultado está basado en el Análisis y Reporte (AyR) de las muestras que evalúen estos parámetros. De igual forma, según los resultados obtenidos, los vertimientos superan los límites máximos permisibles en todos los parámetros, debido a que no pasan por un sistema de tratamiento y son vertidos directamente a los cuerpos de agua superficiales, generando impactos ambientales como la afectación a la fauna y a la flora acuática e incremento en la demanda de oxígeno.

Finalmente, para el vertimiento número 2, se identificaron concentraciones de DBO₅, DQO y SDT que sobre pasan considerablemente los límites máximos permisibles. Teniendo en cuenta su caudal medio de 0,41 L/s, su baja carga orgánica medida en Coliformes respecto a los demás vertimientos y su ubicación geográfica, se puede inferir que en este punto se vierten aguas provenientes del lavado de piscinas, de fábricas de quesos y ARD del barrio Villa Zelandia en una menor proporción.

- **Tratamiento de Aguas Residuales:** a la fecha el municipio no cuenta con una planta de Tratamiento de Aguas Residuales, a pesar de que esta fue planteada con varias alternativas como: la implementación de esquemas de filtros percoladores, de humedales artificiales haciendo uso de técnicas de biofiltración y zanjón de oxidación para el tratamiento de lodos; esta nunca fue construida según se planteó dentro del PSMV.
- **Carga contaminante actual:** a partir de los datos reportados por la UAESP a CORPOCHIVOR, para la liquidación de la tasa retributiva, en la tabla 5-15, se reporta la carga contaminante para los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Solidos Suspendidos Totales (SST), generada por los vertimientos al río Lengupá por parte del área urbana del municipio, para el año 2019. También se menciona la meta de carga contaminante asignada por CORPOCHIVOR para el periodo 2015-2019, contenido en el acuerdo 021 de 2015, en el cual la UAESPD, no cumple con la meta asignada puesto que no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales

Tabla 5-15. Carga contaminante total generada área urbana del municipio en 2019.

Total carga contaminante generada por DBO ₅	Meta acuerdo 021 de 2015	Carga contaminante aplicable Res. 0631 de 2015	Total carga contaminante generada por SST	Meta acuerdo 021 de 2015
93208,11	6557,22	625,00	39863,66	11696,40
Kg de DBO ₅ al año	Kg de DBO ₅ al año	Kg de DBO ₅ al día	Kg de SST al año	Kg de SST al año

Fuente: Informe de cumplimiento PSMV CORPOCHIVOR [30].

▪ **Calidad de la fuente receptora**

El río Lengupá es la cuenca más importante de la zona, su cauce atraviesa la parte central del municipio de occidente a oriente, a su vez es la fuente receptora de las quebradas El Toro y La Sardinata, las cuales son receptoras de los vertimientos del área urbana del municipio de San Luis de Gaceno.

La calidad del agua es un factor importante en la dinámica de los ecosistemas en general, su análisis permite analizar las causas de diferentes problemáticas y a su vez dan una condición puntual del agua, por lo que se analizan mediante la aplicación de Índices de Calidad del Agua (ICA), los cuales son una combinación de diferentes parámetros físico químicos incorporados a una ecuación matemática para así obtener el grado de calidad de un determinado cuerpo hídrico. Los Índices de Contaminación (ICO), fueron desarrollados analizando una serie de correlaciones entre parámetros fisicoquímicos como: conductividad, pH, solidos suspendidos, oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), fosforo, coliformes totales y temperatura, los cuales dieron como resultado 4 índices complementarios e independientes de aplicación verificada, de acuerdo al contexto y dinámica de los cuerpos hídricos del país [31].

En tal sentido, para determinar la calidad del río Lengupá, se calcularon los índices de Contaminación, los cuales son: Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO), Índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS), Índice de contaminación por mineralización (ICOMI), e Índice de contaminación trófico (ICOTRO). Los datos de entrada de los índices serán tomados del muestreo en el río Lengupá aguas arriba y aguas debajo de los vertimientos del área urbana del municipio, realizado por la Empresa de Servicios Públicos de Boyacá (ESPB), y analizados por Analizar laboratorio fisicoquímico LTDA, acreditado por el IDEAM, mediante resolución 1633 de 2017.

Tabla 5-16. Caracterización río Lengupá aguas arriba.

DESCRIPCION	EXPRESIÓN	VALOR OBTENIDO
Alcalinidad	mg CaCO ₃ /L	53.88
Conductividad	μS/cm	319
pH	Unidades de pH	7.29
DQO Total	mg O ₂ /L	< 14.98
DBO ₅ Total *	mg O ₂ /L	3
DBO ₅ particulada *	mg O ₂ /L	<2
Dureza total *	mg CaCO ₃ /L	119
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg SST/L	249
Sólidos suspendidos volátiles (SSV)	mg SST/L	16
Sólidos disueltos totales	mg SST/L	151
Turbiedad	UNT	370
Nitrógeno Total	mg N/L	< 5.97
Nitrógeno orgánico total	mg N/L	< 5.97
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₃)	mg /L	1.34
Nitritos (N-NO ₂)	mg /L	< 0.018
Nitratos (N-NO ₃)	mg /L	< 0.35
Ortofosfatos	mg P/L	< 0.04
Grasas y Aceites (A)	mg AyG/L	< 7.13
Fósforo Total (A)	mg P/L	0.25
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg/L	39.74
Coliformes Totales	NMP/100 mL	1100
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	680
Coliformes Totales	UFC/100 mL	1300
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	700

Fuente: Empresa Departamental de Servicios Públicos De Boyacá S.A. E.S. P [13].

La cuenca del río Lengupá es una de las más importantes del departamento, dividiendo su gestión entre CORPOBOYACÁ y CORPOCHIVOR, su cauce principal atraviesa al menos 16 municipios, en donde, la mayoría vierten sus aguas residuales directamente al río o a través de sus tributarios, además del aporte de sólidos provocado por la descarga de la central hidroeléctrica El Chivor, finalmente desemboca en el río Upía. Tal como se mencionó en la Resolución 471 de 2012, se establecen los objetivos de calidad del río Lengupá, en donde según la tabla 5-16 el río presenta una recuperación luego de su paso por el municipio de Santa María, evidenciándose una baja concentración de coliformes totales, fecales y DBO₅, en conclusión, ese tramo del río cumple con los objetivos de calidad establecidos por CORPOCHIVOR.

Tabla 5-17. Caracterización río Lengupá aguas abajo.

DESCRIPCION	EXPRESIÓN	VALOR OBTENIDO
Alcalinidad	mg CaCO ₃ /L	19.20
Conductividad	μS/cm	137.6
pH	Unidades de pH	7.50
DQO Total	mg O ₂ /L	< 14.98
DBO5 Total *	mg O ₂ /L	2
DBO5 particulada *	mg O ₂ /L	< 2
Dureza total *	mg CaCO ₃ /L	61.6
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg SST/L	261
Sólidos suspendidos volátiles (SSV)	mg SST/L	< 11.51
Sólidos disueltos totales	mg SST/L	34
Turbiedad	UNT	198
Nitrógeno Total	mg N/L	< 5.97
Nitrógeno orgánico total	mg N/L	< 5.97
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₃)	mg /L	< 0.42
Nitritos (N-NO ₂)	mg /L	< 0.018
Nitratos (N-NO ₃)	mg /L	< 0.35
Ortofosfatos	mg P/L	< 0.04
Grasas y Aceites (A)	mg AyG/L	< 7.13
Fósforo Total (A)	mg P/L	0.21
Sulfatos (SO ₄ 2-)	mg/L	14.40
Coliformes Totales	NMP/100 mL	54000
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	22000
Coliformes Totales	UFC/100 mL	48000
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	18000

Fuente: Empresa Departamental de Servicios Públicos De Boyacá S.A. E.S. P [13].

El punto de muestreo del río Lengupá aguas abajo, se ubica varios kilómetros después de los vertimientos del caño la porfía y las quebradas El Toro y Sardinata correspondientes al área urbana del municipio de San Luis de Gaceno, como se evidencia en la tabla 5-17, el río Lengupá presenta un incremento en las concentraciones de Coliformes totales los cuales pasan de ser por el orden de 1100 NMP/100 mL, llegando a un valor de 54000 NMP/ 100 mL, de ese mismo modo se comportan las concentraciones de coliformes fecales que llegan hasta los 22000 NMP/ mL. Lo anterior se debe a que el área urbana del municipio no cuenta con PTAR, al igual que la mayoría de municipios aledaños, además de representar un riesgo para la salud humana ya que, a lo largo del cauce del río se realizan actividades de turismo y pesca artesanal, en donde es probable el contacto de la población con las aguas del río Lengupa. Por último, este tramo del río no está dando cumplimiento a los objetivos de calidad establecidos por CORPOCHIVOR.

▪ Índices de Contaminación

– Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO)

Este índice relaciona las concentraciones de la demanda bioquímica de oxígeno, coliformes totales y el porcentaje de saturación de oxígeno las cuales, en conjunto, recogen efectos distintos de la contaminación orgánica. Su fórmula es la siguiente:

Fórmula 5-2. Índice ICOMO.

$$ICOMO = \frac{1}{3} (I_{DBO} + I_{Coliformes\ totales} + I_{Oxigeno\ \%})$$

Fuente: Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales [31].

– Índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS)

Este índice tiene en cuenta la concentración de sólidos suspendidos totales, los cuales tienen efecto sobre los ecosistemas acuáticos en cuanto a procesos como la fotosíntesis. Su fórmula es la siguiente:

Fórmula 5-3. Índice ICOSUS.

$$ICOSUS = -0.02 + 0.003 \text{ Sólidos suspendidos (g.m}^{-3}\text{)}$$

Fuente: Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales [31].

– Índice de contaminación por mineralización (ICOMI)

Este índice relaciona las concentraciones de conductividad, la cual nos proporciona información acerca de la productividad primaria y descomposición de la materia orgánica, la dureza y alcalinidad. Su fórmula es la siguiente:

Fórmula 5-4. Índice ICOMI.

$$ICOMI = \frac{1}{3} (I_{Conductividad} + I_{Dureza} + I_{Alcalinidad})$$

Fuente: Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales [31].

– Índice de contaminación trófico (ICOTRO)

Este índice tiene en cuenta la concentración de fósforo total, indicando el grado de eutrofización de un cuerpo hídrico, a causa de procesos de oxidación aerobia presente en la formación de biomasa. A diferencia de los anteriores, su valor se define de acuerdo a la siguiente categoría:

Tabla 5-18. Clasificación del índice ICOTRO.

ESTADO	RANGO	UNIDAD
Oligotrófico	< 0.01	mg/L
Mesotrófico	0.01 – 0.02	mg/L
Eutrófico	0.02 – 1	mg/L
Hipertrófico	> 1	mg/L

Fuente: Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales [31].

El nivel de contaminación de una fuente hídrica, es determinado mediante la asignación de valores de contaminación entre cero y uno a la escala de las variables mostradas anteriormente, de acuerdo con el resultado de cada subíndice. La clasificación de los ICO, se evidencia en la tabla 5-19.

Tabla 5-19. Calificación del grado de contaminación ICO.

ICO	CONTAMINACIÓN	CARACTERIZACIÓN	ESCALA DE COLOR
0 – 0.2	Ninguna	Aguas puras y quizás con aportes biogénicos	
> 0.2 – 0.4	Baja	Con leve incidencia antrópica	
> 0.4 – 0.6	Media	Notable actividad antrópica	
> 0.6 – 0.8	Alta	Incidencia importante de la industria del petróleo	
> 0.8 - 1	Muy Alta	Áreas muy contaminadas por hidrocarburos petrogénicos	

Fuente: Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales [31].

Los resultados del cálculo de los Índices de contaminación, fueron realizados mediante el software ICATest versión 1.0, creado por el profesor Nelson Josué Fernández Parada, Biólogo Marino de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, el cual aplica de forma automática las fórmulas mencionadas anteriormente. Los ICO se evidencian en la tabla 5-20.

Tabla 5-20. Índices de contaminación río Lengupá.

INDICES DE CONTAMINACIÓN RIO LENGUPÁ				
Muestreo	ICOMO	ICOSUS	ICOMI	ICOTRO
Aguas arriba punto de vertimientos	0.163	0.727	0.541	0.25 Eutrófico
Aguas abajo punto de vertimientos	0.41	0.763	0.072	0.21 Eutrófico

Fuente: los autores.

Los resultados de la anterior tabla, evidencian el grado de contaminación del río Lengupá, de acuerdo al muestreo fisicoquímico y microbiológico realizado aguas arriba de los vertimientos de las quebradas El Toro y Sardinata y aguas debajo de los vertimientos de las mencionadas fuentes. El grado de contaminación por materia orgánica, evidenciado en el ICOMO, muestra que aguas arriba de los vertimientos se presentan bajas concentraciones de DBO_5 y coliformes totales y por ende un alto valor de oxígeno en el agua por lo que se pueden desarrollar con normalidad los procesos de degradación de la materia orgánica y fotosíntesis realizados por vegetación acuática y microorganismos, pero el río una vez recibe los vertimientos de agua residual doméstica provenientes del caño la porfía y las quebradas El Toro y Sardinata, presenta una contaminación media, debido al incremento en las concentraciones de coliformes totales y un bajo porcentaje de saturación de oxígeno presente en el agua, lo cual se puede explicar por las características del agua residual, que debido a malas prácticas domésticas como: la inadecuada disposición de aceites y lubricantes y el lavado de piscinas y vehículos, ocasionando altas concentraciones de materia orgánica, agentes tensoactivos, grasas y aceites, que tienen un efecto ambiental negativo sobre los cuerpos hídricos.

El grado de contaminación por sólidos suspendidos, evidenciado en el ICOSUS, muestra que para los dos puntos se tiene un alto grado de contaminación debido principalmente a la operación de la Central Hidroeléctrica de Chivor, la cual descarga las aguas una vez turbinadas al río Lengupá, generando un gran aporte de sedimentos, en donde se pueden evidenciar a lo largo del río la presencia de bancos de arena, además de propiciar fenómenos erosivos a lo largo de la cuenca.

El grado de contaminación por mineralización, evidenciado en el ICOMI, muestra que aguas arriba presenta una contaminación alta posiblemente debido a un aumento en la alcalinidad y dureza ocasionada por las condiciones naturales del medio, posteriormente aguas debajo de los vertimientos estos parámetros disminuyen sus concentraciones debido a las características del agua residual doméstica. Finalmente, las aguas del río Lengupá se encuentran en un grado de eutrofización alto debido al proceso de descomposición de la materia orgánica que aporta nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, lo cual propicia la proliferación excesiva de plantas acuáticas, microalgas y cianobacterias, que provocan una limitación en los procesos de producción primaria.

5.2.3.3 Mínimos ambientales

Los mínimos ambientales hacen referencia a lo estipulado en el artículo 22 de la Ley 142 de 1994, el cual menciona que “Las empresas de servicios públicos debidamente constituidas y organizadas no requieren permiso para desarrollar su objeto social, pero para poder operar deberán obtener de las autoridades competentes según sea el caso”, tales como las concesiones, permisos y licencias de índole ambiental y sanitario que sean necesarios de acuerdo a sus actividades.

Los mínimos ambientales aplicables a la Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios – UAESPD son los siguientes:

▪ Concesión de Aguas Superficiales:

El municipio en el año 2009, solicitó ante la CORPOCHIVOR, concesión de aguas superficiales a derivar de las fuentes de uso público denominadas Quebrada Varsoviana, Quebrada Agua Nueva y Nacimiento La Granja, en beneficio de 899 familias, con destino a uso doméstico. El cinco (5) de febrero de 2010 fue aprobada la concesión, mediante la resolución 082 de 2010 otorgada por CORPOCHIVOR, otorgando un caudal total de 9.36 l/s, distribuidos en las 3 fuentes así: Q. Varsoviana (2.5 l/s), Q. Agua Nueva (5.5 l/s) y el Nacimiento La Granja (1.36 l/s), contando con una vigencia de 10 años a partir de la ejecutoria de la resolución.

El nuevo sistema de acueducto fue un proyecto que se estuvo desarrollando entre los años 2013 a 2015. Tenía el objetivo de optimizar el acueducto del área urbana del municipio, haciendo uso de la quebrada El Toro como fuente de abastecimiento, una nueva planta de tratamiento de agua potable y un mejoramiento de las redes de aducción y conducción.

La Corporación Autónoma Regional de Chivor, otorgó la concesión de aguas por medio de la Resolución 0271 del 08 de mayo de 2014, a solicitud de la Alcaldía Municipal. Dicha concesión fue aprobada por 11,33 l/s a derivar de la fuente de uso público denominada Quebrada El Toro, para satisfacer las necesidades de uso doméstico de los usuarios del área urbana del municipio.

En el año 2015, CORPOCHIVOR suspendió durante 22 meses dicha concesión de aguas mediante la Resolución 720 del 27 de noviembre de 2015, debido a que nunca se construyó la obra de captación, ni se tramitó el permiso de ocupación de cauce. Por ende, no se derivó el recurso hasta la fecha de la visita realizada por la Corporación.

Actualmente el área urbana del municipio se encuentra haciendo uso del sistema de acueducto existente, teniendo como fuentes abastecedoras las mencionadas en la resolución 082 de 2010, la cual no se encuentra vigente. Sin embargo, el municipio se está adelantando el proceso de renovación de la concesión ante CORPOCHIVOR.

▪ **Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua – PUEAA:**

Fue aprobado por CORPOCHIVOR mediante la Resolución 842 del 15 de diciembre de 2011, para la Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios que presta el servicio de acueducto para el municipio de San Luis de Gaceno. Este tiene como objetivo principal dar solución a las problemáticas presentadas en las microcuencas tanto de captación como de vertimiento de residuos líquidos, cuerpos agua y en la distribución de agua potable por el sistema de acueducto municipal mediante la implementación de proyectos y actividades que propicien el desarrollo económico de la región sin que implique deterioro del entorno ambiental y que por el contrario aumenten su economía productiva encaminado a acciones que promuevan un desarrollo sostenible.

El PUEAA formuló los siguientes programas y proyectos dentro del quinquenio 2010 – 2014 [32].

1. Programa de reducción de pérdidas. Optimización de redes y sistemas de macro y micromedición.

- 1.1. Reducción de pérdidas. Optimización de redes de aducción.
- 1.2. Optimización de la planta de tratamiento.
- 1.3. Micro medición.
- 1.4. Macro medición.
- 1.5. Infraestructura de captación.
- 1.6. Infraestructura de conducción.
- 1.7. Infraestructura de distribución.

2. Programa de campañas educativas a los usuarios

- 2.1. Uso racional del agua.
- 2.2. Sensibilización del uso del agua.

3. Programa de protección de zonas de manejo especial

- 3.1. Protección de áreas de interés hídrico y de recarga.
- 3.2. Compra de terrenos de interés hídrico y de recarga.

4. Programa de fortalecimiento institucional

- 4.1. Implementación del programa de fortalecimiento empresarial de la unidad administrativa especial de servicios públicos domiciliarios de San Luis de Gaceno.

La ejecución de los mencionados programas y proyectos para el periodo 2010 – 2014 tuvo un valor de 801'000.000 de pesos [32]. En la actualidad se encuentra en formulación por parte de la UAESPD, una actualización del PUEAA, de acuerdo a lo solicitado en los informes de seguimiento realizados por CORPOCHIVOR.

▪ Plan de Saneamiento y Manejo del Vertimiento

Por un periodo comprendido entre los años 2008 y 2017, se tramitó el plan de saneamiento y manejo de vertimientos – PSMV con la Corporación Autónoma Regional de Chivor, basado en la normativa relacionada al manejo del agua y de vertimientos y para dar cumplimiento a la misma, el municipio de San Luis de Gaceno, en busca de la optimización del servicio de alcantarillado como estrategia de protección a la comunidad y al medio ambiente, presentó el PSMV 2008-2017 ante la Corporación para su evaluación, aprobación, seguimiento y demás fines pertinentes.

El PSMV se compone por cuatro programas, los cuales fueron: la optimización del servicio de alcantarillado, expansión e inicio de líneas de descontaminación y saneamiento, saneamiento de vertimiento y eficiencia institucional y de planificación. Cada uno de ellos fueron planteados con una finalidad, un objetivo y un presupuesto determinado y serían desarrollados por medio de un total de veintidós (22) proyectos.

Finalmente, el primero de diciembre de 2009 CORPOCHIVOR expidió la Resolución 955 de 2009, por medio de la cual se aprueba el Plan de Saneamiento y Manejo del Vertimiento – PSMV, para el casco urbano del municipio. Con una vigencia de 10 años contados a partir de esa fecha. En la actualidad se encuentra en formulación por parte de la UAESPD y con la asistencia técnica del PDA de Boyacá con la Empresa Departamental de Servicios Públicos de Boyacá (ESPB) como gestor, una actualización del PSMV, en donde se pretenden dar soluciones para al saneamiento básico de los vertimientos generados por el área urbana del municipio.

5.2.4 Componente de Infraestructura

Este componente se desarrolla a partir de la información recopilada en la visita a la infraestructura que compone los sistemas de acueducto y alcantarillado. Se realizó un inventario de la infraestructura existente de los sistemas de acueducto y alcantarillado del municipio de San Luis de Gaceno.

En el **Anexo B**, se evidencia el inventario de infraestructura que se inició con el Sistema de Acueducto, mediante la visita a las bocatomas que abastecen a este sistema, identificando sus características de forma, ubicación, entorno natural y estado de deterioro; se observó el estado de la red de aducción junto con el material de las tuberías y accesorios que la componen. Posterior a este se identificó la ubicación del desarenador y los macro medidores al ingreso de la planta de tratamiento de agua potable. La planta de tratamiento de tipo convencional también fue objeto de estudio donde se observaron todos sus componentes y aditivos químicos. Finalmente se identificó la red de distribución de agua potable, la cual no cuenta con micro medición.

Con el sistema de alcantarillado se obtuvo información sobre el catastro de redes de tubería identificando diámetros, materiales y longitudes de la misma. Se visitaron los colectores, sumideros y alcantarillas que se sitúan en el municipio, al igual que una visita a los múltiples puntos de vertimiento situados en las quebradas el Toro, Sardinata y el río Lengupá, donde se observó la afectación que representan para estos cuerpos de agua. Finalmente, el sistema de alcantarillado no presenta tratamiento de aguas residuales domésticas.

5.2.5 Componente de gestión del riesgo

El diagnóstico de este componente, está enfocado en conocer los instrumentos vigentes contemplados por la UASPD, para la gestión del riesgo de desastres en la prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado, para lo cual se analizó el contenido del Plan de Emergencia y Contingencia (PEC), en aspectos como: histórico de amenazas, identificación de amenazas, evaluación de la vulnerabilidad e identificación del riesgo. Además, se revisó si instrumentos como: El Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD) y la Estrategia Municipal de Respuesta a Emergencias (EMRE), están en línea con el PEC, formulado por la UAESPD.

Por otra parte, se contrastó la información recolectada con los mapas de susceptibilidad a amenazas naturales, obtenidos mediante los estudios de riesgos realizados por CORPOCHIVOR de acuerdo al convenio interadministrativo N° 07 de 2011.

5.2.5.1 Histórico de amenazas

Es de suma importancia el análisis de los registros históricos, los cuales de forma aproximada, evidencian la historia y las tendencias de los eventos que han afectado al municipio de San Luis de Gaceno, por lo cual se consultó la base de datos del Sistema de inventario de efectos de desastres (DESINVENTAR), en un periodo de tiempo que va desde el año 1980 hasta el mes de marzo del año 2020, identificando amenazas como: inundación, incendios forestales, avenidas torrenciales y fenómenos de remoción en masa. A su vez se consultó el PEC en relación al histórico de amenazas en los sistemas de acueducto y alcantarillado.

▪ Incendios forestales

En el periodo de tiempo comprendido entre 1980 – 2020, no se han presentado eventos de gran magnitud que requieran reporte al UNGRD, para este fenómeno no se reportan personas ni viviendas afectadas, sin embargo, se resaltan los incendios provocados en la preparación de suelos para la agricultura con el procedimiento de tumba y quema en donde se afectan especies de pastos, musgos, vegetación nativa y de paramo, arbustos, pastizales, pinos, bosques plantados y bosques nativos densos, estos último ubicados en la parte alta del municipio. En relación a la amenaza por incendios forestales no se vieron afectados los sistemas de acueducto y alcantarillado del municipio.

▪ Sismos

El historial de sismos, en el municipio se consultó de acuerdo a lo registrado en la red sismológica nacional, en un periodo de tiempo desde el año 1983 hasta el año 2020, contando en total con 61 sismos de los cuales 54 de ellos tienen una magnitud que varía entre 1.3 y 2.7 en la escala de Richter, 6 sismos varían entre 3.0 y 3.3 en la escala de Richter. Se destaca el evento ocurrido el día 9/01/1995, en la que un fuerte sismo de magnitud 6.5 en la escala de Richter, afectando al municipio, especialmente a la vereda Arrayanes, en la tabla 5-21, se evidencia mayor detalle. En relación a la amenaza por sismos, no se vieron afectados los sistemas de acueducto y alcantarillado del municipio [33].

Tabla 5-21. Sismicidad histórica San Luis de Gaceno.

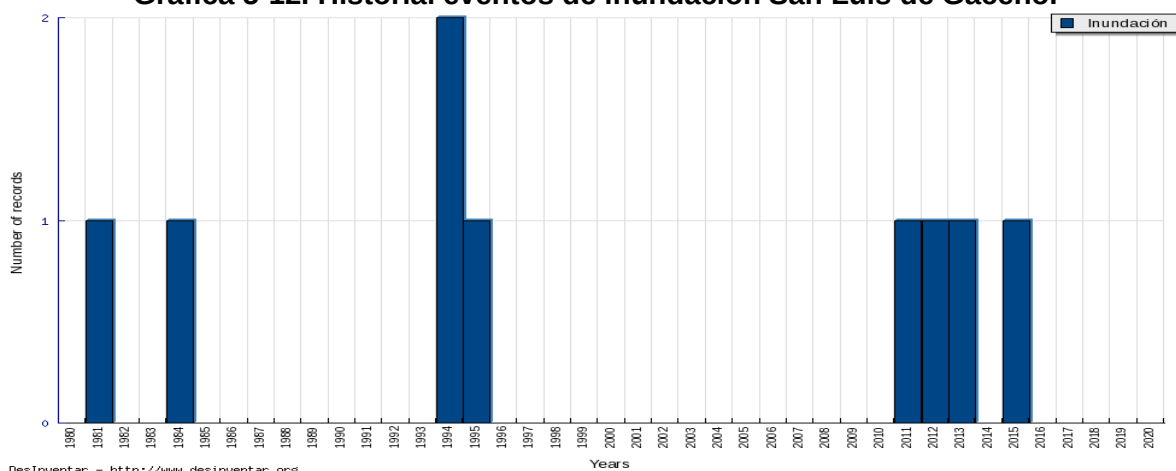
FECHA	HORA_UTC	LATITUD (grados)	LONGITUD (grados)	PROFUNDIDAD (Km)	MAGNITUD MI	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	# FASES	RMS (Seg)	GAP (grados)	ERROR LATITUD (Km)	ERROR LONGITUD (Km)	ERROR PROFUNDIDAD (Km)	ESTADO
1993-06-22	05:11:25	4.912	-73.158	0.0	3.0	BOYACA	SAN_LUIS_DE_GACENO	7	1.50	217	30.1	37.6	42.9	Revisado
1995-01-09	10:05:36	4.912	-73.158	0.0	6.5	BOYACA	SAN_LUIS_DE_GACENO	7	1.50	217	30.1	37.6	42.9	Revisado
1998-04-15	09:51:51	4.779	-73.127	21.8	3.1	BOYACA	SAN_LUIS_DE_GACENO	7	0.30	236	7.8	10.7	9.5	Revisado
2001-03-10	20:30:57	4.741	-73.259	0.3	3.3	BOYACA	SAN_LUIS_DE_GACENO	5	0.50	161	5.5	6.4	17.9	Revisado
2002-12-03	14:29:06	4.806	-73.089	12.9	3.1	BOYACA	SAN_LUIS_DE_GACENO	8	1.10	168	8.8	9.5	16.4	Revisado
2010-01-27	22:43:54	4.728	-73.260	0.0	3.3	BOYACA	SAN_LUIS_DE_GACENO	9	0.50	218	9.6	12.5	12.0	Revisado
2011-12-17	16:25:06	4.780	-73.132	0.2	3.1	BOYACA	SAN_LUIS_DE_GACENO	8	0.40	246	13.8	14.1	13.6	Revisado

Fuente: Servicio Geológico Colombiano - SGC [33].

▪ Inundación

En el periodo de tiempo comprendido entre 1980 – 2020, se han presentado un total de 9 casos de fenómenos de inundación como se evidencia en la gráfica 5-12, debido al aumento de las precipitaciones, ocasionando desbordamientos o aumento de caudales de los ríos Lengupá y Upía. El balance general nos indica un total de 100510 personas afectadas y 102 viviendas afectadas, se destacan eventos como la ocurrencia de una fuerte creciente sin antecedentes en el río Lengupá a causa del agua turbinada de la Central hidroeléctrica de Chivor, el día 26/07/1984. Otro evento destacado fue la afectación de la vía San Luis de Gaceno - Santa María, incluyendo su red de acueducto, debido a las fuertes precipitaciones, el día 21/04/2012 [34].

Gráfica 5-12. Historial eventos de inundación San Luis de Gaceno.



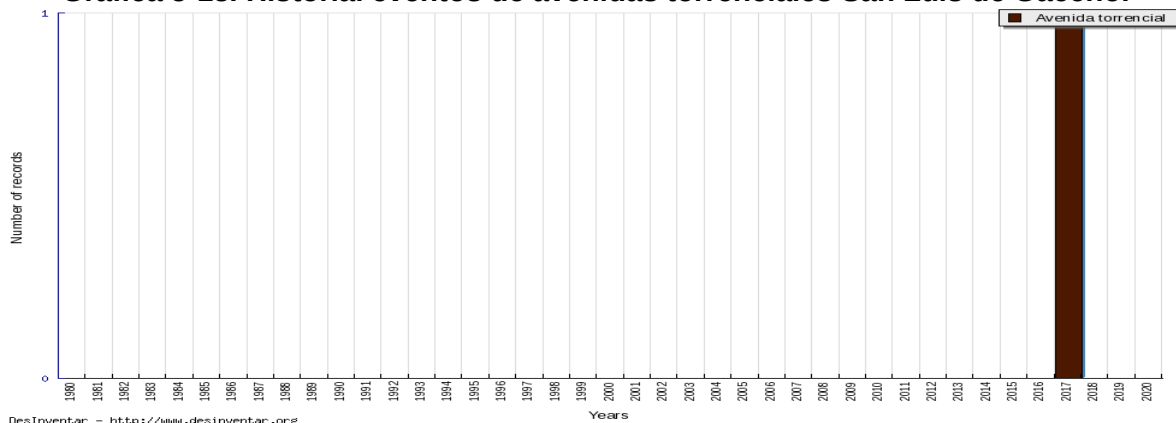
Fuente: DESINVENTAR [34].

En relación a la amenaza por inundación, el sistema de alcantarillado es el principal afectado debido a la ocurrencia 8 eventos desde el año 2012 al 2018, relacionados con el rebose de las aguas residuales, a causa de las altas precipitaciones, desbordando la capacidad de la tubería, ocasionando rebose e inundaciones, en las vías del área urbana del municipio. Por otra parte, un evento ocurrió a causa del caño la Porfía, en donde una vivienda resultó inundada por el rebose de este, dado que gran parte del caño se encuentra canalizado subterráneamente atravesando varias viviendas a su paso, hasta llegar a su desembocadura en el Río Lengupá [15].

▪ Avenidas torrenciales

En el periodo de tiempo comprendido entre 1980 – 2020, se ha presentado únicamente un caso de eventos de avenidas torrenciales, como se evidencia en la gráfica 5-13, ocurrido el día 15/06/2017, sin reporte de personas ni viviendas afectadas, ocasionado por la creciente súbita del río Upía, siendo este fenómeno no muy común a lo largo de la historia del municipio.

Gráfica 5-13. Historial eventos de avenidas torrenciales San Luis de Gaceno.



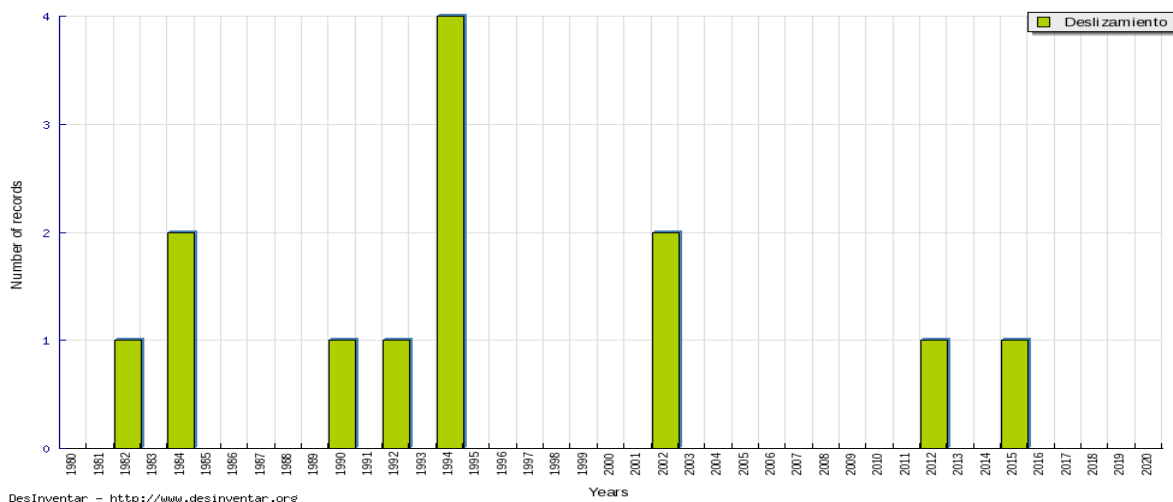
Fuente: DESINVENTAR [34].

En relación a la amenaza por avenida torrencial en los sistemas de acueducto y alcantarillado, se puede establecer una relación en cuanto al arrastre de material como sedimentos, hojarasca, arenas y lodos, presentado en épocas de invierno desde el año 2012 al 2018, afectando las bocatomas Agua Nueva y La varsoviana, a su vez que la red de conducción del acueducto.

▪ Remoción en masa

En el periodo de tiempo comprendido entre 1980 – 2020, se han presentado un total de 13 casos de fenómenos de remoción en masa como se evidencia en la gráfica 5-14, debido a épocas de ola invernal y cambios climáticos que producen los agentes detonantes que activan estos fenómenos que desestabilizan los taludes y laderas. El balance general nos indica un total de 396 personas afectadas, 25 viviendas afectadas y 29 viviendas destruidas, se destaca el evento ocurrido el día 21/04/2012, en donde una avalancha de lodo, piedra y rocas, de origen carbonífero producidas por derrumbes en la finca del señor Miguel Gómez, afectando viviendas y cultivos cercanos en la vereda el Carmen [34].

Gráfica 5-14. Historial eventos de remoción en masa San Luis de Gaceno.



Fuente: DESINVENTAR [34].

En relación a la amenaza por remoción en masa en los sistemas de acueducto se tiene registro de 8 eventos desde el año 2012 al 2018, ocasionando colapso de bocatomas, daños en tuberías y estructuras de pasos elevados presentes a lo largo de las líneas de aducción y conducción

5.2.5.2 Identificación del riesgo

La gestión del riesgo de desastres, obedece a los principios orientadores contenidos en la Ley 1523 de 2012, en donde se debe realizar un reconocimiento de los factores de amenaza y vulnerabilidad frente a eventos de origen natural, socio-natural y antrópico. Los riesgos

en los sistemas de acueducto y alcantarillado se presentan en primer lugar sobre el proceso de prestación de los servicios públicos domiciliarios, puesto que los diferentes componentes del sistema están en constante interacción con el medio, por lo que ante la ocurrencia de eventos de origen natural, siconatural (sequía, inundaciones, avenidas torrenciales, fenómenos de remoción en masa, desertificación e incendios de cobertura) y antrópico (contaminación, acciones violentas, interrupción del fluido eléctrico), por lo cual la ocurrencia de alguno de los anteriores puede afectar las fuentes abastecedoras, la infraestructura operativa y administrativa, generando así impactos negativos y pérdidas económicas para la administración local

En segundo lugar, se debe identificar y analizar los riesgos generados por efecto de la prestación de los servicios públicos domiciliarios sobre la sociedad, entre los cuales se encuentran fallas en los procesos de operación que generen contaminación de fuentes hídricas, enfermedades de transmisión hídrica, desestabilización de terrenos o aquellos que se deriven de la atención de una situación de emergencia.

▪ **Identificación de amenazas**

La topografía del municipio de San Luis de Gaceno se caracteriza por ser quebrada, ligeramente montañosa e irrigada por un gran número de quebradas y ríos que descienden de la cordillera oriental. Presenta gran vulnerabilidad a eventos de origen natural (sismos), siconatural (sequía, inundaciones, avenidas torrenciales, fenómenos de remoción en masa, desertificación e incendios de cobertura) y antrópico (contaminación, acciones violentas, interrupción del fluido eléctrico). La clasificación de las amenazas se realizó teniendo en cuenta los eventos históricos sobre los sistemas de acueducto y alcantarillado y aplicando los siguientes criterios:

– Frecuencia

Tabla 5-22. Calificación de la frecuencia de ocurrencia de un evento.

EVENTO	COMPORTAMIENTO	COLOR
0	No aplica	
1	Históricamente no se ha presentado un evento amenazante sobre el componente estructural.	
2	Si el evento amenazante se ha presentado en los últimos 25 años sobre el componente estructural.	
3	Si el evento amenazante se ha presentado cada 5 años sobre el componente estructural.	
4	Si se ha presentado por lo menos 1 vez al año un evento amenazante sobre el componente estructural.	

Fuente: Plan de Emergencia y Contingencia UAESPD, [15].

En la tabla 5-23, se presenta la frecuencia de ocurrencia de amenazas de origen natural, socio-natural y antrópico sobre los componentes de los sistemas de acueducto y alcantarillado.

Tabla 5-23. Frecuencia de ocurrencia de amenazas.

COMPONENTE	AMENAZA									
	Sismos	Remoción en masa	Vendaval	Sequias	Inundaciones	Avenidas torrenciales	Incendio forestal	Descarga eléctrica	Contaminación	Desabastecimiento de energía
ACUEDUCTO										
Cuenca hidrográfica	2	2	1	2	1	2	1	1	1	1
Captación # 1. La escalera	2	3	1	1	1	2	1	1	1	1
Captación # 2. Agua Nueva	2	2	1	2	1	2	1	1	1	1
Captación # 3. La Varsoviana	2	2	1	2	1	2	1	1	1	1
Captación # 4. Nacimiento La Granja	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Aducción (captaciones – desarenador)	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
PTAP	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tanque de almacenamiento	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Conducción (PTAP – Red de distribución)	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1
Red de distribución	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ALCANTARILLADO										
Redes de recolección	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
Sumideros	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
Pozos de inspección	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
Transporte (Interceptores finales)	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
Infraestructura de disposición final	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1

Fuente: Plan de Emergencia y Contingencia UAESPD, [15].

De acuerdo a lo evidenciado en tabla 5-23, todos los componentes de los sistemas de acueducto y alcantarillado presentan probabilidad de ocurrencia frente a la ocurrencia de sismos, debido a que el sistema de acueducto se encuentra ubicado en la vereda el Cairo por lo que la amenaza es moderada de acuerdo al mapa de susceptibilidad por fenómenos sísmicos el cual se evidencia en la ilustración D-2.

En lo relacionado con los incendios forestales, según el mapa de susceptibilidad (ilustración D-1), la vereda el Cairo en donde se encuentra el sistema de tratamiento presenta una amenaza de moderada a alta, pero presenta una frecuencia de ocurrencia baja debido a que este fenómeno históricamente no se ha presentado sobre ningún componente del sistema.

Por su parte en el sistema de captación, las bocatomas uno, dos y tres, presentan probabilidad frente a eventos de avenidas torrenciales y sequias, de acuerdo con el mapa de susceptibilidad (ilustración D-4), presenta una amenaza alta para este tipo de fenómenos, debido a la pendiente del terreno y a la susceptibilidad del mismo a la erosión.

En cuanto a fenómenos de remoción en masa todas las bocatomas se encuentran en un nivel muy alto por amenaza de este tipo de fenómenos, de acuerdo al mapa de susceptibilidad (ilustración D-5), especialmente la bocatoma ubicada en la quebrada La Escalera presenta una mayor probabilidad de ocurrencia frente a este tipo de eventos puesto que, según registros históricos, han afectado la tubería de la línea de aducción. Finalmente, la red de distribución presenta una mayor probabilidad de ocurrencia frente a fenómenos de remoción en masa, debido al paso de la tubería por 3 pasos elevados ubicados sobre depresiones del terreno y a los hallazgos de erosión que dejan al descubierto tramos de tubería enterrada.

Para el caso de eventos de inundaciones, todos los componentes del sistema de alcantarillado presentan probabilidad de ocurrencia frente a este tipo de eventos, de acuerdo al mapa de susceptibilidad (ilustración D-3), debido a la canalización del caño la Porfía, el cual atraviesa de manera subterránea toda el área urbana del municipio, además de la influencia de las quebradas El Toro y Sardinata y el río Lengupá.

▪ Evaluación de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad se considera como la susceptibilidad o predisposición que presentan los diferentes componentes de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, frente a las amenazas que los afectan y su capacidad de sobreponerse al impacto de un evento peligroso².

El análisis de la vulnerabilidad se realizó para cada tipo de amenaza y por componentes, puesto que no presentan igual predisposición a todos los tipos de amenaza. El análisis por parte de la UAESPD, consistió en evaluar el nivel de exposición de los sistemas (N), la identificación de daños (D) y los efectos ocasionados (Ef). En la tabla 5-24, se muestra la exposición ante las diferentes amenazas, especificando la vulnerabilidad a los diferentes fenómenos por cada componente del sistema.

Tabla 5-24. Nivel de exposición del sistema a la vulnerabilidad.

COMPONENTE	AMENAZA									
	Sismos	Remoción en masa	Vendaval	Sequias	Inundaciones	Avenidas torrenciales	Incendio forestal	Descarga eléctrica	Contaminación	Desabastecimiento de energía
ACUEDUCTO										
Cuenca hidrográfica	X	X		X			X			
Captación # 1. La escalera	X	X		X		X				
Captación # 2. Agua Nueva	X	X		X		X				
Captación # 3. La Varsoviana	X	X		X		X				

² Ley 1523 de 2012, art 4

Captación # 4. Nacimiento La Granja	X	X		X					X	
Aducción (captaciones – desarenador)	X	X					X			
PTAP	X								X	
Tanque de almacenamiento	X									
Conducción (PTAP – Red de distribución)	X	X				X				
Red de distribución	X									
ALCANTARILLADO										
Redes de recolección	X				X					
Sumideros	X				X	X				
Pozos de inspección	X				X					
Transporte (Interceptores finales)	X	X			X	X				
Infraestructura de disposición final	X				X	X				

Fuente: Plan de Emergencia y Contingencia UAESPD, [15].

▪ Cálculo del riesgo

La valoración del riesgo, consistió en la relación conjunta de la vulnerabilidad y la amenaza, expresada para el caso de las amenazas por el factor de frecuencia (F) y para el caso de la vulnerabilidad por los factores de nivel de exposición de los sistemas (N), la identificación de daños (D) y los efectos ocasionados (Ef). Aplicando la formula $(F \cdot D) \cdot (N \cdot Ef)$, se identificaron los siguientes riesgos sobre los componentes que conforman los sistemas de acueducto y alcantarillado del área urbana del municipio, que se evidencian en la tabla 5-25.

Tabla 5-25. Identificación de riesgos sistemas de acueducto y alcantarillado.

SISTEMA	COMPONENTE	Evento						RIESGO	TIPO DE RIESGO
		IC	MIF	CIF	RM	AT	CA		
Acueducto	Cuenca hidrográfica	X						Medio	Mitigable
	Captación # 1. La escalera		X					Medio	Mitigable
					X			Alto	Mitigable
	Captación # 2. Agua Nueva		X					Medio	Mitigable
						X		Medio	Mitigable
	Captación # 3. La Varsoviana				X			Medio	Mitigable
	Captación # 4. Nacimiento La Granja				X			Bajo	Mitigable
		X						Bajo	Mitigable
	Aducción (captaciones – desarenador)				X			Medio	Mitigable
				X				Bajo	Mitigable
				X				Medio	Mitigable
				X				Alto	Mitigable
	Conducción (PTAP – Red de distribución)				X			Medio	Mitigable
Alcantarillado	Redes de recolección			X				Alto	Mitigable
	Transporte (Interceptores finales)			X				Medio	Mitigable
	Infraestructura de disposición final						X	Alto	Mitigable

Incendios de cobertura (IC), Falta de Mantenimiento infraestructura (MIF), Colapso infraestructura (CIF), Remoción en masa (RM), Avenida torrencial (AT), Contaminación (CA)

Fuente: los autores, basado en Plan de Emergencia y Contingencia UAESPD [15].

5.3 Evaluación de la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado

5.3.1 Matriz de cumplimiento legal

Teniendo en cuenta el diagnóstico realizado sobre los componentes de aseguramiento, social, ambiental, de infraestructura y de gestión del riesgo, relacionados con la prestación del servicio público de acueducto y alcantarillado por parte de la UAESPD, el presente capítulo abarca la evaluación de los mencionados componentes respecto a la normativa legal vigente, para lo cual se consultaron leyes, decretos, resoluciones, acuerdos y guías, de carácter oficial que permitieron contrastar el cumplimiento e implementación de lo establecido en la normativa legal vigente.

Para identificar los requisitos legales aplicables al sector de agua potable y saneamiento básico, se tomó como referencia lo contenido en el marco legal del capítulo 4.2, para lo cual se desarrolló una matriz de cumplimiento legal, la cual se evidencia en el **Anexo E** y que contiene la siguiente información:

- **Tema:** La normativa legal vigente la cual se dividió en 4 temas: Nacional, Sanitario, Vivienda, Ciudad y Territorio, en lo relacionado con los Servicios públicos domiciliarios, Ambiental y de Riesgos.
- **Normativa:** En el cual se diligenció el tipo de norma (Ley, decreto, resolución, guía), el número de identificación y el año.
- **Año:** Se diligenció el año de expedición de la norma.
- **Emisor:** Autoridad que expide la norma.
- **Objeto:** En el cual se hace referencia al contenido de la norma.
- **Artículos aplicables:** Literales de la norma, que la organización debe cumplir.
- **Obligación legal:** Descripción de la obligación legal contenida en el artículo.
- **Verificación del cumplimiento:** Se evalúa si la UAESPD cumple o no, con la legislación vigente dentro de los requisitos legales aplicables en cada caso, teniendo en cuenta los siguientes parámetros de evaluación: Cumple → Si; No cumple → No.
- **Implementación:** Se evalúa si la UAESPD ha implementado lo dispuesto en la legislación vigente, teniendo en cuenta su aplicabilidad en su totalidad o su parcialidad en los artículos aplicables, teniendo en cuenta los siguientes parámetros de evaluación: Tiene implementado → Si; No tiene implementado → No.
- **Resultado del cumplimiento:** Aplica únicamente al Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA), Plan para el Saneamiento y Manejo de los Vertimientos (PSMV) y el Plan de Emergencia y Contingencia (PEC), en donde se evalúa el porcentaje de cumplimiento de la UAESPD frente a los proyectos o actividades proyectadas vs proyectos o actividades ejecutadas, contenidas en los documentos mencionados anteriormente.

5.3.2 Análisis del cumplimiento legal

En la tabla 5-26, se evidencia el resultado del análisis de cada una de las normas contenidas en la matriz de cumplimiento legal, en donde se explica los aspectos que se están ejecutando de manera correcta y los que no, de acuerdo con lo establecido en la normativa legal vigente.

Tabla 5-26. Análisis del cumplimiento legal UAESPD.

NORMATIVA	ANÁLISIS
NACIONAL	
Ley 1955 de 2019 Congreso de la República de Colombia	Todos los municipios del país al iniciar cada periodo institucional a nivel departamental y municipal, deben tener en cuenta los objetivos contenidos en el Plan Nacional de Desarrollo, para el caso específico el del periodo 2018-2022 del gobierno del presidente Iván Duque. Teniendo en cuenta lo anterior, el municipio de San Luis de Gaceno y la unidad de servicios públicos domiciliarios (UAESPD), no cumplen con lo establecido en el artículo tercero, específicamente con el pacto por la calidad y eficiencia de los servicios públicos: agua y energía para promover la competitividad y el bienestar de todos, debido a que el sistema de acueducto no supe la demanda requerida, causando falencias con la continuidad del servicio. Así mismo, no se presenta cumplimiento en lo establecido en el artículo 14, sobre el tratamiento de aguas residuales, el área urbana del municipio, posee una red de alcantarillado con cobertura del 100%, sin embargo, estas no se tratan y se vierten directamente a los cuerpos hídricos denominados Q. Sardinata, Q. El Toro y Rio Lengupá.
SANITARIO	
Ley 9 de 1979 Congreso de la República de Colombia	Esta ley dentro de los diferentes ejes temático que aborda, se evaluaron un total de siete (7) artículos (7, 10, 15, 64, 69, 76 y 496), dentro de los cuales dos presentaron incumplimiento. Los mencionados son los artículos 10 y 15, que hacen referencia a la protección del medio ambiente, la UAESPD actualmente no cuenta con infraestructura para el tratamiento de las aguas residuales (PTAR) generadas por el área urbana del municipio.
Decreto 1575 de 2007 Ministerio de la protección social	Es una obligación el registro de la calidad del agua en el Sistema de Información para la Vigilancia de la Calidad del Agua Potable (SIVICAP), y se establecen las acciones que deben realizar las autoridades sanitarias y municipales para asegurar la calidad del agua para consumo humano. En San Luis de Gaceno la UAESP, cumple con los 6 de los 8 artículos aplicables dentro de su actividad de prestador de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado, cumpliendo con el muestreo de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua, el mantenimiento de los sistemas de floculación, sedimentación, filtración, desinfección y almacenamiento de la PTAP. Respecto al IRCA, se presentan los reportes al SUI y SIVICAP, con un valor promedio durante el año 2019 tanto para el área rural como urbana de 21.5%, representado un riesgo medio, siendo agua no apta para consumo humana. Con relación a los permisos y autorizaciones frente a CORPOCHIVOR, el municipio tiene vigente concesión de aguas, bajo la resolución 082 del 5 de febrero de 2010, con vigencia de 10 años. Finalmente, la

	UAESPD, incumple los artículos 29 y 30 del presente decreto, al no contar con un análisis de riesgos asociados a la calidad del agua para consumo humano, según lo dispuesto en la Resolución 549 de 2017.
Resolución 2115 de 2007 Ministerio de la protección social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.	Esta resolución señala los valores máximos permisibles de características físicas, químicas y biológicas, e instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para el consumo humano, en ejercicio del Decreto 1575 de 2007. En el Capítulo II de la presente resolución se señalan las características físicas y químicas del agua para consumo humano. Para el caso del presente estudio se analizaron los resultados reportados por el INS en el SIVICAP, dentro de las cuales se evaluaron características físicas como: color aparente y turbiedad: donde el resultado fue aceptable en un 100% del agua tratada. De acuerdo a la encuesta realizada a la población del área urbana del municipio se identificó que la característica física de olor y sabor era aceptable, pero que ocasionalmente presenta sabor fuerte a cloro y en época de lluvias existe presencia de turbiedad en el agua que llega a los hogares. Para las características químicas como la conductividad y pH se encontró en todas las muestras analizadas valores aceptables, al igual que en el caso de los nitritos y nitratos. Para los fosfatos se presentó un 60% de muestras no aceptables. Mientras que las demás características químicas fueron aceptables dentro de las muestras tomadas después del tratamiento. Para las características microbiológicas las muestras fueron aceptables al no reportar rastros de E. Coli después del tratamiento. El cumplimiento de los parámetros mencionados explica el resultado del IRCA el cual fue de 2,1% lo cual representa un nivel Sin Riesgo, para el área urbana del municipio. En el cálculo del IRABApp se evidenció un resultado del 8%, lo cual significa un nivel Sin Riesgo, por lo tanto, es una persona prestadora que cumple con los criterios de tratamiento, distribución y continuidad en materia de agua para consumo humano.
Resolución 811 de 2008 Ministerio de la protección social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.	Define los lineamientos que deben seguir la autoridad sanitaria y las personas prestadoras para la selección del área de influencia y los puntos de muestreo para el control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución. En este contexto, la población atendida por la UAESPD al ser menor a 2.500 habitantes, se determina que el número mínimo de puntos para la recolección de muestras es de cuatro (4) lo cual se cumple a cabalidad. Sin embargo, en ocasiones son desconocidas las características como el caudal de agua que ingresa en las diferentes zonas (o barrios) del municipio, generando desabastecimiento en las zonas altas del municipio por déficit de presión de agua, razón por la cual se requiere hacer una sectorización de la red de acueducto en época de sequía.
VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO (SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS)	
Ley 142 de 1994 Congreso de la República de Colombia	Establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones. La UAESPD presta adecuadamente el servicio de acueducto y alcantarillado, pero se ve obligada a realizar la sectorización del servicio de acueducto para de esta forma mejorar la presión del agua en la red de distribución en algunos barrios del municipio, mientras que en otros se suspende el servicio. Adicionalmente, el sistema de acueducto no cuenta con un esquema de micromedición y no se controla el volumen de agua consumido por los

	suscriptores. De igual forma, cabe resaltar que la unidad no presenta un servicio adecuado de alcantarillado, debido a que, las aguas residuales no son tratadas y la red mezcla las aguas domesticas con aguas lluvia. Por otra parte, la UAESPD cumple con las obligaciones en función social dando acceso a subsidios a la totalidad de los suscriptores de menores ingresos, pero se requiere reforzar los mecanismos de información para los suscriptores acerca de la manera de utilizar con eficiencia y seguridad el servicio público. A nivel jurídico, la Unidad cumple con el régimen que la acredita bajo los parámetros de la CRA y cuenta con concesiones, y permisos ambientales y sanitarios, sin embargo, debe realizar la actualización de los mismos, porque algunos de estos tuvieron vencimiento el año anterior (2019) como el PSMV y en el año 2020 la concesión de aguas. En el aspecto del registro de información se debe evidenciar el cumplimiento de los parámetros establecidos, enviando la información requerida para su publicación y divulgación adecuada como lo son: los reportes en la plataforma del RUPS, el reporte de información al SUI y SIVICAP. La Unidad no cuenta con página WEB, en donde los usuarios puedan tener una conexión directa con horarios, teléfonos de contacto, sistemas de PQRS y demás información de dominio público que deba ser publicada acorde con las disposiciones de la presente ley.
Decreto 1077 de 2015 Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio	El decreto único reglamentario del sector Vivienda, Ciudad y Territorio, de acuerdo a lo establecido en la parte 3; Régimen reglamentario del sector agua potable y saneamiento básico, se evaluaron nueve (9) artículos, destacando cumplimiento en siete (7) artículos. Cumpliendo con un catastro de usuarios actualizado, además de tener un contrato de servicios públicos, un sistema de atención a PQRS y un estudio tarifario que soporta el cobro del servicio de acuerdo a la metodología de la CRA, por su parte cumplen con los registros de mantenimiento de la infraestructura del sistema de acueducto y alcantarillado en cada uno de sus componentes (captación, aducción, conducción, tratamiento y distribución), además de cumplir con el número de hidrantes instalados para la atención de situaciones de emergencia. En lo relacionado con las inversiones ambientales, la UAESPD cuenta dentro de su PUEAA con 2 proyectos, el primero consiste en la protección de áreas de interés hídrico y de recarga y el segundo consiste en la compra de terrenos de interés hídrico y de recarga con el objetivo reducir la afectación de la ampliación de la frontera agrícola en zonas de recarga de acuíferos y de nacimientos de afluentes tributarios de fuentes abastecedoras del acueducto. En cuanto al proceso de certificación para la administración de los recursos provenientes del SGP – APSB, San Luis de Gaceno cumple con los requisitos establecidos en los artículos 2.3.5.1.2.1.6. y 2.3.5.1.2.1.7 y obtiene certificación Resolución SSPD 201840110119105 del 24/09/2018, correspondiente al año 2017. Por otra parte se incumplió en dos (2) artículos, de acuerdo al artículo 2.3.1.3.1.1.2, sobre la obligatoriedad de tener medidores en el sistema de acueducto por lo que la UAESPD, no presenta sistema de micromedición que permita conocer el consumo real de agua potable por cada usuario del sistema y en segundo lugar la UAESPD incumple lo establecido en el artículo

	2.3.2.2.4.2.112, al no contar con página web en donde el usuario pueda conocer horarios y un números de atención, sistema de PQRS, información sobre el contrato de condiciones uniformes y demás información de interés.
Resolución 330 de 2017 Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio	Se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua y Saneamiento básico – RAS. La Unidad deberá articular sus proyectos de infraestructura con sus planes y programas de prestación del servicio, con objetivos, metas, programas, proyectos y actividades definidos en herramientas como POMCAS, EOT, PSMV y mapas de riesgo de calidad del agua entre otros; en este aspecto, la Unidad ha cumplido con los parámetros establecidos, pero se recomienda tener en cuenta este Reglamento para los futuros proyectos. De igual forma, se deben tener en cuenta los criterios de diseño y procedimientos generales para los proyectos orientados al diseño y construcción de obras de acueducto y alcantarillado. Dentro de los parámetros que debe cumplir la entidad, se debe mantener un catastro de la red actualizado que incluya los inventarios de tuberías, accesorios, materiales, profundidad y año de instalación, aspecto con el cual No Cumple la Unidad. De igual forma, se debe reportar en el SUI de la SSPD la dotación neta sin superar los máximos establecidos. La unidad cumple con la sectorización hidráulica racionalizando el servicio de acueducto en épocas de sequía, pero no cumple con las presiones del servicio mínimas en la red de distribución, razón por la cual se sectoriza. Un aspecto de gran importancia se cita en el artículo 75 del RAS sobre la micromedición. En el municipio no se cuenta con este parámetro por lo cual la unidad no tiene forma de medir el volumen de agua consumido por los usuarios. A nivel de alcantarillado no cumple con los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales, debido a que el municipio no cuenta con una planta de tratamiento y los puntos de vertimiento son múltiples en la totalidad de fuentes hídricas que rodean el área urbana del municipio.
Resolución 288 de 2020 Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio	Se relacionan los lineamientos para la formulación de metas de cobertura, calidad, continuidad y aseguramiento en el acceso a agua potable y saneamiento básico. Definiendo la línea base y metas anuales del respectivo periodo de gobierno para lo cual las entidades territoriales deberán atender las orientaciones de esta resolución y deberán estar incluidas en los Planes de Desarrollo de cada entidad territorial. Para lo cual la UAESPD No Cumple con dicha definición y aunque fueron incluidas estas acciones dentro de algunos programas del Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019, existen falencias que no permiten afirmar que se cumplirá completamente con las metas de cobertura, calidad, continuidad y aseguramiento del acceso a agua potable y al saneamiento básico, pues no se tiene en cuenta el tratamiento de aguas residuales y tampoco se tiene en cuenta cambios que puedan aportar mejoras infraestructurales en la continuidad del servicio de acueducto.
Resolución CRA 825 de 2017 Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio & Comisión de Regulación de	Establece la metodología tarifaria para la UAESPD en términos de la prestación de los servicios públicos para menos de 5.000 suscriptores o usuarios. Para esto la Unidad define el área de prestación del servicio de acueducto y alcantarillado en el área urbana del municipio y emplea los diferentes componentes de las fórmulas tarifarias dispuestas en esta resolución y ejerce el cargo fijo para los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo debido a la

Agua Potable y Saneamiento Básico	falta de micromedidores. Emplea los subsidios definidos porcentualmente en cada uno de los estratos sociales para determinar el valor a pagar por cada uno de los suscriptores como cargo fijo dependiendo de su estrato social, o si por el contrario se trata de una caracterización especial como industrial u oficial se cobra un monto especial, en el cual se aporta un valor de apoyo a los subsidios de los estratos sociales.
AMBIENTAL	
Decreto-Ley 2811 de 1974 Congreso de la República de Colombia	El Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, del cual se tiene en cuenta la Parte 4 del Libro 1 en el Título III donde se habla del manejo, las descargas, la disposición o procesamiento, recolección y transporte de los residuos sólidos que, aunque no sean tomados en cuenta en el presente estudio son un factor representativo de cumplimiento para la Unidad dentro de la prestación de sus servicios. De igual forma, se deberán tener en cuenta los principios de uso de elementos ambientales y de recursos naturales renovables, como el agua, de forma eficiente y sin interferir con el balance de los recursos naturales; sin superar los límites permisibles que puedan alterar la calidad física, química o biológica natural, evitando el deterioro de fuentes hídricas y haciendo planificación para el manejo de estos recursos de forma integral y que contribuya con el desarrollo urbano y rural de forma equilibrada. Según la información recolectada en el presente estudio la UAESPD cumple a cabalidad con lo dispuesto en el este código.
Ley 99 de 1993 Congreso de la República de Colombia	Establece los lineamientos para el sector ambiental en el país, en tal sentido para la presente evaluación solo le es aplicable el artículo 65 de la presente ley, en donde le corresponde cumplir a los municipios y distritos 10 funciones de carácter ambiental además de las funciones que les sean delegadas por la ley. El municipio y la UAESPD cumplen con nueve (9) de las 10 funciones delegadas por la presente ley, pero incumple con la función nueve (9) lo cual establece que: “Ejecutar obras o proyectos de descontaminación de corrientes o depósitos de agua afectados por vertimientos del municipio, así como programas de disposición, eliminación y reciclaje de residuos líquidos y sólidos y de control a las emisiones contaminantes del aire³”, como se ha mencionado anteriormente el área urbana del municipio no cuenta con infraestructura para el tratamiento de las aguas residuales, ocasionado contaminación de las fuentes receptoras denominadas Q. El Toro, Q. Sardinata y Río Lengupá, además de no cumplir con los límites máximos permisibles para vertimientos del sistema de alcantarillado a fuentes superficiales de agua, de acuerdo con la resolución 631 de 2015.
Ley 373 de 1997 Congreso de la República de Colombia	Los programas para el uso eficiente y ahorro del agua (PUEAA) son reglamentados en esta ley, en donde, se incorpora este programa en todos los planes ambientales regionales y municipales que adopten proyectos y acciones que deban elaborar y adoptar entidades encargadas de la prestación de servicios de acueducto y alcantarillado. Para el cumplimiento a nivel institucional se debe realizar la actualización de la concesión de agua que para el año 2020 tendrá vencimiento luego de una vigencia de 10 años concedida por CORPOCHIVOR.

³ Artículo 65, Ley 99 de 1993

	En la tabla 5-27, se evidencia que no se cumplió en la totalidad de los programas como el de reducción de pérdidas: Optimización de redes y sistemas de macro y micromedición. Dentro del programa de campañas educativas a los usuarios se debe realizar la sensibilización del uso del agua como proyecto al cual se le debe dar énfasis social para la concientización de los habitantes del municipio en general. Para el programa de Protección de zonas de manejo especial se evidenció un cumplimiento del 50%, debido a que no existen soportes de compras de predios de interés hídrico y de recarga. Lo anterior teniendo en cuenta que esto debió realizarse en el periodo 2010 – 2014. Cabe resaltar que esta evaluación fue realizada por los autores con los recursos e información recopilada que fue suministrada por CORPOCHIVOR y por la UAESPD, no se usaron los informes de seguimiento del PUEAA porque estos no fueron suministrados por la Corporación ni por la Unidad. Tabla 5-27. Porcentaje de cumplimiento PUEAA. <table border="1" data-bbox="540 747 1490 976"> <thead> <tr> <th>PROGRAMA</th><th>% CUMPLIMIENTO POR PROGRAMA</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Programa de reducción de pérdidas. Optimización de redes y sistemas de macro y micromedición</td><td>43%</td></tr> <tr> <td>Campañas educativas a los usuarios</td><td>0%</td></tr> <tr> <td>Protección de zonas de manejo especial</td><td>50%</td></tr> <tr> <td>Fortalecimiento institucional</td><td>100%</td></tr> <tr> <td>Cumplimiento PUEAA res. 842 de 2011</td><td>48%</td></tr> </tbody> </table> Fuente: los autores.	PROGRAMA	% CUMPLIMIENTO POR PROGRAMA	Programa de reducción de pérdidas. Optimización de redes y sistemas de macro y micromedición	43%	Campañas educativas a los usuarios	0%	Protección de zonas de manejo especial	50%	Fortalecimiento institucional	100%	Cumplimiento PUEAA res. 842 de 2011	48%
PROGRAMA	% CUMPLIMIENTO POR PROGRAMA												
Programa de reducción de pérdidas. Optimización de redes y sistemas de macro y micromedición	43%												
Campañas educativas a los usuarios	0%												
Protección de zonas de manejo especial	50%												
Fortalecimiento institucional	100%												
Cumplimiento PUEAA res. 842 de 2011	48%												
Decreto 1076 de 2015 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.	Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Mediante el cual se expiden características especiales de aguas concesiones de acueducto para uso doméstico sujetas a las condiciones y requisitos que disponga el Ministerio de Salud para cumplir con el régimen de prestación del servicio público domiciliario de acueducto. De igual forma se trata sobre las servidumbres en interés público en concordancia con lo establecido en el Código Civil y sobre el vertimiento de uso doméstico y municipal en términos del sistema de alcantarillado y tratamiento de residuos líquidos, lo cual se desglosa en los siguientes aspectos de la presente evaluación. Cabe resaltar que estos parámetros son cumplidos por la UAESPD en la extensión de sus redes de acueducto y alcantarillado.												
Decreto 1541 de 1978 (DUR 1076 de 2015) Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.	Por el cual se reglamenta la parte III del Libro II del Código Nacional de Recursos Naturales en términos de aguas no marítimas. Que, entre tantos aspectos anteriormente mencionados, se tienen en cuenta los detalles que se deben indicar para usar aguas para prestar servicios públicos y se prohíbe el vertimiento sin tratamiento de residuos sólidos, líquidos o gaseosos, que puedan contaminar o eutrofizar las aguas o poner en riesgo la salud humana. En San Luis de Gaceno, se presentan industrias de lácteos como queserías que realizan sus vertimientos al sistema de alcantarillado o directamente a fuentes receptoras como las quebradas que rodean al municipio, no es posible afirmar el estado del vertimiento debido que al tratarse de propiedad privada no se tuvo acceso a esta información. Sin embargo, una de las queserías más grandes mencionó un tratamiento de final de tubo aplicado para cumplir con las obligaciones anteriormente mencionadas.												

Decreto 3930 de 2010 (DUR 1076 de 2015) Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.	Reglamenta el Título I del Código Sanitario Nacional, así como el capítulo IV del Código Nacional de Recursos Naturales, en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Se prohíben los vertimientos en lugares como cabeceras de fuentes de agua, acuíferos, cuerpos de aguas o aguas costeras, en sectores aguas arriba de las bocatomas de agua potable o cuerpos de agua declarados como protegidos. Se prohíbe el vertimiento sin tratamiento de aguas provenientes del lavado de vehículos. También, se responsabiliza a la UAESPD, como prestador del servicio de alcantarillado, para dar cumplimiento con el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV. Por lo cual, la UAESPD presenta a cabalidad este plan que debe ser reemplazado o actualizado por vencimiento de la vigencia concedida por CORPOCHIVOR.																		
Decreto 2667 de 2012 (DUR 1076 de 2015) Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.	Reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales. En este aspecto la UAESPD junto con la administración municipal han venido cancelando sumas aproximadas de 70 millones de pesos colombianos como retribución ambiental por el vertimiento sin tratamiento del alcantarillado del área urbana del municipio. Valor, que se ve representado dentro de las metas de carga contaminante para los prestadores del servicio de alcantarillado y en los elementos, sustancias o parámetros contaminantes objeto del cobro de tasas retributivas por CORPOCHIVOR.																		
Resolución 1433 de 2004 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.	La presente resolución, establece que los prestadores del servicio público de alcantarillado, sujetos al pago de tasa retributiva deberán presentar a la autoridad ambiental competente el plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, el cual deberá contener las actividades e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos de aguas residuales descargadas a cuerpos hídricos, por el sistema público de alcantarillado tanto sanitario como pluvial. En ese sentido CORPOCHIVOR, mediante la Resolución 955 del 01 de diciembre de 2009, aprobó el PSMV para el casco urbano del municipio de San Luis de Gaceno, con una vigencia de 10 años, comprendido en el periodo 2010-2019. El PSMV, aprobado contiene un total de 22 proyectos divididos en 4 programas, lo anterior con el fin de verificar el porcentaje de cumplimiento de la norma, se tuvo en cuenta lo contenido en el informe de cumplimiento de los programas, proyectos y/o actividades establecidas en el PSMV del municipio, en el periodo comprendido entre el 29 de enero de 2010 al 28 de enero de 2020. De acuerdo con la información contenida en el mencionado informe se estableció el porcentaje de cumplimiento por parte de la UAESPD y el casco urbano del municipio del PSMV. Tabla 5-28. Porcentaje de cumplimiento PSMV por programas. <table><tr><th>PROGRAMA</th><th>% IMPORTANCIA</th><th>% DE EJECUCIÓN</th></tr><tr><td>Optimización del servicio de alcantarillado</td><td>20</td><td>4.9</td></tr><tr><td>Expansión e inicio de líneas de descontaminación y saneamiento</td><td>25</td><td>12.5</td></tr><tr><td>Saneamiento de vertimientos</td><td>40</td><td>0</td></tr><tr><td>Eficiencia institucional y de planificación</td><td>15</td><td>10.98</td></tr><tr><td colspan="2">CUMPLIMIENTO PSMV PERIODO 2010-2019</td><td>28.38</td></tr></table> Fuente: Informe de cumplimiento PSMV CORPOCHIVOR [30]	PROGRAMA	% IMPORTANCIA	% DE EJECUCIÓN	Optimización del servicio de alcantarillado	20	4.9	Expansión e inicio de líneas de descontaminación y saneamiento	25	12.5	Saneamiento de vertimientos	40	0	Eficiencia institucional y de planificación	15	10.98	CUMPLIMIENTO PSMV PERIODO 2010-2019		28.38
PROGRAMA	% IMPORTANCIA	% DE EJECUCIÓN																	
Optimización del servicio de alcantarillado	20	4.9																	
Expansión e inicio de líneas de descontaminación y saneamiento	25	12.5																	
Saneamiento de vertimientos	40	0																	
Eficiencia institucional y de planificación	15	10.98																	
CUMPLIMIENTO PSMV PERIODO 2010-2019		28.38																	

	Teniendo en cuenta los resultados presentados en la tabla 5-28, al área urbana del municipio, incumple en el artículo uno (1), de la presente resolución, puesto que el PSMV formulado solo se ejecutó en un 28.38% de los proyectos y actividades proyectadas para el periodo 2010-2019, cumpliendo únicamente con 4 de los 22 proyectos mencionados en el Anexo C, cabe destacar el incumplimiento del proyecto 15, el cual consistía en la construcción de la PTAR sector la Sardinata y del proyecto 16, el cual consistía en la compra de predios para el mencionado proyecto, los dos según el PSMV, estarían listos para el año 2017, pero según el informe estos proyectos presentan 0% de avance a fecha de corte 29 de enero de 2020, en consecuencia los vertimientos generados por el sistema público de alcantarillado no cumplen con la meta de carga contaminante asignada a la UAESPD para el año 2019 ($DBO_5 = 6557,22$ (kg/año) y $SST = 11696,4$ (kg/año), mediante el acuerdo 021 de 2015 [35], debido a que para el año 2019 la carga contaminante reportada a CORPOCHIVOR para la liquidación de la tasa retributiva fue para el caso de $DBO_5 = 93208,11$ (kg/año) y para $SST = 39863,66$ (kg/año).																				
Resolución 631 de 2015 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.	En la presente resolución, aplica únicamente el artículo ocho (8), el cual establece los parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas, (ARD) de las actividades industriales, comerciales o de servicios; y de las aguas residuales (ARD y ARnD) de los prestadores del servicio público de alcantarillado a cuerpos de aguas superficiales, aplicables para una carga menor o igual 625.00 Kg/día DBO_5. Teniendo en cuenta lo anterior se evaluó el cumplimiento de la norma, de acuerdo a la caracterización de los vertimientos 1,2,6 y 10, evidenciados en la tabla 5-24, del diagnóstico, así mismo se presenta en la siguiente tabla el porcentaje de cumplimiento por cada punto de vertimiento, evaluando el total de parámetros vs los parámetros cumplidos. Tabla 5-29. Porcentaje de cumplimiento Resolución 631 de 2015. <table><tr><th>VERTIMIENTO</th><th>PARÁMETROS CUMPLIDOS</th><th>PARÁMETROS NO CUMPLIDOS</th><th>% DE CUMPLIMIENTO</th></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>1</td><td>5</td><td>16.6</td></tr><tr><td>6</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>10</td><td>2</td><td>5</td><td>33.3</td></tr></table> Fuente: los autores. Teniendo en cuenta la tabla 5-29, los vertimientos 1,2 y 6 presentaron incumplimiento en los parámetros de DBO_5 (90 mg/L), DQO (180 mg/L), Solidos Suspendidos Totales (90 mg/L), para los parámetros pH (6 a 9) y Solidos Sedimentables (5 mg/L), no se contó con reporte por parte del laboratorio, por lo que se consideraron no cumplidos. Para los vertimientos 2 y 10 el parámetro de grasas y aceites reporto valores por debajo de 20 mg/L y el vertimiento 10 fue el único que reporto valores de Solidos Suspendidos Totales por debajo de 90 mg/L. Resulta evidente resaltar que la UAESPD no realizó la caracterización de los 8 vertimientos restantes por lo que no se tiene evidencia del cumplimiento de la norma para estos puntos.	VERTIMIENTO	PARÁMETROS CUMPLIDOS	PARÁMETROS NO CUMPLIDOS	% DE CUMPLIMIENTO	1	0	6	0	2	1	5	16.6	6	0	6	0	10	2	5	33.3
VERTIMIENTO	PARÁMETROS CUMPLIDOS	PARÁMETROS NO CUMPLIDOS	% DE CUMPLIMIENTO																		
1	0	6	0																		
2	1	5	16.6																		
6	0	6	0																		
10	2	5	33.3																		

GESTIÓN DEL RIESGO																																					
Ley 1523 de 2012 Congreso de la República de Colombia	Dentro de la política nacional de gestión del riesgo y desastres, el municipio de San Luis de Gaceno y la UAESPD, cumplen con los cuatro (4) artículos evaluados, a través del Decreto 006 del 07 de enero de 2016, se actualiza y conforma el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (CMGRD) del municipio de San Luis de Gaceno – Boyacá, además, dentro de la composición del CMDRD, la Directora de la UAESPD, se encuentra integrando dicho comité cumpliendo con el artículo 28 de la presente ley. En relación con los instrumentos para la gestión del riesgo se evalúa que el PMGRD del municipio contempla en su contenido la identificación y análisis de los riesgos relacionados con la prestación de los servicios públicos (Acueducto, alcantarillado, aseo, energía y gas), por otra parte el EMRE del municipio contempla en los diferentes niveles de emergencia la infraestructura de los sistemas de acueducto y alcantarillado, en caso de presentarse algún evento que afecte al municipio se activaran las diferentes estrategias para la reposición temporal de los servicios esenciales en edificaciones críticas como hospitales, alojamientos temporales, entidades de socorro, ancianatos, al mismo tiempo que se mantiene informada a la comunidad acerca del estado de los servicios públicos. Finalmente, en cumplimiento del artículo 42 se desarrolla por parte de la UAESPD, el PEC actualizado al año 2019. En términos generales, la UAESPD, presta adecuadamente el servicio, pero tiene falencias a nivel de infraestructura que generan riesgos en la continuidad del servicio en los primeros meses del año, cuando las lluvias se reducen considerablemente.																																				
Resolución 154 de 2014 Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	La presente resolución establece los lineamientos para la elaboración de los Planes de Emergencia y Contingencia para el manejo de desastres y emergencias asociados a la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo. Teniendo en cuenta lo anterior la UAESPD en conjunto con la Empresa Departamental de Servicios Públicos de Boyacá (ESPB), formularon en el año 2019 el PEC, de acuerdo a los lineamientos de la resolución 154 de 2014. En la tabla 5-30 se evidencia el porcentaje de cumplimiento por parte de la UAESPD. Tabla 5-30. Porcentaje de cumplimiento Resolución 154 de 2014. <table><tr><th colspan="3">LINEAMIENTOS PEC (Artículo 1, anexo 1)</th></tr><tr><th rowspan="2">Lineamientos</th><th colspan="2">Cumplimiento</th></tr><tr><th>Si</th><th>No</th></tr><tr><td colspan="3">CAPÍTULO 1. PREPARACIÓN DE LA RESPUESTA - FORMULACIÓN DE LOS PLANES DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIA.</td></tr><tr><td>1.1. Aspecto 1: La ocurrencia del evento y sus impactos sociales, económicos y ambientales.</td><td>X</td><td></td></tr><tr><td>1.2. Aspecto 2: Los requerimientos institucionales, los recursos físicos y humanos para atender los posibles impactos causados por un evento.</td><td>X</td><td></td></tr><tr><td>1.2.1. Elaboración de inventarios.</td><td>X</td><td></td></tr><tr><td>1.2.2. Identificación de requerimientos.</td><td>X</td><td></td></tr><tr><td>1.2.3. Funciones mínimas del grupo, equipo o comité central de emergencias de la persona prestadora de servicios.</td><td>X</td><td></td></tr><tr><td>1.2.4. Establecimiento de necesidad de ayuda externa.</td><td>X</td><td></td></tr><tr><td>1.2.5. Fortalecimiento de educación y capacitación.</td><td>X</td><td></td></tr><tr><td>1.3. Aspecto 3: Secuencia coordinada de acciones.</td><td>X</td><td></td></tr></table>		LINEAMIENTOS PEC (Artículo 1, anexo 1)			Lineamientos	Cumplimiento		Si	No	CAPÍTULO 1. PREPARACIÓN DE LA RESPUESTA - FORMULACIÓN DE LOS PLANES DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIA.			1.1. Aspecto 1: La ocurrencia del evento y sus impactos sociales, económicos y ambientales.	X		1.2. Aspecto 2: Los requerimientos institucionales, los recursos físicos y humanos para atender los posibles impactos causados por un evento.	X		1.2.1. Elaboración de inventarios.	X		1.2.2. Identificación de requerimientos.	X		1.2.3. Funciones mínimas del grupo, equipo o comité central de emergencias de la persona prestadora de servicios.	X		1.2.4. Establecimiento de necesidad de ayuda externa.	X		1.2.5. Fortalecimiento de educación y capacitación.	X		1.3. Aspecto 3: Secuencia coordinada de acciones.	X	
LINEAMIENTOS PEC (Artículo 1, anexo 1)																																					
Lineamientos	Cumplimiento																																				
	Si	No																																			
CAPÍTULO 1. PREPARACIÓN DE LA RESPUESTA - FORMULACIÓN DE LOS PLANES DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIA.																																					
1.1. Aspecto 1: La ocurrencia del evento y sus impactos sociales, económicos y ambientales.	X																																				
1.2. Aspecto 2: Los requerimientos institucionales, los recursos físicos y humanos para atender los posibles impactos causados por un evento.	X																																				
1.2.1. Elaboración de inventarios.	X																																				
1.2.2. Identificación de requerimientos.	X																																				
1.2.3. Funciones mínimas del grupo, equipo o comité central de emergencias de la persona prestadora de servicios.	X																																				
1.2.4. Establecimiento de necesidad de ayuda externa.	X																																				
1.2.5. Fortalecimiento de educación y capacitación.	X																																				
1.3. Aspecto 3: Secuencia coordinada de acciones.	X																																				

	1.3.1. Línea de mando.	X	
	1.3.2. Comunicaciones.	X	
	1.3.3. Protocolo de actuaciones.	X	
	1.3.4. Formato para evaluación de daños.	X	
	1.4. Aspecto 4: El análisis posterior al evento	X	
	CAPÍTULO 2. EJECUCIÓN DE LA RESPUESTA		
	2.1. Protocolos de acción	X	
Fuente: los autores.			
Teniendo en cuenta lo anterior, el Plan de Emergencias y Contingencia (PEC), formulado por la UAESPD en conjunto con la Empresa Departamental de Servicios Públicos de Boyacá (ESPB), cumple con los lineamientos establecidos en la resolución 154 de 2014, con un porcentaje del 100% de los 14 ítems evaluados. Por otra parte, se menciona que las medidas de reducción del riesgo formuladas en el PEC, corresponden a medidas no estructurales que se refiere a políticas, acciones, información, capacitación, conformación, de entrenamiento de equipos para acudir ante una emergencia, pero no se formularon medidas estructurales encaminadas a la prevención y reducción del riesgo a través de la intervención física (obras civiles). Asimismo, no se presenta capítulo correspondiente a la fase de recuperación puesto que, no mencionan las acciones para la rehabilitación y reconstrucción de la infraestructura, bienes y servicios destruidos, interrumpidos o deteriorados ante la ocurrencia de una emergencia, además la UAESPD no cuenta con información detallada sobre la planeación, organización, estructura, guion, plan de trabajo, Insumos, materiales, equipos y presupuesto de los simulacros proyectados, lo cual no permite evaluar si las medidas contempladas en el PEC son eficientes en la aplicación.			
Decreto 308 de 2016 Presidencia de la República	Por medio del cual se adopta el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – PNGRD, para el periodo 2015-2025, se dictan los objetivos estratégicos para orientar las acciones del Estado y de la sociedad civil en cuanto al Conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y el manejo de desastres en cumplimiento de la Política Nacional de Gestión del Riesgo. De igual forma se debe hacer seguimiento y evaluación del PNGRD dentro de los planes de desarrollo municipales, lo cual se encuentra dentro de la vigencia de la actual administración municipal de San Luis de Gaceno.		
Decreto 2157 de 2017 Departamento Administrativo de la Presidencia de la República	Se dictan los lineamientos para la elaboración del PGRDEPP, el cual “Aplica para todas las entidades públicas y privadas, que desarrollen sus actividades en el territorio nacional, encargadas de la prestación de servicios públicos, que ejecuten obras civiles mayores o que desarrollen actividades industriales o de otro tipo que puedan significar riesgo de desastre debido a eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional⁴. En ese sentido la UAESPD, realizó una errónea interpretación en la normatividad vigente para la gestión del riesgo de desastres las cuales son: ▪ De acuerdo al decreto 2157 de 2017 el Plan de Emergencias y Contingencia PEC, es tan solo un capítulo del PGRDEPP, pero el documento presentado		

⁴ Artículo 2.3.1.5.1.2.1., Decreto 2157 de 2017

al MVCT por parte de la UAESPD, es una combinación de los lineamientos contenidos en la resolución 154 de 2014 y el decreto 2157 de 2017.

- En el PEC, únicamente debe ir consignado lo relacionado a las acciones encaminadas a la preparación para la respuesta, con base en los escenarios posibles y priorizados identificados en el proceso de conocimiento del riesgo. En la tabla 5-31, se evidencia el porcentaje de cumplimiento del decreto 2157 de 2017 por parte de la UAESPD.

Tabla 5-31. Porcentaje de cumplimiento Decreto 2157 de 2017.

LINEAMIENTOS PGRDEPP (ARTÍCULO 2.3.1.5.2.1.1).		
Lineamientos	Cumplimiento	
	Si	No
1. PROCESO DE CONOCIMIENTO DEL RIESGO		
1.1. Establecimiento del contexto.		X
1.1.1. Información general de la actividad	X	
1.1.2. Contexto externo		X
1.1.3. Contexto interno		X
1.1.4. Contexto del proceso de gestión del riesgo		X
1.1.5. Criterios del riesgo		X
1.2. Valoración del riesgo.		X
1.2.1. Identificación del riesgo		X
1.2.2. Análisis del riesgo		X
1.2.3. Evaluación del riesgo		X
1.3. Monitoreo del riesgo.		X
2. PROCESO DE REDUCCIÓN DEL RIESGO		
2.1. Intervención correctiva.		X
2.1.1. Identificación de alternativas de intervención correctiva		X
2.1.2. Priorización de la medida de intervención		X
2.1.3. Diseño, especificaciones y desarrollo de las medidas de intervención seleccionadas		X
2.2. Intervención prospectiva.		X
2.3. Protección financiera.		X
3. PROCESO DE MANEJO DEL DESASTRE		
3.1. Plan de Emergencias y Contingencia (PEC).	X	
3.1.1. Componente de preparación para la respuesta a emergencias.	X	
3.1.2. Componente de ejecución para la respuesta a emergencias.	X	
4. PLAN DE INVERSIONES		X

Fuente: los autores

En ese orden de ideas la UAESPD, no está dando cumplimiento al presente decreto debido a que, no han presentado el PGRDEPP a las entidades competentes, a pesar de que Plan de Emergencias y Contingencia (PEC) formulado contiene gran parte del contenido exigido en el decreto, por lo que para dar cumplimiento al mismo se deberá ajustar e incorporar la información faltante mencionada en la tabla anterior. En lo relacionado al porcentaje de cumplimiento la UAESPD tiene una calificación del 22.2%, cumpliendo 4 de los 18 ítems evaluados.

Resolución 549 de 2017
Ministerio de Salud y
Protección Social

Se establecen los criterios y actividades mínimas de los estudios de riesgo, programas de reducción de riesgo y planes de contingencia enfocados en los sistemas de suministro de agua para consumo humano, como respuesta a lo

Ministerio de Vivienda,
Ciudad y Territorio

establecido en el artículo 30 del Decreto 1575 de 2007. Esto quiere decir que en la presente resolución se aborda el análisis de riesgo únicamente por desabastecimiento, asociado a la calidad del agua, lo que significa que los riesgos asociados a amenazas de origen natural, socio-natural y antrópico se ven reflejados en la aplicación del Decreto 2157 de 2017 y para la formulación de PEC la Resolución 154 de 2014. En la tabla 5-32, se evidencia el porcentaje de cumplimiento de la presente resolución.

Tabla 5-32. Porcentaje de cumplimiento Resolución 549 de 2017.

LINEAMIENTOS (ARTÍCULO 3).		
Lineamientos	Cumplimiento	
	Si	No
1. CONOCIMIENTO DEL RIESGO FRENTE A LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO		
1.1. Amenazas sobre la calidad del agua.		X
1.2. Vulnerabilidad.		X
1.3. Riesgo.		X
2. REDUCCIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO		
2.1. Reducción de la vulnerabilidad.		X
2.2. Reducción de la amenaza.		X
2.3. Protección financiera.		X
3. MANEJO DE DESASTRES ASOCIADOS A LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO		
3.1. Plan de Emergencias y Contingencia		X

Fuente: los autores

Teniendo en cuenta lo anterior la UAESPD, no cumple con lo estipulado en la Resolución 549 de 2017, puesto que no realiza la identificación de contaminantes directos, indirectos que puedan afectar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua, por otra parte, no se identifican las amenazas por generar contaminantes que puedan afectar la calidad del agua, provenientes de actividades humanas, prestación de servicios públicos, fenómenos naturales y socio-naturales. En lo relacionado a la evaluación de la vulnerabilidad la UAESPD, no describe los puntos de muestreo del agua en la red, ni los laboratorios encargados de realizar dicha función, de igual forma no describe la capacidad financiera, humana y técnica para tratar los contaminantes que afectan la calidad del agua.

En cuanto a las acciones para la reducción de la amenaza y vulnerabilidad no se contemplan por parte de la UAESPD, además de no contar con un Plan de Contingencia para atender una emergencia asociada a la alteración de la calidad del agua para consumo humano.

Fuente: los autores.

6. FORMULACIÓN PLAN DE ACCIÓN

La sostenibilidad ambiental y económica de un territorio depende del equilibrio entre el reconocimiento y valoración de las potencialidades y el manejo idóneo de las problemáticas identificadas a partir de fuentes de información idónea. En ese contexto, la formulación del presente plan de acción se fundamenta en el análisis del diagnóstico realizado y la evaluación del mismo, teniendo en cuenta las condiciones actuales de la UAESPD y el municipio de San Luis de Gaceno y la priorización de las principales falencias evidenciadas.

El presente plan de acción se estructuró, partiendo de las problemáticas identificadas durante el diagnóstico y evaluación realizados. Para cada componente contemplado en el presente estudio se formuló un programa compuesto por proyectos con un objetivo general y actividades a las cuales se les asignó un indicador con su unidad de medida, meta, costo, duración y responsable de dicha actividad. De igual forma, se tuvo en cuenta la normativa ambiental que soporta las acciones o actividades a realizar, con el objetivo de dar justificación a las obligaciones legales y/o dar una guía para el cumplimiento de los proyectos. De esta forma se cita el **Anexo F**, donde se encuentra diligenciada la matriz anteriormente descrita.

6.1 Síntesis de programas y focalización de problemas.

En la tabla 6-1, se presenta una síntesis del plan de acción que surge a raíz de la necesidad de describir brevemente los proyectos planteados y/o recomendados, incluyendo programas, proyectos, descripción y focalización de los problemas identificados para la realización de los proyectos.

Tabla 6-1. Resumen de proyectos y problemáticas identificadas.

PROGRAMA	OBJETIVO DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	FOCALIZACIÓN DEL PROBLEMA
GESTIÓN DE TRÁMITES AMBIENTALES	1. Formular la actualización del PUEAA, velando por el cumplimiento de todos los programas y proyectos planteados.	Además de actualizar este trámite ambiental se plantea un seguimiento detallado de los proyectos y programas formulados dentro de dicha actualización, priorizando en las actividades identificadas en la etapa de evaluación del presente estudio.	Se evidenció un cumplimiento del 48% de los programas planteados. Donde se incumplieron con los proyectos de micromedición, conservación de fuentes entre otros.
	2. Formular la actualización del PSMV, velando por el cumplimiento de todos sus programas y proyectos.	Desde la gestión ambiental se plantean actividades de actualización del PSMV y el desarrollo de sus proyectos y programas, junto con la optimización de las redes de alcantarillado.	De los 22 proyectos formulados en el PSMV, se cumplieron 4 al 100%. No se cumplió el proyecto de construcción de la PTAR al año 2015 y que pertenece al programa de Saneamiento de los Vertimientos que no se cumplió en su totalidad.

	3. Promover el obligatorio cumplimiento de las disposiciones reglamentadas por la Autoridad Ambiental para el uso del agua y el manejo de los vertimientos de los suscriptores pertenecientes a la industria de los lácteos.	En vista del proceso productivo que presentan estas industrias, se debe exigir el cumplimiento de los requisitos ambientales tanto en el uso del agua como en la generación de vertimientos; esto con el fin de apoyar a la mejora continua y desarrollo ambiental municipal. Este proyecto no acarrea costos, debido a que los costos de estos trámites deben ser pagados por las industrias como entes privados.	Puntos de vertimientos identificados en cercanías de las industrias. Al tratarse de propiedad privada no se puede determinar la caracterización de los vertimientos.
GESTIÓN DEL RIESGO EN LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	1. Mejorar el proceso de conocimiento del riesgo en la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado.	El proyecto está focalizado en la mejorar el proceso de conocimiento del riesgo mediante la identificación de amenazas por medio del uso de SIG, reflejándose en mapas temáticos de especialización de los elementos expuestos de los servicios de acueducto y alcantarillado. Además, se debe conocer el riesgo por alteración a la calidad del agua. Finalmente se debe conocer el avalúo de la infraestructura de servicios públicos con el fin de adquirir pólizas de aseguramiento.	Se identificaron incumplimientos en lo estipulado en la resolución 549 de 2017, asimismo no se utilizaron herramientas SIG para la identificación de los elementos expuestos en los sistemas de acueducto y alcantarillado.
	2. Mejorar el proceso de reducción del riesgo, mediante la ejecución de medidas estructurales y no estructurales.	El proyecto recomienda medidas de reducción del riesgo de carácter estructural (obras civiles), con el fin de proteger la infraestructura de servicios públicos domiciliarios y evaluar la necesidad de implementación de pólizas de aseguramiento para la transferencia del riesgo. Además de la formulación del PGRDEPP y la actualización del PEC en los temas relacionados a la protección financiera y al plan de recuperación pos – evento.	Se evidencio incumplimiento en el Decreto 2157 de 2017, además la UAESP, no contemplo medidas estructurales para la reducción del riesgo, para lo cual no se formularon acciones para la protección y recuperación financiera ante la ocurrencia de en desastre.
	3. Mejorar el proceso de manejo de desastres en la UAESPD	El proyecto recomienda que se incluya un plan de alternativas de distribución de agua potable ante una eventual falla en el servicio, además se debe especificar la dinámica de simulacros y simulaciones para evaluar la efectividad de las medidas contenidas en el PEC.	Se evidencio que el municipio no cuenta con un plan de alternativas para asegurar el servicio de agua potable ante una falla, además de no detallar la forma, estructura, materiales e insumos requeridos para la

		Finalmente se plantea la implementación de un sistema de alertas tempranas con conjunto con la unidad con el fin conocer en tiempo real eventos que afecten la prestación de los servicios de AA.	aplicación y ejecución de simulaciones y simulacros.
MITIGACIÓN DE RIESGOS EN LA INFRAESTRUCTURA DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO.	1. Optimizar la infraestructura del servicio público de acueducto e instalar micromedidores en toda el área urbana del municipio que cumplan con los estándares de calidad.	Se plantea mantener en buenas condiciones las estructuras hidráulicas de captación de las fuentes abastecedoras e instalar los micromedidores, que cumplan con los parámetros establecidos por la normativa colombiana.	Estructuras de captación de gran antigüedad, se evidencia la necesidad de optimización de las mismas. No se cuenta con sistema de micromedición en ningún suscriptor del servicio de acueducto del municipio.
	2. Optimizar el sistema de alcantarillado del área urbana del municipio, reduciendo el número de vertimientos y facilitando la construcción de un sistema de tratamiento.	Con el objetivo de facilitar la futura construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales se plantea unificar los vertimientos del área urbana del municipio con la instalación de colectores interceptores.	Se identificaron doce (12) puntos de vertimientos en diferentes zonas de las quebradas La Sardinata y el Toro, y en el Río Lengupá. No existe sistema de tratamiento de aguas residuales.
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO.	1. Reforzar los aspectos administrativos de la UAESPD mediante la mejora de las competencias laborales de los colaboradores.	Se plantea promover la transmisión del conocimiento empírico, teórico, académico y operativo entre los colaboradores para mejorar el desarrollo eficiente de todas sus labores. De igual forma, se plantea mantener actualizado el manual de funciones y operaciones en busca de la optimización de todo lo relacionado al aspecto administrativo de la UAESPD.	No se evidencian programas de gestión del conocimiento y construcción del capital humano dentro de la Unidad. Existen falencias en los reportes que deben ser publicados en el SUI y en el SIVICAP.
	2. Mejorar el esquema de estratificación del área urbana del municipio y el estudio tarifario empleando Sistemas de Información y software especializado.	Se plantea realizar una actualización del esquema de estratificación municipal y del estudio tarifario para mejorar el cobro por servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo posterior a la instalación de micromedidores. De igual forma se aconseja la adquisición de software especializado que se encargue de la gestión de la información e implementación de herramientas SIG.	Se evidenciaron predios con estratificación errónea, lo cual no permite el correcto cobro tarifario, generando pérdidas para la Unidad. No se tiene un software que maneje los aspectos administrativos y comerciales y tampoco se emplean herramientas SIG para el reporte y control de información.

	3. Crear la Pagina WEB de la UAESPD, que permita mantener informada a la ciudadanía sobre el estado del servicio de acueducto y alcantarillado.	En vista de los medios de comunicación que se emplean actualmente por la unidad, se plantea promover la creación de herramientas informáticas y la creación de la página web de la Unidad, con el fin de publicar información de dominio público y establecer un canal de comunicación con la ciudadanía.	La UAESPD no cuenta con canales oficiales de comunicación e información. Todo se maneja vía telefónica y en varios casos no son atendidos los reclamos debido a que no son radicados oficialmente.
	4. Fortalecer a nivel operativo la UAESPD, promoviendo la mejora continua de los sistemas de acueducto y alcantarillado.	Se plantean crear programas de mantenimiento correctivo para los sistemas de acueducto y alcantarillado en general. También adquirir todos los materiales y equipos necesarios para la caracterización del agua y la realización de campañas de promoción de la cultura del agua y el aseo en los ciudadanos, mientras se optimizan las rutas de barrido y limpieza del municipio.	No existe un plan de mantenimiento correctivo en los sistemas de acueducto y alcantarillado, al igual que se evidenció la falta varios equipos de caracterización fisicoquímica y microbiológica para agua potable y residual.
PARTICIPACIÓN SOCIAL EN LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	1. Fortalecer los procesos de participación social en la población urbana del municipio de San Luis de Gaceno	Proyecto enfocado en la realización de charlas educativas y de sensibilización dirigida a los usuarios para promover un uso y manejo adecuado de los servicios de acueducto y alcantarillado y un canal de comunicación efectivo entre usuarios y vocales de control con la UAESPD. También se plantea incluir a las instituciones educativas en esta tarea, que debe ir en línea con los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE). Finalmente busca que la comunidad se entere de los proyectos de agua potable y saneamiento básico formulados por el municipio, buscando la socialización respectiva.	Con base en las encuestas sociales se evidencio que el 80.15% de los encuestados no ha participado de ninguna charla o capacitación por parte de la UAESP, sobre el uso y manejo adecuado de los servicios de acueducto y alcantarillado.

Fuente: los autores.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- El desarrollo del plan de acción permitió establecer proyectos específicos, priorizando en los aspectos de mejora más relevantes en cada uno de los componentes del sector, su implementación permitirá a la UAESPD prestar un adecuado servicio de acueducto y alcantarillado, reduciendo costos e incrementando los niveles de satisfacción de los suscriptores.
- Mediante la realización del diagnóstico del área urbana, se identificó que las fuentes abastecedoras del acueducto se caracterizan por tener una buena calidad fisicoquímica y microbiológica, lo que permite que se registren niveles Sin Riesgos de calidad del agua para consumo humano, luego de realizar un adecuado tratamiento para dichas características.
- Mantener actualizado el esquema de estratificación municipal, genera ventajas económicas para la UAESPD, permitiéndole realizar cobros efectivos de las tarifas y evitando que establecimientos comerciales, industriales y oficiales se incluyan dentro de las tarifas residenciales de los estratos 1, 2 y 3 y viceversa.
- De acuerdo a los resultados obtenidos a partir del análisis social realizado, se identificó que la falta de un sistema de micromedición en el área urbana del municipio, no permite contabilizar el consumo real de agua de los suscriptores, lo cual genera afectaciones operacionales dentro de la red de distribución y pérdidas económicas para la UAESPD.
- La contaminación de las quebradas El Toro, La Sardinata y el Rio Lengupá se debe principalmente a la existencia de 12 puntos de vertimientos de aguas residuales, las cuales no cuentan con un tratamiento específico y que anualmente generan un elevado costo por concepto de tasa retributiva para el municipio.
- Teniendo en cuenta la extensión del área urbana del municipio, se determinó que la instalación de colectores interceptores para la unificación de los vertimientos y de un único emisario final, genera ventajas en el control y toma de muestras de calidad del vertimiento y facilita su inclusión a un futuro sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Partiendo de la evaluación realizada, se identificó que la UAESPD no cuenta con un análisis de riesgo detallado por desabastecimiento asociado a la calidad del agua, ni con la formulación del PGRDEPP, los cuales son instrumentos que permitirían un conocimiento más detallado de los riesgos sobre los sistemas de acueducto y alcantarillado.

7.2 Recomendaciones

- Con el fin de mejorar la prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado en el área urbana del municipio, se recomienda realizar las actividades propuestas en el Plan de Acción, teniendo en cuenta los indicadores para evaluar el avance y los tiempos estipulados para cada proyecto.
- Para asegurar una sostenibilidad en el servicio de acueducto y alcantarillado, la UAESPD debe cumplir a cabalidad con las disposiciones legales expuestas en el presente estudio.
- Como se evidencio en el análisis de los indicadores sectoriales, el área rural del municipio de San Luis de Gaceno, presenta falencias en cuanto a la cobertura de acueducto y alcantarillado, además de presentar Riesgo alto en la calidad del agua para consumo humano, por lo cual se recomienda que se realice un estudio a fondo sobre estos servicios públicos con en el objetivo de mejorar la prestación y la calificación general del municipio.

8. ANEXOS

A. Anexo: Modelo de encuesta aplicada y análisis de resultados.

Ilustración A- 1. Modelo de encuesta aplicada.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA WGLABA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704		ENCUESTA DIAGNOSTICO DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	
		Área Urbana de San Luis de Gaceno	
		Pasantía de grado – MVCT	

Fecha: Día ____ Mes ____ Año ____ Comercial ____ Residencial ____ Oficial ____

Nombre: _____ Teléfono: _____ Correo: _____

Dirección: _____ Barrio: _____ Estrato: _____

Objetivo: la presente encuesta, pretende conocer algunos aspectos de la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado del área urbana del municipio de San Luis de Gaceno, Departamento de Boyacá.]

En las preguntas del 1-7 marque con una X según corresponda 1: muy malo, 2: malo, 3: regular, 4: bueno y 5: muy bueno.

Servicio de acueducto y alcantarillado						
Nº	Pregunta	1	2	3	4	5
1	¿Cuál es su percepción de la calidad del agua que consume?					
2	¿Cuenta con el servicio de agua potable las 24h del día?					
3	La presión del agua es...					
4	¿Cómo usted califica el uso del agua en su hogar?					
5	¿Cómo califica el estado de las tapas y sumideros del alcantarillado del municipio?					
6	¿Cómo califica el estado de los caños de aguas negras del municipio?					
7	¿Cómo califica el servicio de acueducto y alcantarillado?					

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA WGLABA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704		ENCUESTA DIAGNOSTICO DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	
		Área Urbana de San Luis de Gaceno	
		Pasantía de grado – MVCT	

En las preguntas del 8-15 marque con una X según corresponda.

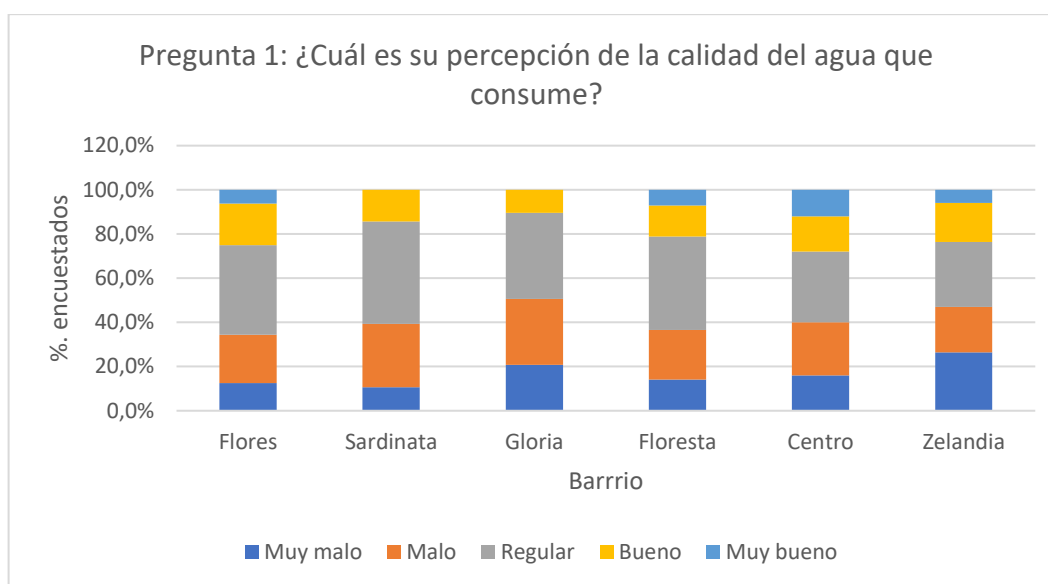
Nº	Pregunta	Sí	No	Observación
8	¿Sabe usted cuánta agua consume al mes?			
9	¿Alguna vez ha presentado enfermedades gastrointestinales por consumir agua de la llave?			
10	¿Se ha visto afectado de alguna forma por la exposición al agua residual en el municipio?			
11	¿Ha presentado fallas o interrupciones en el servicio de acueducto?			
12	¿Ha presentado peticiones, quejas o reclamos a la empresa de servicios públicos del municipio?			
13	¿Se ha visto involucrado en esquemas de participación ciudadana? (reuniones, capacitaciones o charlas)			
14	¿Está de acuerdo con la tarifa que se cobra por el servicio de acueducto y alcantarillado?			
15	¿Está de acuerdo con la implementación de un sistema de micro medición?			
16	¿Cree usted que aumentaría la tarifa que paga actualmente por estos servicios?			

Fuente: los autores.

Análisis de resultados encuestas aplicadas

La respuesta a la pregunta 1: ¿Cuál es su percepción de la calidad del agua que consume?, se evidencia que el 17.2% de los encuestados respondieron muy malo, el 15.1% respondieron malo, el 39% respondieron regular, el 14.2% respondieron bueno y el 4.5% respondieron muy bueno. La condición de regular en la calidad del agua predomina en los encuestados, debido a que manifiestan que en ocasiones el agua sale con alta concentración de cloro y en época de lluvia en ocasiones al abrir la llave al agua sale turbia o con barro.

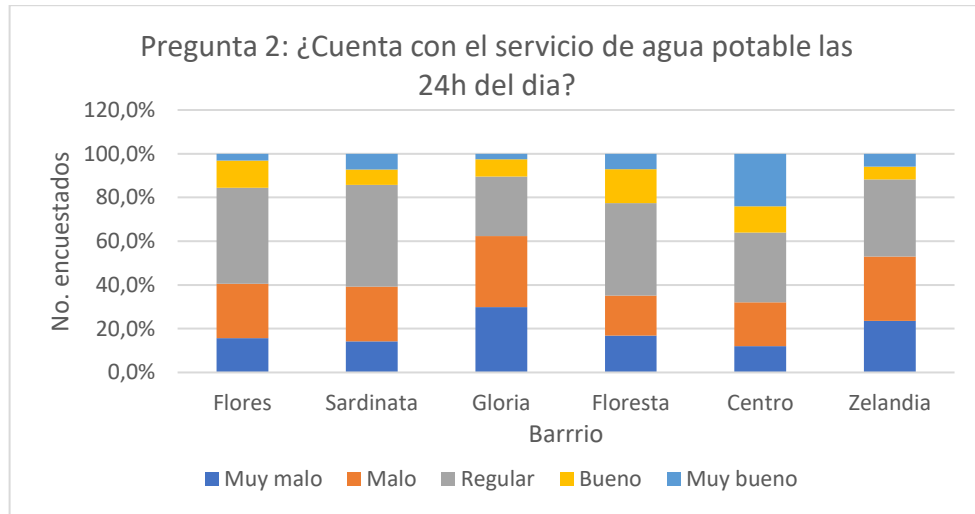
Gráfica A- 1. Encuesta pregunta 1.



Fuente: los autores.

La respuesta a la pregunta 2: ¿Cuenta con el servicio de agua potable las 24h del día?, se evidencia que el 20.6% de los encuestados calificaron la continuidad del servicio de acueducto como muy malo, el 25.5% respondieron malo, el 36.7% respondieron regular, el 10.5% respondieron bueno y el 6.7% respondieron muy bueno. La condición de regular en la continuidad del servicio es debido a que según los encuestados en épocas de sequía en toda el área urbana se realizan labores de sectorización del servicio, en barrios como la gloria el servicio en varias viviendas llega únicamente en horas de la noche o no llega, en los barrios restantes el servicio está presente por franjas horarias tales como 6 am – 8 am, 10 am – 11 am y en horas de la tarde de 6 pm – 9pm.

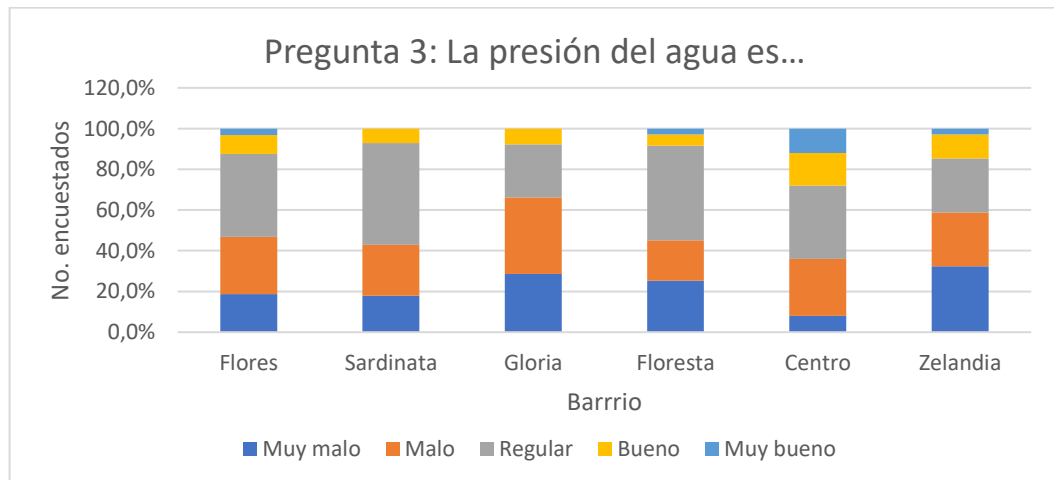
Gráfica A- 2. Encuesta pregunta 2.



Fuente: los autores.

La respuesta a la pregunta 3: ¿La presión del agua es...?, se evidencia que el 24% de los encuestados calificaron la presión del agua como muy malo, el 28.1% respondieron malo, el 36.7% respondieron regular, el 8.6% respondieron bueno y el 2.6% respondieron muy bueno. La condición de regular predomina en barrios como Sardinata, Centro, Floresta y Flores, mientras que la condición de malo predomina en los barrios Zelandia y Gloria, debido a que la gran mayoría de viviendas que cuentan con una segunda planta, el agua no llega hasta el tanque de almacenamiento, por lo que deben recurrir al bombeo o demás recursos para tener el servicio, además manifiestan varios encuestados que al momento de ducharse el agua no sale con buena presión, otra razón dicen algunos es que la baja presión es debido a que tubería contiene mucho aire.

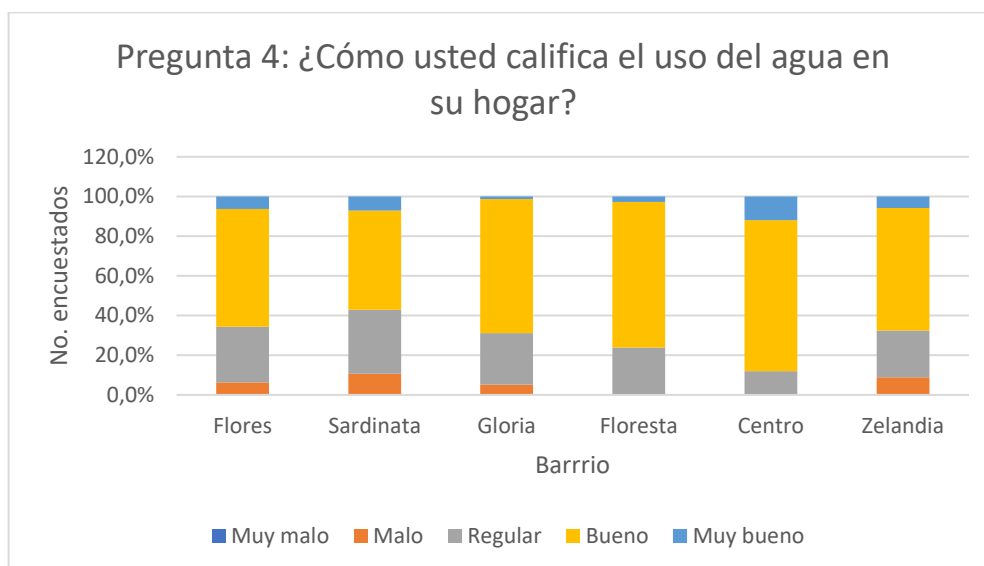
Gráfica A- 3. Encuesta pregunta 3.



Fuente: los autores.

La respuesta a la pregunta 4: ¿Cómo usted califica el uso del agua en su hogar?, se evidencia que el 0% de los encuestados se autoevaluaron en el uso racional del agua como muy malo, el 4.5% respondieron malo, el 24.7% respondieron regular, el 66.3% respondieron bueno y el 4.5% respondieron muy bueno. La condición de bueno en cuanto al uso que le dan al agua en el hogar predomina entre los encuestados, en donde manifiestan un uso eficiente del recurso mediante la reutilización del agua de la lavadora, ahorro mientras se duchan o se bañan los dientes y especialmente debido a la sectorización del servicio los encuestados manifiestan conciencia frente al uso del recurso

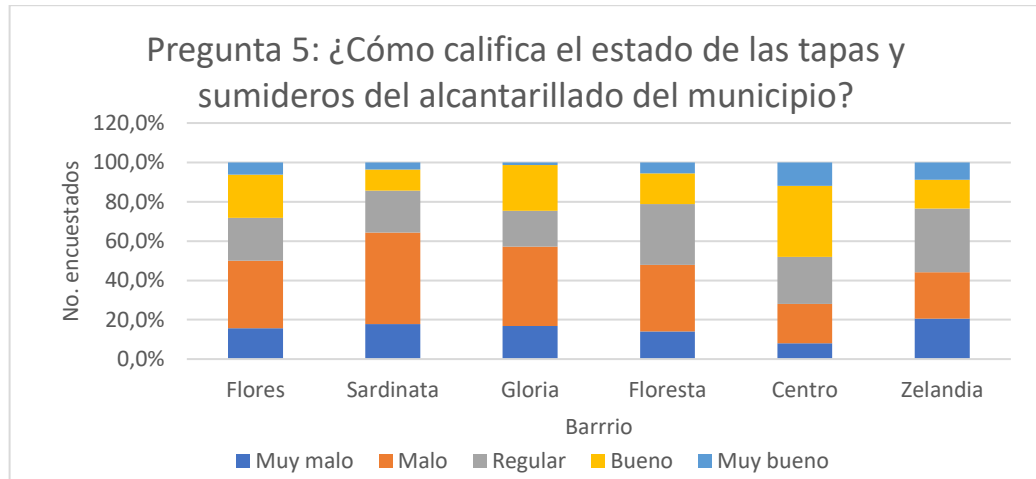
Gráfica A- 4. Encuesta pregunta 4.



Fuente: los autores.

La respuesta a la pregunta 5: ¿Cómo califica el estado de las tapas y sumideros del alcantarillado del municipio?, se evidencia que el 15.7% de los encuestados califican su estado físico como muy malo, el 34.5% respondieron malo, el 24.7% respondieron regular, el 19.9% respondieron bueno y el 5.2% respondieron muy bueno. El estado físico de las tapas y sumideros del alcantarillado según los encuestados es malo, debido a que en barrios como floresta en épocas de sequía estas presentan malos olores y en épocas de lluvia estas presentan colmatación y presencia de sancudos debido a la acumulación de basuras. En los barrios Zelandia y Sardinata debido a su cercanía con las quebradas El Toro y La Sardinata respectivamente, las tapas y sumideros en épocas de lluvia presentan colmatación y presencia de sancudos.

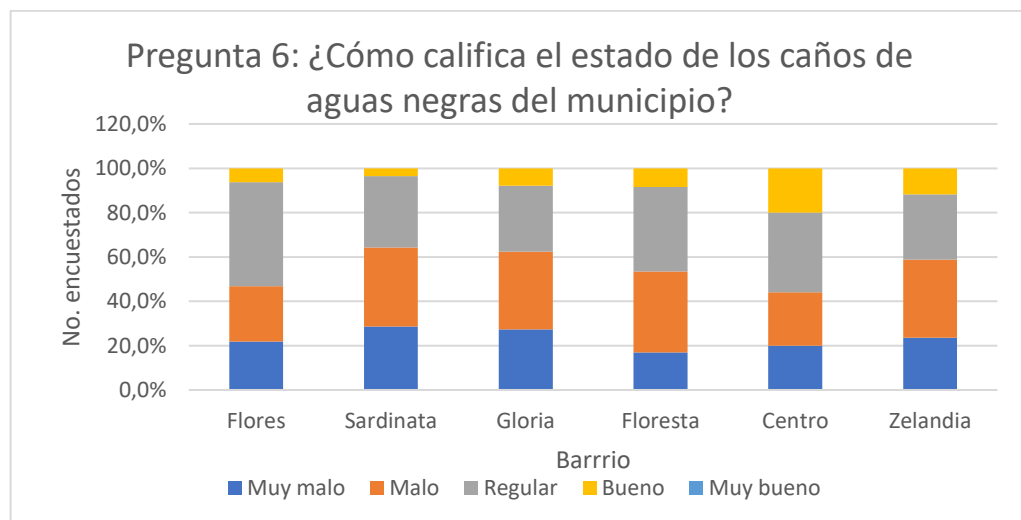
Gráfica A- 5. Encuesta pregunta 5.



Fuente: los autores.

La respuesta a la pregunta 6: ¿Cómo califica el estado de los caños de aguas negras del municipio?, se evidencia que el 22.8% de los encuestados califican el estado físico de los cuerpos receptores de aguas residuales (Q. El toro, Q. La Sardinata, caño la Porfía) como muy malo, el 33.3% respondieron malo, e 34.8% respondieron regular, el 9% respondieron bueno y el 0% respondieron muy bueno. El 91% de los encuestados califican los cuerpos receptores de las aguas residuales del municipio de manera negativa, en donde manifiestan en el caso de la Q. El toro y la Q. La Sardinata que se encuentran contaminadas debido a los vertimientos de cocheras y galpones en la parte alta de dichos cuerpos hídricos, a su vez opina que es debido a la mala conducta de algunos habitantes visto que los utilizan como botaderos de basura.

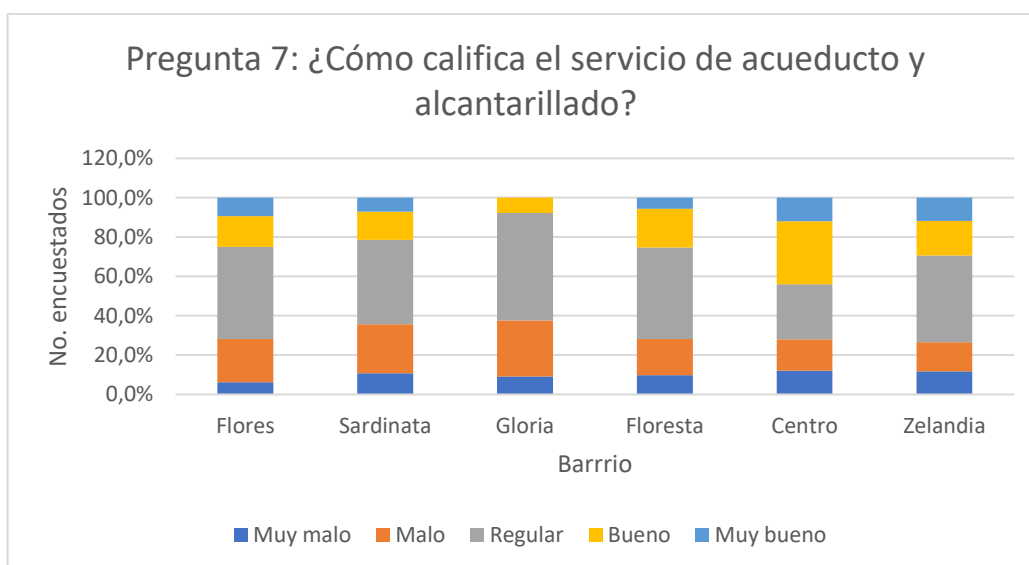
Gráfica A- 6. Encuesta pregunta 6.



Fuente: los autores.

La respuesta a la pregunta 7: ¿Cómo califica el servicio de acueducto y alcantarillado?, se evidencia que el 9.7% de los encuestados califican el servicio de acueducto y alcantarillado del área urbana del municipio como muy malo, el 21.7% respondieron malo, e 46.4% respondieron regular, el 16.1% respondieron bueno y el 6% respondieron muy bueno. La prestación del servicio en general los encuestados lo califican como regular, debido principalmente a las acciones de sectorización realizadas y a la presión del agua en el servicio en épocas de verano en relación con el servicio de acueducto, en cuanto al servicio de alcantarillado los encuestados manifiestan que la calificación es debido en barrios como floresta que es debido a los malos olores y los sancudos en los sumideros y alcantarillas ubicadas en las esquinas de las manzanas.

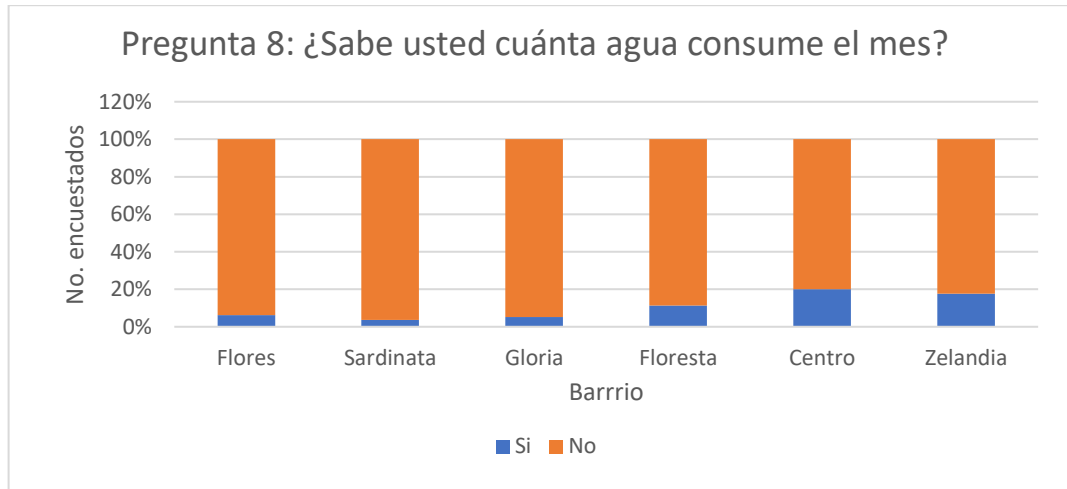
Gráfica A- 7. Encuesta pregunta 7.



Fuente: los autores.

La respuesta a la pregunta 8: ¿Sabe usted cuánta agua consume al mes?, se evidencia que el 9.74% de los encuestados manifiestan que si conocen la cantidad de agua que consumen al mes y el 90.26% de los encuestados manifiestan que no saben la cantidad de agua que consumen al mes, esto es debido a la falta de un sistema de micromedición y en donde los usuarios del servicio de acueducto según nos manifiestan no se encuentran interesados ya que al tener una tarifa de cobro fija por estrato socioeconómico, no importa cuánta agua se consuma, van a pagar el mismo valor cada mes.

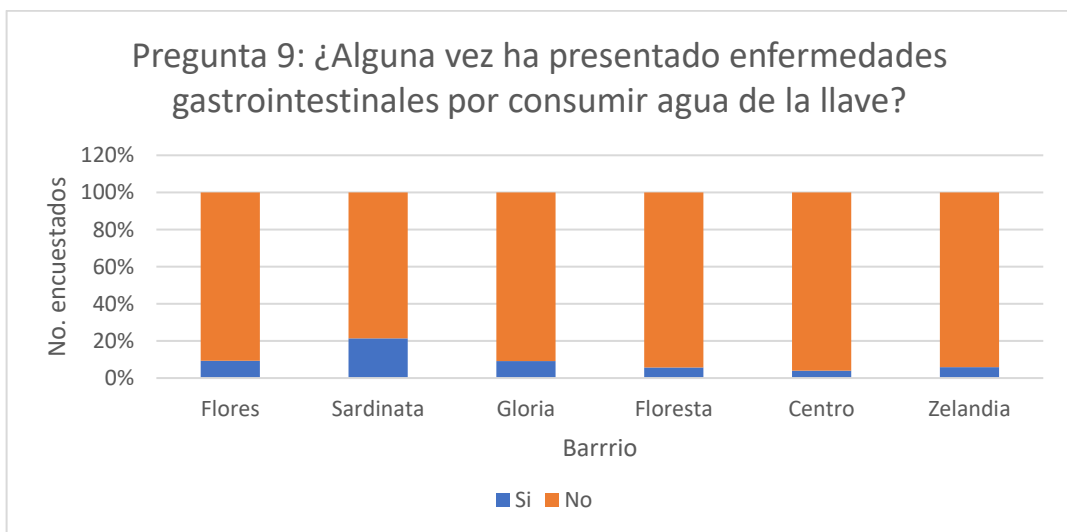
Gráfica A- 8. Encuesta pregunta 8.



Fuente: los autores.

La respuesta a la pregunta 9: ¿Alguna vez ha presentado enfermedades gastrointestinales por consumir agua de la llave?, se evidencia que el 8.61% de los encuestados manifiestan que si han padecido de enfermedades gastrointestinales, pero según manifiestan el consumo de agua puede ser una de las razones pero no la principal, consideran los encuestados, asimismo el 91.39% de los encuestados manifiestan que no han padecido de enfermedades gastrointestinales por consumo de agua, ya que la gran mayoría manifiestan que tienen filtros prefabricados o simplemente hierven el agua antes de consumirla.

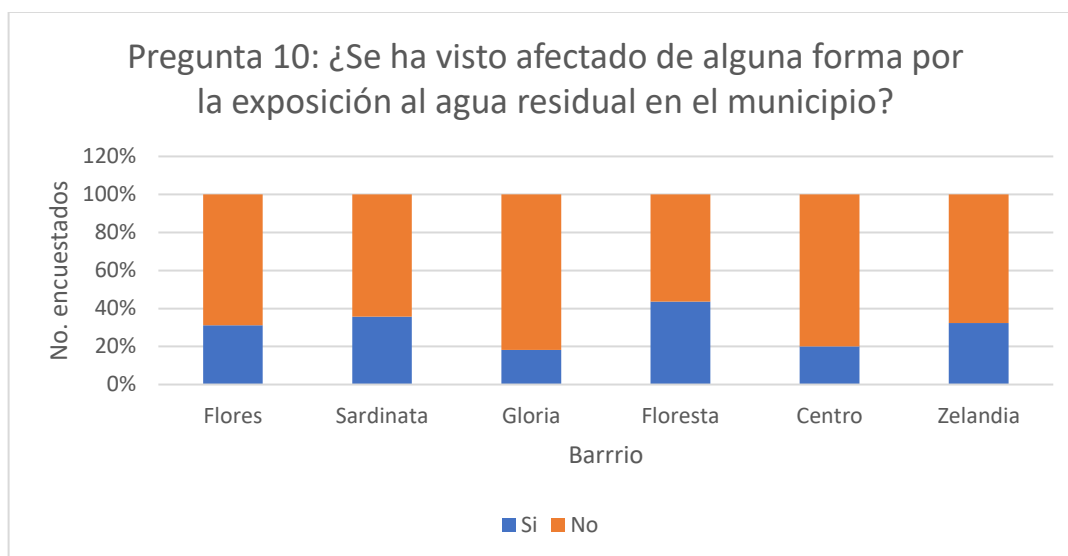
Gráfica A- 9. Encuesta pregunta 9.



Fuente: los autores.

La respuesta a la pregunta 10: ¿Se ha visto afectado de alguna forma por la exposición al agua residual en el municipio?, se evidencia que el 30.34% de los encuestados manifiestan que si se han visto afectados principalmente en épocas de lluvias ya que las alcantarillas y sumideros se colmatan y generan malos olores y presencia de sancudos, asimismo el 69.66% de los encuestados manifiestan que no se han visto afectados por la exposición al agua residual.

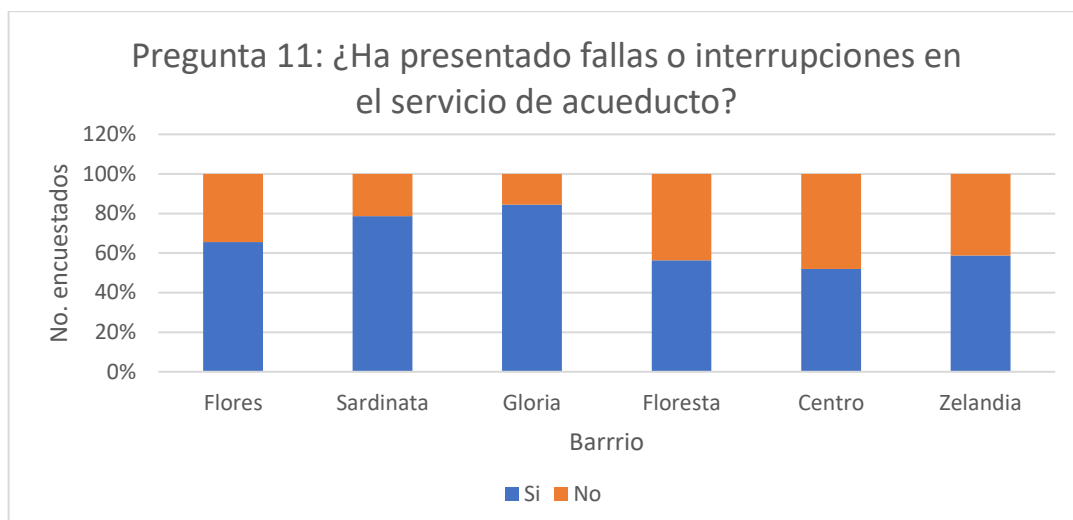
Gráfica A- 10. Encuesta pregunta 10.



Fuente: los autores.

La respuesta a la pregunta 11: ¿Ha presentado fallas o interrupciones en el servicio de acueducto?, se evidencia que el 67.79% de los encuestados manifiestan que si han presentado principalmente interrupciones en el servicio debido a que en épocas de sequía como se ha venido mencionando la UAESPD, realiza acciones de sectorización del servicio por barrios y en donde manifiestan que en ocasiones la UAESPD no comunica a los usuarios de manera pronta, por lo que los usuarios se dan cuenta de su interrupción cuando abren la llave y no sale agua, asimismo el 32.21% de los encuestados manifiestan que no han presentado fallas o interrupciones en el servicio.

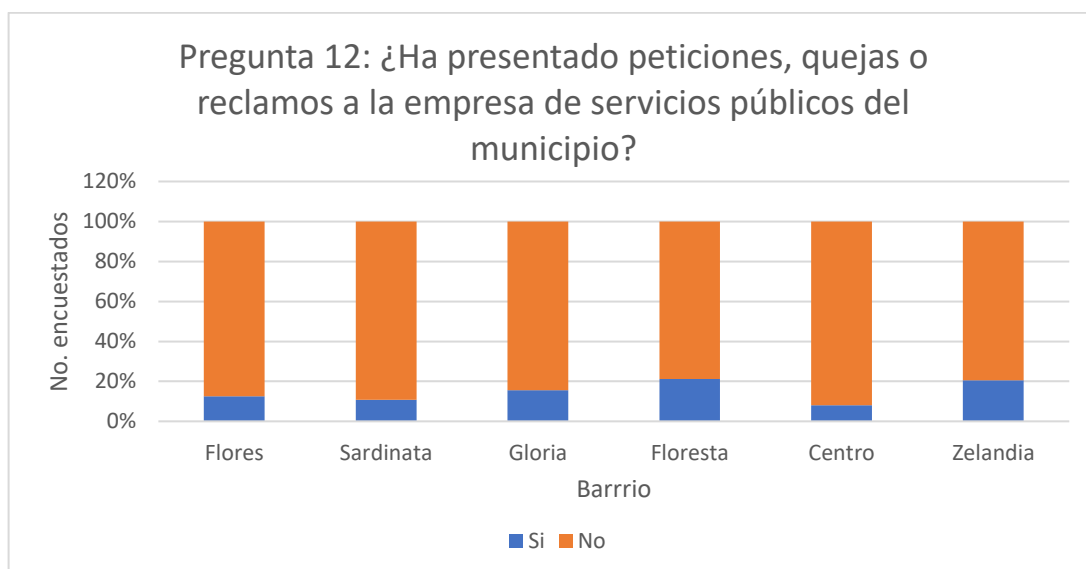
Gráfica A- 11. Encuesta pregunta 11.



Fuente: los autores.

La respuesta a la pregunta 12: ¿Ha presentado peticiones, quejas o reclamos a la empresa de servicios públicos del municipio?, se evidencia que el 16.10% de los encuestados manifiestan que, si han presentado PQR's, de forma escrita y telefónica, debido principalmente a interrupción del servicio, asimismo el 83.90% de los encuestados manifiestan que en ninguna ocasión han presentado PQR's, de manera oficial a la UAESPD.

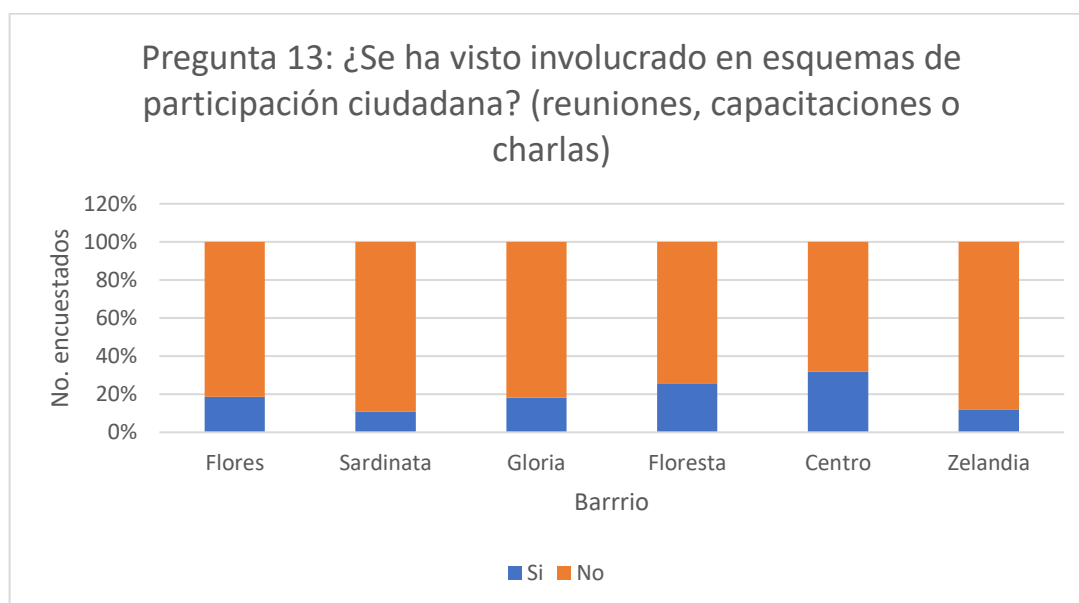
Gráfica A- 12. Encuesta pregunta 12.



Fuente: los autores.

La respuesta a la pregunta 13: ¿Se ha visto involucrado en esquemas de participación ciudadana? (reuniones, capacitaciones o charlas), se evidencia que el 19.85% de los encuestados manifiestan que, si han participado en charlas sobre agua, residuos y precauciones sobre el caracol africano, las cuales son realizadas por CORPOCHIVOR y la UAESPD, asimismo el 80.15% de los encuestados manifiestan que no han participado o no que no conocen sobre la realización de este tipo de charlas.

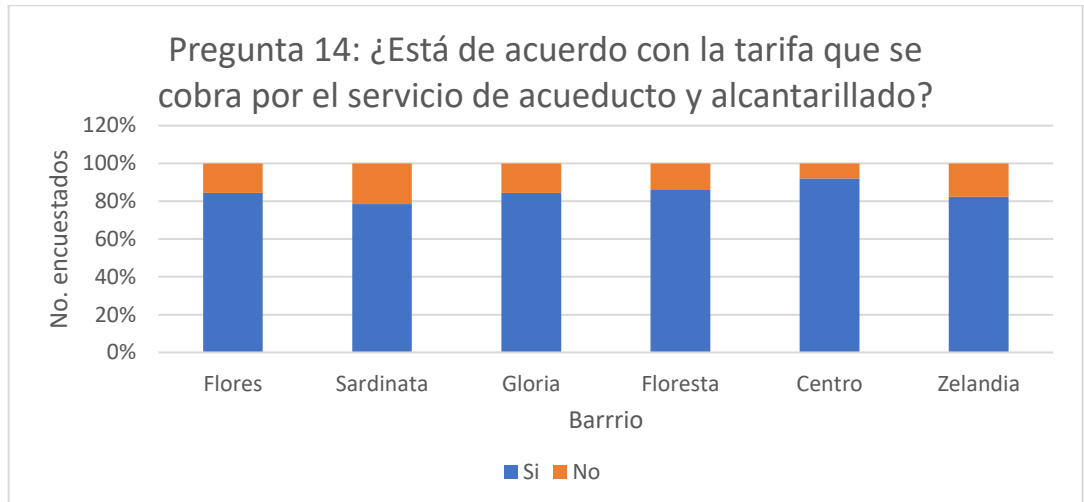
Gráfica A- 13. Encuesta pregunta 13.



Fuente: los autores.

La respuesta a la pregunta 14: ¿Está de acuerdo con la tarifa que se cobra por el servicio de acueducto y alcantarillado?, se evidencia que el 84.64% de los encuestados manifiestan que si están de acuerdo con la tarifa de cobro actual, asimismo el 15.36% de los encuestados manifiestan que no están de acuerdo con el cobro, entre las razones se evidencio que es debido a que se consume menos de lo facturado o son conscientes de que consumen más agua de lo facturado (piscinas, lavadora, 3 baños al día, ocupación residencial de 10 personas o más).

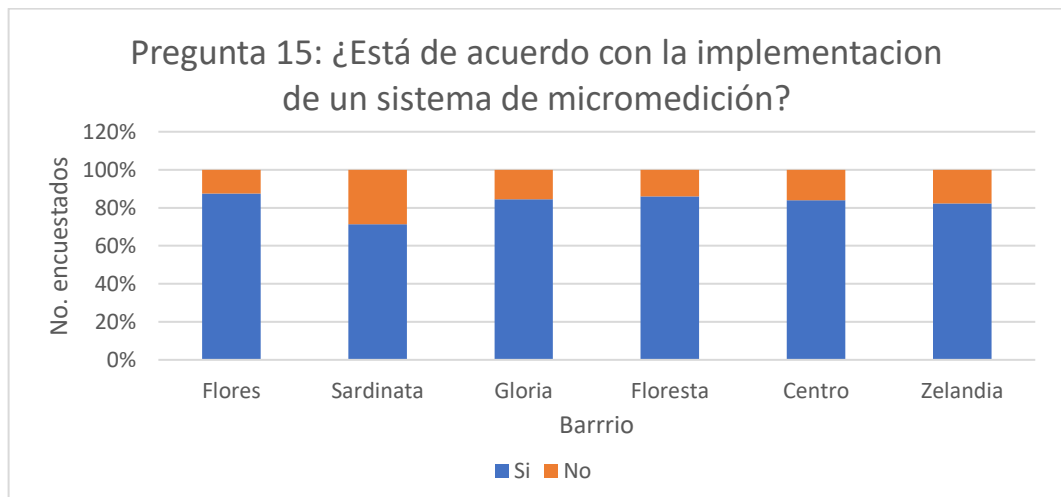
Gráfica A- 14. Encuesta pregunta 14.



Fuente: los autores.

La respuesta a la pregunta 15: ¿Está de acuerdo con la implementación de un sistema de micromedición?, se evidencia que el 83.52% de los encuestados manifiestan que si están de acuerdo con la implementación de un sistema de micromedición, ya que con esto se frenaría el desperdicio de algunos usuarios o de establecimientos como los hoteles, ya que al tener piscinas deberían pagar de acuerdo a su consumo real de agua, asimismo el 16.48% de los encuestados manifiestan que no es necesario la implementación de este sistema ya que nos dicen que San Luis de Gaceno es un municipio rico en agua, otra razón es que temen que debido a que la red de tuberías presenta aire, la medición seria inexacta y afectaría el cobro de la tarifa de consumo.

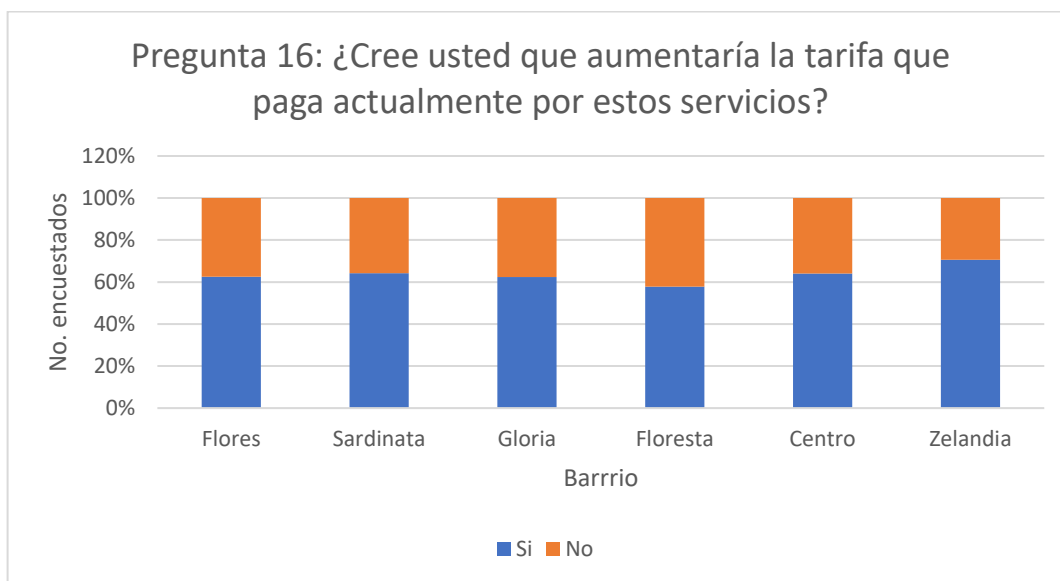
Gráfica A- 15. Encuesta pregunta 15.



Fuente: los autores.

La respuesta a la pregunta 16: ¿Cree usted que aumentaría la tarifa que paga actualmente por estos servicios?, se evidencia que el 62.55% de los encuestados manifiestan que si se aumentaría la tarifa que pagan por los servicios de acueducto principalmente, debido a que consumen más de 20 m³/mes, que corresponde al cargo fijo mensual, asimismo el 37.45% de los encuestados manifiestan que no se vería incrementado la tarifa de pago, debido a que dicen que consumen menos de lo facturado.

Gráfica A- 16. Encuesta pregunta 16.



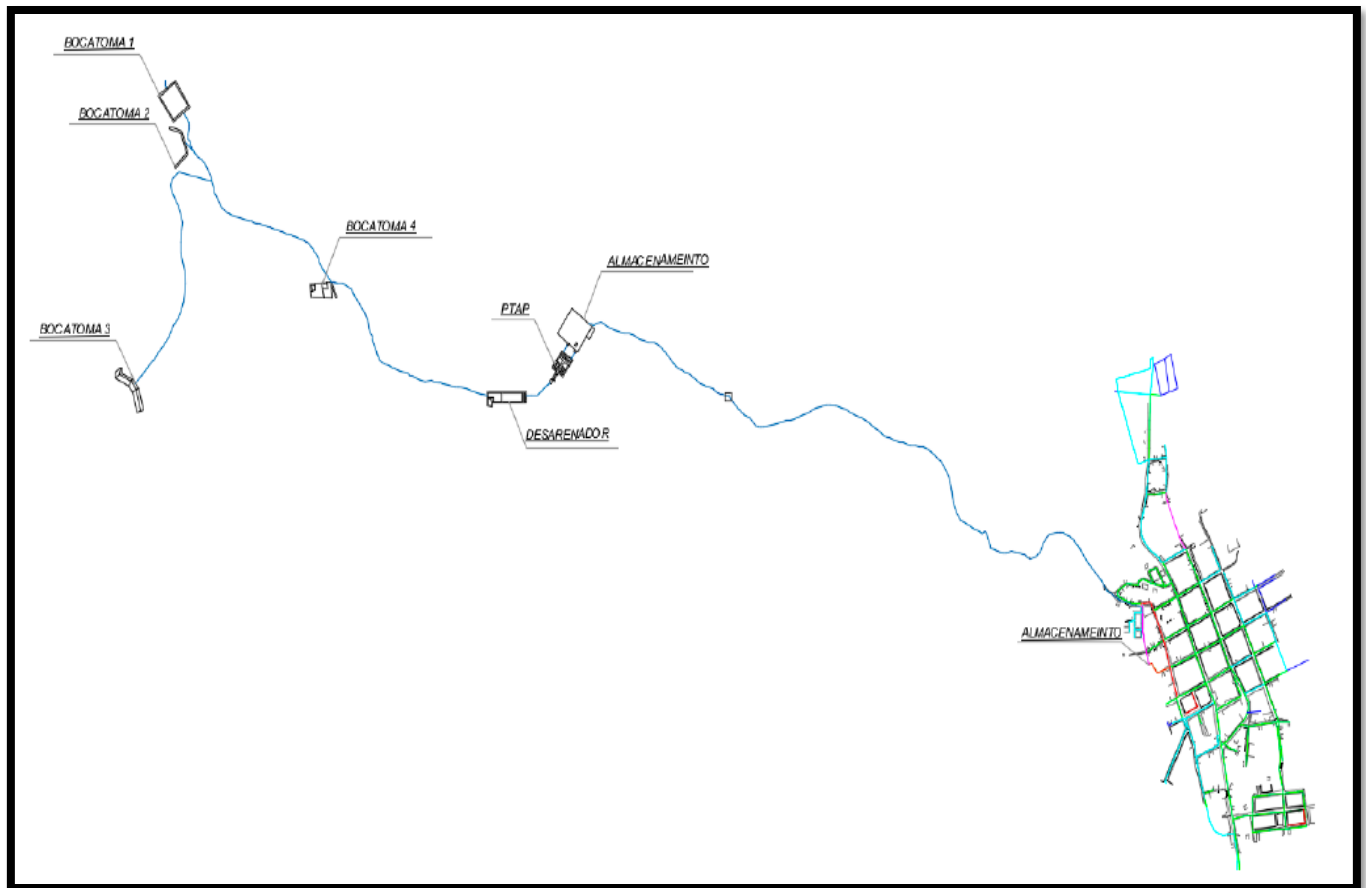
Fuente: los autores.

B. Anexo. Inventario de infraestructura

Sistema de Acueducto

En la ilustración B-1, se evidencia el esquema general del sistema de acueducto del área urbana del municipio de San Luis de Gaceno.

Ilustración B- 1. Esquema sistema de acueducto.



Fuente: Plan de emergencias y Contingencia – PEC [15]

- **Bocatomas:** Para el abastecimiento del área urbana del municipio, existen tres bocatomas actualmente: Q. Varsoviana (bocatoma 1), Q. Agua Nueva (bocatoma 2), Nacimiento La Granja (bocatoma 3) y Q. La Escalera (Bocatoma 4), la cual es usada como alternativa; Se realizó la visita a cada una de ellas, en donde se logró observar su infraestructura, junto con la medición de los caudales de las bocatomas 1 y 2, y la toma de muestras que serían enviadas para análisis de calidad a CORPOCHIVOR.

Tabla B- 1. Inventario fotográfico Bocatomas.

INVENTARIO FOTOGRÁFICO		
	QUEBRADA	BOCATOMA
Bocatoma 1: La Varsoviana		
		
La quebrada La Varsoviana se encuentra ubicada en la vereda El Cairo del municipio de San Luis de Gaceno. Cuenta con una estructura tipo Dique, visiblemente en buen estado, cuenta con una tubería de salida de 4" con una extensión de aproximadamente 200 m hasta su unión con la línea de aducción de Agua Nueva. La calidad del agua se aprecia de buena calidad en sus características físicas.		

Bocatoma 2: Agua Nueva		
Bocatoma 3: La Granja	 La Granja es un nacimiento de agua que se presenta en la cota más baja comparada con las otras dos bocatomas. Esta presenta una estructura hidráulica de captación conectada a la red de aducción y es empleada, en la mayoría de los casos, cuando las otras dos captaciones presentan algún problema o requieren algún trabajo de mantenimiento. Cuenta con una salida en tubería de 4" con una extensión aproximadamente de 20 m hasta su unión con la línea de aducción de Agua Nueva y La Cascada.	

Fuente: los autores.

- **Redes de aducción:** la red de aducción fue identificada con conexiones de diferentes materiales dentro de los cuales se observaron tuberías en PVC y mangueras de presión de polietileno de 4 pulgadas. Se observaron rupturas en la red y diferentes tipos de válvulas para el sistema de purgado y control del caudal, además durante su trayecto existen 3 pasos elevados hasta su llegada al desarenador.

Tabla B- 2. Inventario fotográfico redes de aducción.

ESTRUCTURA HIDRÁULICA	IMAGEN
Manguera de presión en polietileno	
Válvulas de purga: permiten la salida del aire de las tuberías	
	Estas válvulas son empleadas para expulsar el aire que contenga la tubería. Normalmente se ubican en los puntos pico de la red, aunque estas se evidenciaron también en los valles presentando escapes del recurso, entre otras fallas hidráulicas. En otras partes de la tubería se realizaron agujeros para cumplir esta función sin hacer uso de una válvula.
Válvulas de control de flujo	 Estas válvulas son empleadas para controlar el flujo de agua proveniente de las bocatomas. Dentro de sus usos, se emplean cuando se realizan mantenimientos en las bocatomas 1 y 2, mientras se pone en operación la bocatoma 3, la cual queda después de este punto de control. De igual forma se emplea para frenar el flujo de agua cuando se presentan emergencias o cualquier inconsistencia respecto a las bocatomas 1 y 2.

Fuente: los autores y [38].

- **Desarenador:** Estructura construida en concreto reforzado, semienterrado con dimensiones de 6.5 m. por 1.45 m, con una profundidad de 0.60 m y se compone por 2 cámaras en donde se sedimentan los sólidos más grandes. En esta estructura hidráulica de flujo horizontal se remueven las partículas suspendidas que causan la turbiedad y color en el agua. Estas partículas tienen dos características específicas: tamaños muy pequeños y una carga eléctrica similar que hace que se repelen unas a otras [39].
- **Macromedidores:** el sistema de acueducto del municipio, cuenta con los medidores que se muestran a continuación, los cuales se sitúan a la entrada y a la salida de la PTAP. Permiten regular las pérdidas de agua y controlar los volúmenes de agua que son tratados.

Tabla B- 3. Inventario fotográfico macromedidores.

REDES DE INGRESO A LA PTAP	MACROMEDIDOR
	
Se presenta la tubería de ingreso la cual se une por medio de una "T" después de pasar por el desarenador y es controlada con válvulas de aguja.	El medidor marca GENE BRE presenta señales de antigüedad, con óxido y falta de tornillos. Por su apariencia se podría inferir que no ha sido calibrado o reparado en mucho tiempo; demostró en el momento de la visita una medida de 940.000 m³.

Fuente: los autores.

- **Planta de tratamiento de agua potable:** es una planta de tipo convencional con un conjunto de estructuras y sistemas hidráulicos cuyo objetivo es darle características aptas para el consumo humano. Se emplean compuestos químicos como el Sulfato de Aluminio, como coagulante suministrado al ingreso de la planta e Hipoclorito de calcio, como desinfectante suministrado en el taque de almacenamiento al finalizar el proceso de potabilización. Para el momento de la visita se registró un caudal de 11,3 m³ de agua tratada.

Ilustración B- 2. Planta de Tratamiento de Agua Potable.



Fuente: los autores.

Tabla B- 4. Estructuras hidráulicas del sistema de tratamiento.

ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO		
Canaleta Parshall: adición de coagulante		
Mezcla rápida - Coagulación	La coagulación es la neutralización de las partículas para que se puedan aglomerar con el objetivo de aumentar su peso y así lograr que se precipiten. Para esto se emplean coagulantes como el Sulfato de Aluminio Tipo A líquido, que es aplicado en el resalto hidráulico del vertedero de la canaleta parshall y también se aplica cal para estabilizar el pH del agua cruda. La estructura de dosificación está conformada por: un tanque de polietileno de 200 litros que alimenta una bomba dosificadora con capacidad de 4,0 l/h, la cual aplica la dosis de coagulante.	

Dosificación del coagulante líquido - Prueba de jarras		La dosis óptima de coagulante se determina mediante las pruebas de jarras y se calculan multiplicando el caudal. El calculo de un dosificador en solución son los siguientes: $Q = Q \times \frac{D}{C} = \frac{1}{s} \text{ ó } \frac{m^3}{día}$ $V = Q \times T_0 = m^3$ $P = Q \times D = \frac{mg}{s} \text{ ó } \frac{kg}{día}$ $P_0 = P \times \frac{T_0}{24} = kg$ $q_{max} = Q \times \frac{D_{max}}{C} = \frac{1}{s} \text{ ó } \frac{l}{hora}$ $q_{min} = Q \times \frac{D_{min}}{C} = \frac{1}{s} \text{ ó } \frac{l}{hora}$ $R = q_{max} - q_{min} = \frac{l}{hora}$
Donde: q = Caudal de sulfato de aluminio líquido a dosificar. Q = Caudal de agua cruda que se está tratando en la planta. D = Dosis óptima de coagulante (prueba de jarras) (mg/l). C = Concentración del coagulante (dato de fabricante) (%). T₀ = Tiempo de aplicación del sulfato líquido. P = Consumo del reactivo.		
Floculador hidráulico		Sistema hidráulico tipo Alabama de dos unidades que constan de 9 celdas o cámaras de floculación cada una. Sus dimensiones son de 0,80m de largo y ancho y 1,62 de profundidad. Las celdas están conectadas por tubería PVC de 6" y para controlar el flujo de entrada en la primera celda se encuentra una válvula de tipo mariposa y la última celda entrega las aguas al sedimentador por medio de una tubería PVC de 6" con orificios de 2" en la parte superior e inferior con espacios entre ellos de 2,50 cm. Cada celda presenta diferentes gradientes de velocidad lo cual garantiza la formación de flóculos antes de su paso al sedimentador.

Tanque de sedimentación	 En esta estructura hidráulica se disminuye la velocidad del agua a niveles muy bajos y gracias a los procesos anteriores, los floculos formados se asientan en el fondo. Dependiendo de la calidad de la prueba de jarras este proceso será mas óptimo. Esta conformado por dos sedimentadores de alta tasa de 2,46m de largo y ancho y 2,34m de profundidad, la zona de sedimentación es de tipo colmena de tubos de PVC de 2", con una longitud de 0,80m y una inclinación de 60° respecto a la horizontal. Cuenta con un canal en concreto de 0,20 x 0,10 x 2,46 cm, que recoge las aguas clarificadas. En el fondo del tanque hay una válvula de mariposa que permite extraer los lodos de los sedimentadores y conducirlos a la red de drenaje, ya que no existen lechos de secado en la PTAP.
Sistema de filtros rápidos	 Este sistema esta conformado por un modulo de cuatro filtros rapidos, autolavantes, de flujo descendente. Cada unidad es un tanque de concreto reforzado, el cual tiene un área superficial de 0,88 m2 y una profundidad de 4,60m. Cada filtro posee un canal en concreto, de 0,76 x 0,25 x 0,20m que conduce las aguas de lavado hacia un orificio de diametro de 6" de salida, con una valvula de compuerta. Cada filtro esta constituido por lechos mixtos de arena y antracita. Los filtros presentan fondos en forma de "V", el cual se encarga de entregar el agua efluente a un canal general de aguas filtradas.

Fuente: los autores, basado en Manual de Operación PTAP San Luis de Gaceno [39].

- **Proceso de desinfección:** El efluente de agua filtrada es recibido en dos tuberías PVC de 4" donde se aplica el cloro líquido (hipoclorito de calcio) mediante una bomba dosificadora de 1,8 l/h. Esta bomba debe garantizar la desinfección constante del agua, manteniendo la eficacia y garantizando que el sistema reciba continuamente y la cantidad proporcional al gasto, para eliminar la población bacteriana y patógena.

El tiempo de desinfección es un factor muy importante, ya que este está planteado con un mínimo de 15 minutos para que el cloro actúe, pero es preferible que este proceso llegue a varias horas para así garantizar que el color residual no llegue al consumidor, haciendo que se presenten olores y sabores en el agua. Para conocer estos parámetros se deben practicar “Ensayos de Demanda de Cloro” por los operadores de la planta [39].

Tabla B- 5. Inventario fotográfico tanque de almacenamiento.

Tanque de almacenamiento: adición de hipoclorito de Calcio	 
Tubería de control	

Fuente: los autores.

- **Redes de distribución:** el sistema de acueducto presenta redes de distribución en PVC y son conectadas bajo la suscripción al servicio de usuarios antiguos y nuevos.

Tabla B- 6. Inventario fotográfico redes de distribución.

TUBERÍA DE INGRESO DOMICILIARIO	
	
La mayoría de los suscriptores antiguos presentan la infraestructura que se muestra en las imágenes, producto de una instalación fallida de micromedidores, los cuales presentaron daños y no fueron calibrados, hasta que finalmente fueron retirados en su totalidad, dejando así solo el tubo de ingreso del acueducto.	

Fuente: los autores.

Sistema de alcantarillado

El sistema de alcantarillado del municipio permitió evidenciar grandes falencias. Partiendo de que se trata de un sistema mixto, es decir que colecta aguas lluvia y aguas sanitarias. El municipio no cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y actualmente presenta numerosos puntos de vertimientos en las quebradas el Toro y la Sardinata, las cuales desembocan en el río Lengupá.

- **Red de tuberías:** el municipio cuenta con un sistema de alcantarillado con una longitud total de 8540,4 metros, constituida por 134 tramos con diámetros que oscilan entre 8" y 36", las cuales se distribuyen de la forma en que se muestra en la tabla 5-26. La tubería tiene una variedad de materiales distribuidos en toda la red. Existen 1.851,9m de tubería en concreto lo cual equivale al 19% de la red, 3.919,6m son de Gress que equivale al 44% y 3.345,8m son en tubería de PVC siendo el 37% de la red de alcantarillado del municipio [13].

Tabla B- 7. Inventario de tuberías de alcantarillado.

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (EN PULGADAS)	LONGITUD (M)
8	3245,1
10	2128
12	2258,3
14	569,2
16	109
18	120,4
36	110,4

Fuente: Empresa Departamental de Servicios Públicos de Boyacá [13].

- **Colectores del sistema de alcantarillado:** existen 13 colectores primarios y 121 secundarios. No existen colectores interceptores ya que no se cuenta con unificación de vertimientos y por ende tampoco se cuenta con colectores finales o emisarios finales.

Tabla B- 8. Inventario fotográfico alcantarillas.

Imagen	Descripción
	En esta alcantarilla se encontró un flujo constante de aguas negras provenientes de uno de los barrios del municipio. Por su particular tapa hecha a forma de rejilla con barras de acero, esta alcantarilla contenía gran cantidad de basura de todo tipo.
	Esta alcantarilla no presentaba su tapa. Se encuentra ubicada a tan solo metros de una zona de casas prefabricadas y de autoconstrucción del barrio La Sardinata, con alta influencia de malos olores y proliferación de vectores. Esta se encuentra anterior a uno de los puntos de vertimientos que llegan a la quebrada La Sardinata.
	Estas alcantarillas se encuentran sobre el canal subterráneo de la quebrada La Porfía que atraviesa todo el barrio Centro del municipio. Las alcantarillas se encuentran en buen estado debido a que se encuentran en una de las vías principales del municipio.

Fuente: los autores.

Tabla B- 9. Inventario fotográfico sumideros.

Los sumideros que se encontraron por el municipio en su gran mayoría se encontraban secos y con presencia de plantas y pastos debidos a la época de sequía que atravesaba el municipio para ese momento. Las rejillas se encuentran en buen estado, aunque no fue posible evaluar su funcionamiento dentro del sistema de alcantarillado. Requieren mantenimiento para que cuando llegue la época de lluvias, estas no sufran taponamientos.	
	

Fuente: los autores.

Tabla B- 10. Inventario fotográfico redes de alcantarillado.

IMAGEN	DESCRIPCIÓN
	Se identificaron tuberías en PVC de descarga de aguas residuales domiciliarias, que para este caso serían vertidas en la quebrada la Porfía, antes de su canalización subterránea. Más exactamente en el barrio La Gloria. Cabe resaltar que el sistema en este punto permite evidenciar que se mezclan aguas lluvias con aguas residuales domésticas.
	En esta imagen se muestra la cota más baja de la quebrada La Porfía. Se evidencia la infraestructura de la canalización que se realizó para que esta atravesara el municipio de forma subterránea. Según información de la población residente, esta infraestructura está compuesta por techo y pared, y solo en la llegada al punto de vertimiento se construyó la superficie inferior de este canal rectangular.
	Quebrada La Porfía en el punto de vertimiento: se evidencian emisiones de vapores y olores que permiten confirmar que está quebrada contiene aguas negras de los barrios La Gloria, Centro, entre otros por los que esta se cruza. Los suscriptores solo hacen sus vertimientos de alcantarillados a esta quebrada sin evaluar la afectación de su infraestructura subterránea. Cabe resaltar que, en su cota más alta, está quebrada se encuentra completamente seca (primera imagen de este cuadro)

Fuente: los autores.

Tabla B- 11. Inventario fotográfico puntos de vertimientos.

Imagen	Descripción
	En esta imagen se evidencia el vertimiento que puede ser el más importante del municipio. La quebrada La Porfía desemboca en el Río Lengupá y presenta grandes fallencias estructurales, ya que este punto de vertimiento ha sido deteriorado por falta de mantenimiento y el concreto se demuestra fracturado gravemente.
	Este punto de vertimiento se encuentra en la quebrada La Sardinata, la cual presenta una gran cantidad de puntos de vertimientos como el que se evidencia en esta imagen. Algunos más contaminados que otros.
	Este punto de vertimiento también se realiza a la quebrada La Sardinata. Son en tuberías de Gres bastante antiguas por lo visto. En este punto se observó como la coloración de la quebrada ha sido alterado por su carga contaminante.



Este punto de vertimiento se encuentra en la quebrada El Toro, recogiendo aguas negras de barrios como Villa Zelandia. Así como este punto, que se evidencia en la parte inferior de un puente vehicular, se presentan varios puntos de vertimientos en esta quebrada que pueden presentar las mismas condiciones a lo largo de la misma. Aunque su estructura exterior es en concreto, se puede inferir que las tuberías son de Gres, un material bastante antiguo de poca resistencia y fáciles averías.



En esta imagen se evidencia un canal superficial que recibe las aguas residuales de uno de los vertimientos. Este canal se dirige a la quebrada La Sardinata y permite evidenciar la cantidad de material orgánico que transporta, junto con residuos de detergentes. Presenta olores y proliferación de vectores.

Fuente: los autores.

C. Anexo. Programas y proyectos PSMV

Tabla C- 1. Programas y proyectos PSMV.

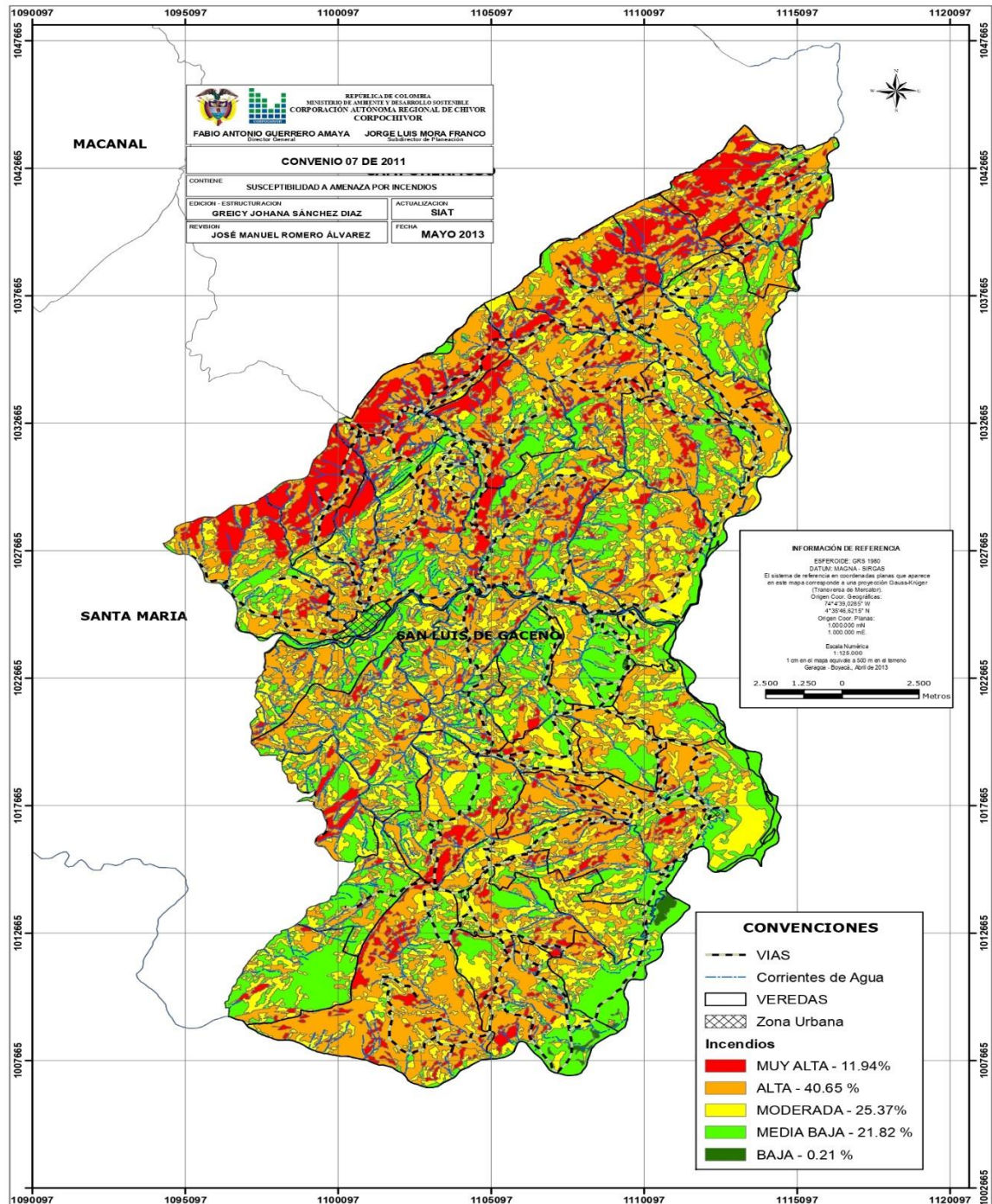
No	PROYECTO	RESPONSABLE	META
PROGRAMA OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO			
1	Desviación del sistema de combinado de la línea la Porfía en la carrera 4 entre calles 5 y 4, y en la calle 5 entre carreras 5 y 4 y reposición de la línea comprendida por la calle 5 entre carreras 4 y 3. Proyecto correctivo para optimizar el componente de transporte de aguas residuales del sector.	Administración municipal	Para el año 2015
2	Reposición de línea comprendida por la carrera 3 entre calles 5 y 3. Proyecto preventivo para aumentar la capacidad de esta línea teniendo en cuenta el caudal transportado por tramos anteriores a éste, previniendo así problemas de rebose.	Administración municipal	Para el año 2013
3	Interceptar el sistema combinado de la línea la Porfía e inclusión a la red principal sobre la carrera 3 entre calles 3 y 4, calle 3 entre carreras 3 y 2. Proyecto correctivo del flujo diagonal de las manzanas del sector en referencia.	Administración municipal	Para el año 2012
4	Interceptar el sistema combinado de la línea la Porfía e inclusión a la red principal sobre la calle 4 entre carreras 3 y 4. Proyecto correctivo del flujo diagonal de las manzanas del sector en referencia.	Administración municipal	Para el año 2013
5	Expansión del servicio de alcantarillado según requerimientos urbanísticos	UAESPD	Desarrollado a lo largo del PSMV
6	Limpieza de colectores, reconstrucción de redes y colectores en mal estado. Se incluye: reposición de pozos, limpieza y recubrimiento de muros y resane de piso. Proyecto correctivo y preventivo de mantenimiento de red. Se incluye reconstrucción de 7 pozos, mantenimiento con limpieza a 48 colectores y recubrimiento de muros y resane de piso a 21 cámaras de inspección	UAESPD	Desarrollado a lo largo del PSMV
PROGRAMA DE EXPANSIÓN E INICIO DE LÍNEAS DE DESCONTAMINACIÓN Y SANEAMIENTO			
7	Intercepción del Caño La Porfía en inmediaciones del Barrio Los Fundadores y canalización en tubería novaloc de 24" hasta la Cra 6 (80ML). Proyecto correctivo para iniciar la protección del recurso la Porfía en la parte alta. Primera etapa del proyecto de desviación del recurso hacia la Quebrada la Sardinata.	Administración municipal	Para el año 2008
8	Canalización del caño La Porfía en la intersección del mismo con la carrera 6 y conducción por la línea de corriente en tubería novaloc de 36" hasta su intersección con la Carrera 5 (110ML). Segunda etapa del proyecto de desviación del recurso hacia la Quebrada La Sardinata. Proyecto correctivo para continuar con el saneamiento del recurso La Porfía mediante la conducción de sus aguas hacia la Quebrada La Sardinata.	Administración municipal	Para el año 2009
9	Construcción de la línea final de conducción del Caño La Porfía hacia la Quebrada la Sardinata, desde la intersección de la carrera 5 con su línea de flujo normal hasta su intersección con el recurso La Sardinata (285ML). Tercera etapa del proyecto correctivo para finalizar con el saneamiento de recurso La Porfía en la zona alta del casco urbano municipal	Administración municipal	Para el año 2010
10	Intercepción de La línea La Porfía en la calle 3 con carrera 2 y construcción de línea final en tubería PVC de 16" hasta su entrega a la proyección del viaducto proyectado sobre la Quebrada El Toro en la intersección de la Carrera 1 con Calle 1 (342ML). Proyecto correctivo para eliminar el vertimiento que se presenta sobre el predio del señor Marcos Espinel mediante la intercepción del último tramo de la línea La Porfía y su	Administración municipal	Para el año 2011

	conducción hacia el sitio proyectado para a PTAR de conjunto El Toro y La Porfía.		
11	Construcción de la línea de aguas lluvia sobre la carrera 2 entre calles 3 y 6 hasta conducir las aguas al sector actual de descole de la bóveda de la línea Porfía, con tubería PVC de 73,42 en 16" y 181,94 en 24" para un total de 255,26 ML de línea pluvial. Proyecto preventivo para proteger el área urbanística del sector afectado.	Administración municipal	Para el año 2016
PROGRAMA DE SANEAMIENTO DE VERTIMIENTOS			
12	Construcción del interceptor en el área aferente de la quebrada La Sardinata sobre margen izquierda interceptando la línea ubicada en la intersección de la carrera 3 con calle 12 y conducir esta línea hasta la proyección de la calle 11 con la proyección de la carrera 1 en una longitud de 281,38 ML, 236,3 en tubería de 16" y 45,08 en tubería de 12". Proyecto preventivo para iniciar la línea de descontaminación del sector de la Quebrada La Sardinata siguiendo los estudios realizados para el saneamiento del sector.	Administración municipal	Para el año 2013
13	Construcción del interceptor en el área aferente de la quebrada La Sardinata sobre margen derecha interceptando la línea ubicada en la intersección de la carrera 3 con calle 8 y conducir esta línea hasta la proyección de la calle 9 con la proyección de la carrera 0 en una longitud de 400,97 ML, 54,12ML en tubería de 16" y 346,85 en tubería de 12". Proyecto preventivo para iniciar la línea de descontaminación del sector de la Quebrada La Sardinata siguiendo los estudios realizados para el saneamiento del sector.	Administración municipal	Para el año 2014
14	Construcción del viaducto sobre la Quebrada La Sardinata en una longitud de 71,9 ML con línea en tubería PVC de 16". Proyecto preventivo para la construcción del sistema de tratamiento del sector aferente a la Quebrada La Sardinata.	Administración municipal	Para el año 2016
15	Construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Quebrada La Sardinata mediante sistema de humedal artificial. Proyecto correctivo final para implementar el componente de tratamiento y disposición final adecuada de aguas servidas en el sector La Sardinata (Precios proyectados a 2015 con un incremento en el IPC del 5% anual)	Administración municipal	Para el año 2017
16	Compra predios para la implementación de los componentes de tratamiento y disposición final adecuada para el Recurso La Sardinata y el conjunto de la Quebrada El Toro y la línea La Porfía.	Administración municipal	Para el año 2014
17	Traslado del matadero municipal según Esquema de Ordenamiento Territorial.	Administración municipal	Para el año 2017
PROGRAMA DE EFICIENCIA INSTITUCIONAL Y DE PLANIFICACIÓN			
18	Elaboración del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado - PMAA	Administración municipal	Para el año 2009
19	Implementación del sistema de Micromedición	UAESPD	Para el año 2009
20	Campañas de educación ambiental para la creación de la cultura del agua, uso eficiente y pago del servicio	UAESPD	Desarrollado a lo largo del PSMV
21	Elaboración del catastro de usuarios y estudio tarifario para el servicio de agua potable.	UAESPD	Para el año 2009
22	Elaboración de estudios y proyectos para el fortalecimiento de los procesos de gestión y búsqueda de financiamiento de proyectos.	Planeación municipal	Desarrollado a lo largo del PSMV

Fuente: PSMV, San Luis de Gaceno periodo 2008 - 2017 [40]

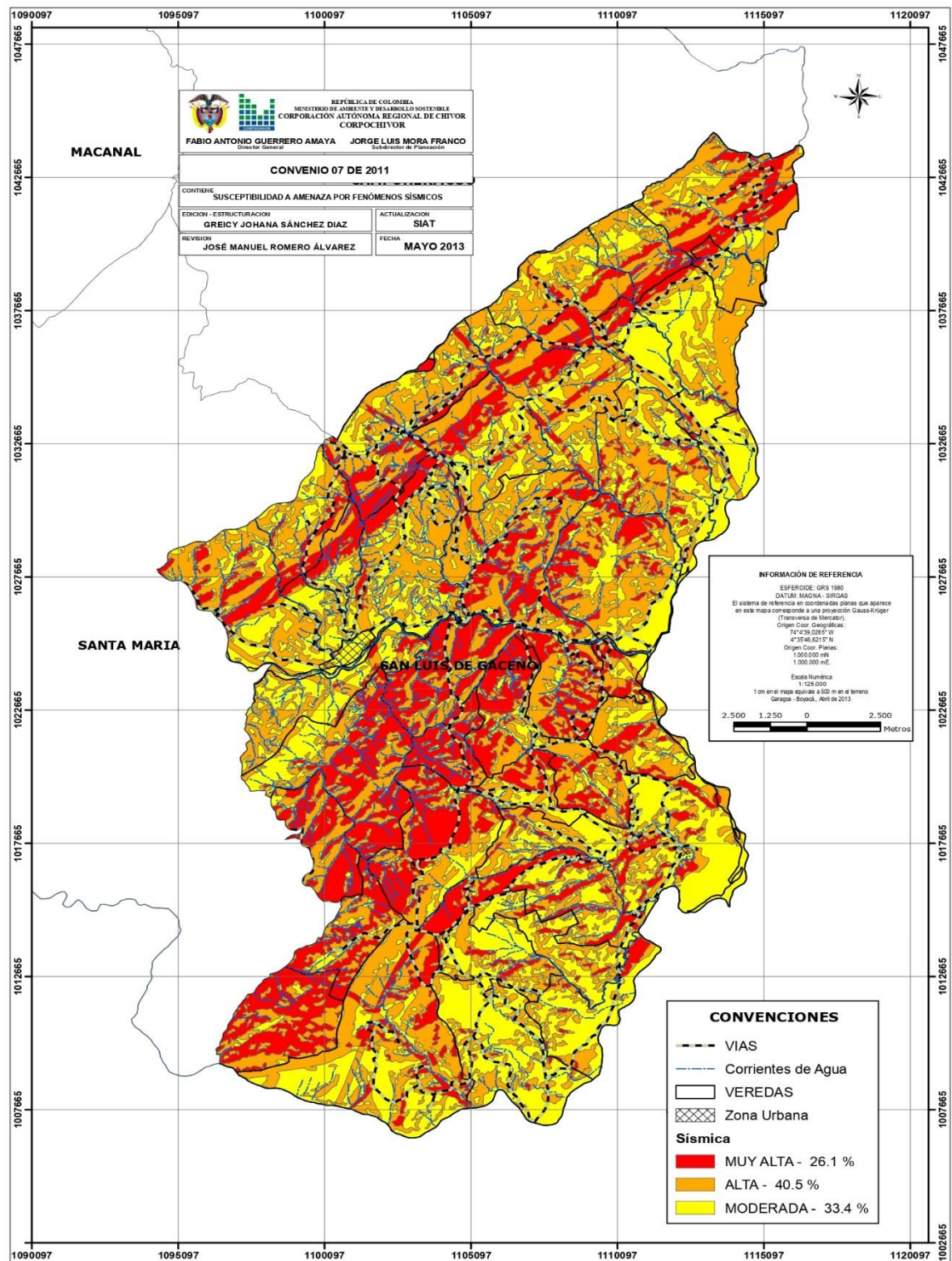
D. Mapas de susceptibilidad a amenazas naturales.

Ilustración D- 1. Mapa de susceptibilidad a amenaza por incendios.



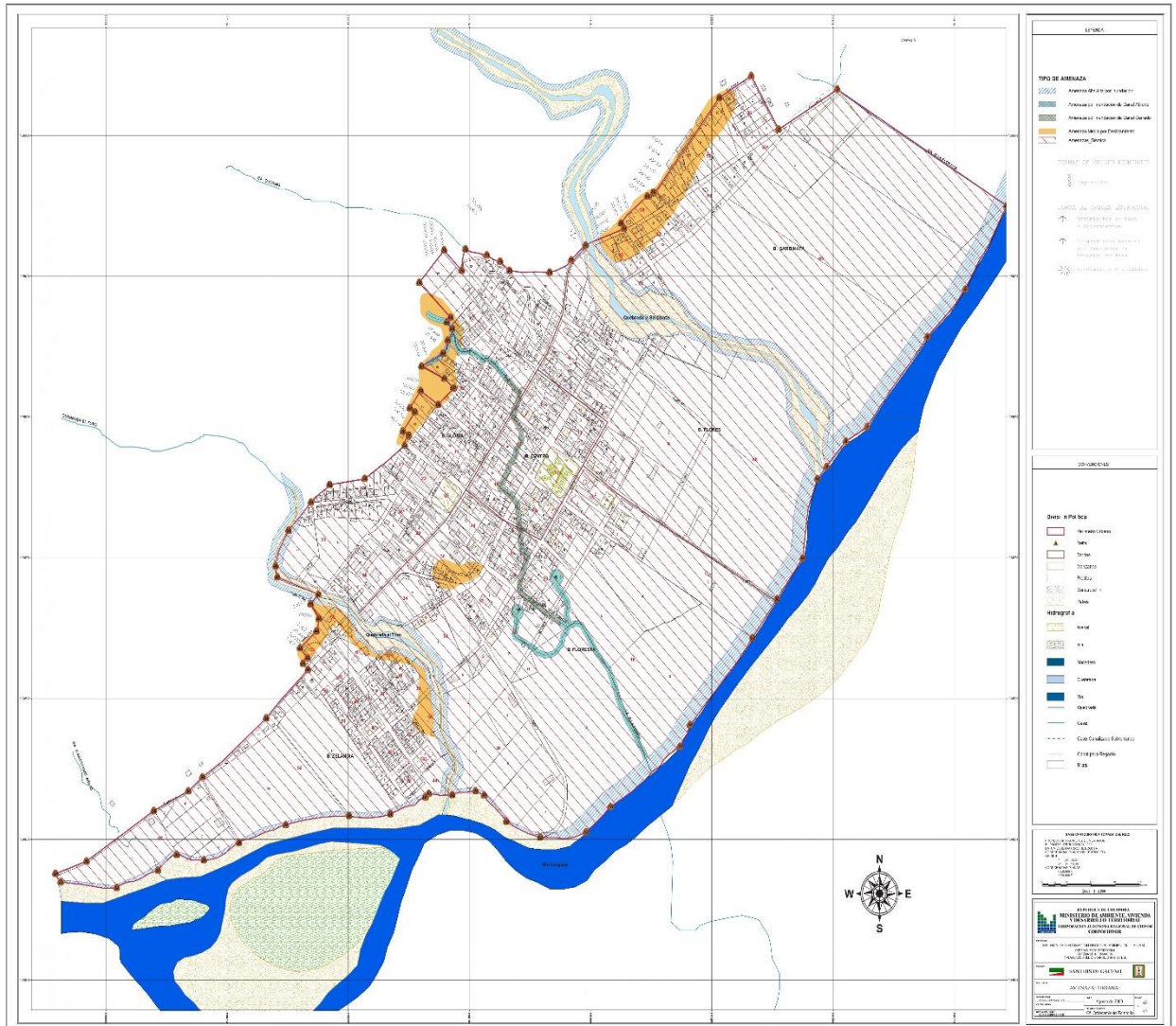
Fuente: Estudio de riesgos CORPOCHIVOR [41].

Ilustración D- 2. Mapa de susceptibilidad a amenaza por fenómenos sísmicos.



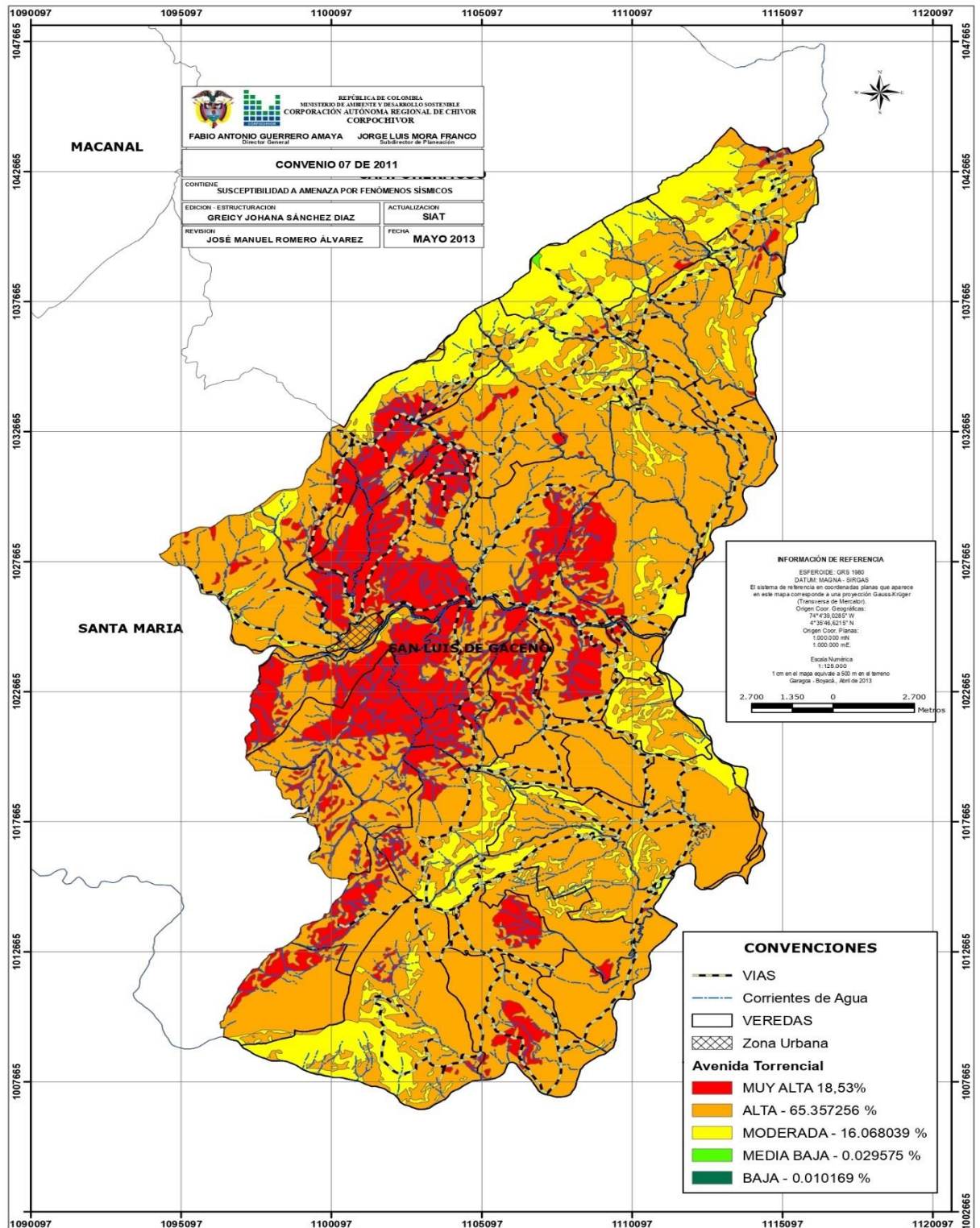
Fuente: Estudio de riesgos CORPOCHIVOR [41].

Ilustración D- 3. Mapa de susceptibilidad a amenaza por inundaciones.



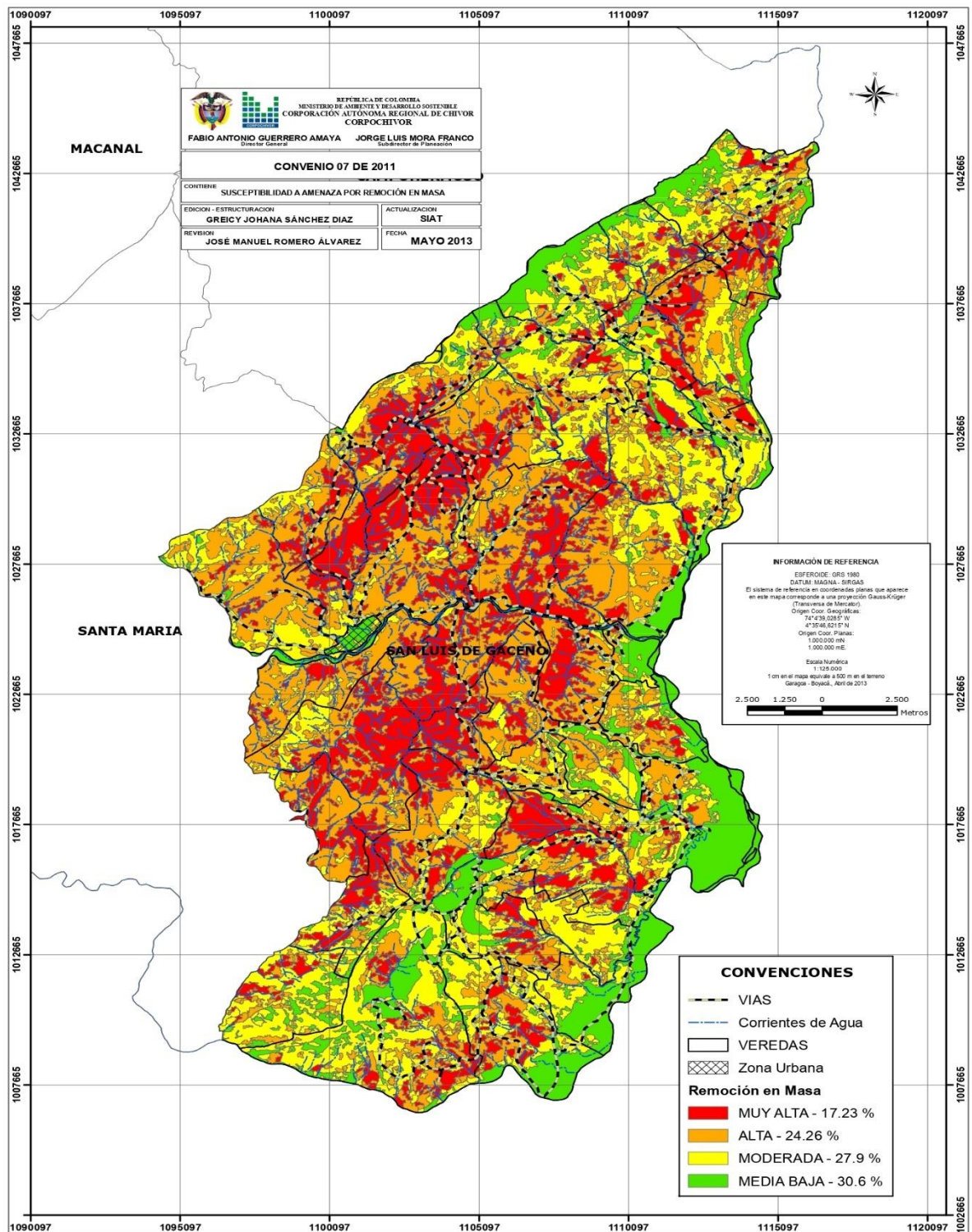
Fuente: Esquema de Ordenamiento Territorial, [25]

Ilustración D- 4. Mapa de susceptibilidad a amenaza por avenidas torrenciales.



Fuente: Estudio de riesgos CORPOCHIVOR [41].

Ilustración D- 5. Mapa de susceptibilidad a amenaza por remoción en masa.



Fuente: Estudio de riesgos CORPOCHIVOR [41].

E. Anexo. Matriz de cumplimiento legal

Documento en formato Excel, anexo a este proyecto.

F. Anexo. Plan de acción

Documento en formato Excel, anexo a este proyecto.

9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico - CRA, El estado del arte de la regulación en el sector de agua potable y saneamiento básico en Colombia, Bogotá: CRA, 2001, p. 227.
- [2] A. Cardona López, «Consideraciones sobre el sector de agua potable y saneamiento básico en Colombia,» 2010.
- [3] Departamento Nacional de Planeación, «ODS 6. Agua limpia y saneamiento,» Bogotá D.C., 2019.
- [4] Departamento Administrativo de la función pública, «Manual del Estado Colombiano,» Bogotá, 2012.
- [5] Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD, «Superservicios,» [En línea]. Available: <https://www.superservicios.gov.co/nuestra-entidad/quienes-somos>. [Último acceso: 20 05 2020].
- [6] Banca de Desarrollo Territorial, «FINDETER,» [En línea]. Available: <https://www.findeter.gov.co/publicaciones/500002/que-es-findeter/>. [Último acceso: 20 05 2020].
- [7] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio - MVCT, «Plan director de agua y saneamiento básico - visión estratégica 2018 - 2030,» Bogotá, 2018.
- [8] J. M. Salinas Ramírez, «Retos a futuro en el sector de acueducto y alcantarillado en Colombia,» Naciones Unidas, Santiago de Chile, 2011.
- [9] Corporación Autónoma Regional de Chivor, «Atlas Geográfico y Ambiental de CORPOCHIVOR,» Tunja, 2010.
- [10] Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, «Censo Nacional de Población y Vivienda (CNVP), 2018,» Bogotá, 2018.
- [11] Alcaldía de San Luis de Gaceno, «Plan de Desarrollo Municipal San Luis de Gaceno 2016-2019,» San Luis de Gaceno, 2016.
- [12] Gobernación de Boyacá, «Aspectos Geográficos del departamento,» 2012. [En línea]. Available: <https://www.boyaca.gov.co/aspectos-geograficos/#:~:text=Los%20Climas%20de%20Boyac%C3%A1,y%20en%20el%20pi,edemonte%20llanero..> [Último acceso: 2020 Julio 7].

- [13] Empresa de Servicios Públicos de Boyacá S.A E.S.P - ESPB, «Formulación y/o actualización de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos de algunos municipios priorizados de la jurisdicción de CORPOCHIVOR y CORPORINOQUÍA vinculados al PAP – PDA Boyacá – municipio de San Luis de Gaceno,» Tunja, 2019.
- [14] Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD, «Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado,» Bogotá, 2018.
- [15] UAESPD & Empresa departamental de Servicios Públicos de Boyacá S.A. E.S.P, «Plan de Emergencia y Contingencia para la sostenibilidad en la prestación de los servicios de acueducto – alcantarillado – aseo, municipio de San Luis de Gaceno.,» San Luis de Gaceno, 2019.
- [16] Instituto Nacional de Salud - Dirección de Redes en Salud Pública, «Estado de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en Colombia, 2017,» Bogotá, 2018.
- [17] Instituto Nacional de Salud - Dirección de Redes en Salud Pública, «Estado de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Colombia, 2018,» Bogotá D.C., 2019.
- [18] Empresa de Servicios Públicos de Boyacá S.A E.S.P - ESPB, «Manual de funciones de la unidad de servicios públicos de San Luis de Gaceno,» San Luis de Gaceno, 2015.
- [19] Alcaldía de San Luis de Gaceno, «Presupuesto general de ingresos y gastos del municipio de San Luis de Gaceno para la vigencia fiscal 2019,» Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios de San Luis de Gaceno - Boyacá, San Luis de Gaceno, 2018.
- [20] Alcaldía de San Luis de Gaceno - Boyacá, «Publicación de costos resultado de la elaboración del estudio tarifario de los servicios de acueducto y alcantarillado, Resolución 825 de 2017.,» San Luis de Gaceno, 2019.
- [21] Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, «Índice de precios al Consumidor,» Bogotá DC, 2019.
- [22] Instituto Nacional de Salud - Dirección de Redes en Salud Pública, «Boletín de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano noviembre 2019,» Bogotá D.C., 2019.
- [23] Ministerio de Salud y Protección Social & Instituto Nacional de Salud, «Sistema de Información para la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano - SIVICAP,» Instituto Nacional de Salud, 2010. [En línea]. Available: http://aplicacionespruebas.ins.gov.co/sivicap_new/Default.aspx. [Último acceso: 31 08 2020].

- [24] C. Martínez Bencardino, Estadística y muestreo, Decimotercera ed., Bogotá: Ecoe Ediciones, 2012, p. 900.
- [25] Alcaldía de San Luis de Gaceno, «Esquema de de Ordenamiento Territorial - EOT 2008-2011,» San Luis de Gaceno, 2008.
- [26] Corporación Autónoma Regional de Chivor, «Caudales medidos en las fuentes abastecedoras del municipio de San Luis de Gaceno,» Garagoa, Boyacá, 2018.
- [27] Corporación Autónoma Regional de Chivor, «Resultados monitoreo de calidad a fuentes abastecedoras de los acueductos urbanos de los municipios de la jurisdicción. Municipio: San Luis de Gaceno.,» Garagoa, Boyacá, 2019.
- [28] Corporación Autónoma Regional de Chivor, «Objetivos de Caidad para las cuencas hidrógráficas de la jurisdicción de CORPOCHIVOR,» Garagoa, Boyacá, 2012.
- [29] Alcaldía municipal de San Luis de Gaceno, «Anexo 1. Reporte de aforos de vertimientos municipio de San Luis de Gaceno,» Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios, San Luis de Gaceno, Boyacá, 2020.
- [30] Corporación Autónoma Regional de Chivor, «Informe del cumplimiento de los programas, proyectos y/o actividades establecidas en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV del municipio de San Luis de Gaceno, en el periodo comprendido entre el 29 de enero de 2010 al 28 de enero de 2020,» Garagoa, 2020.
- [31] A. Ramirez, R. Restrepo y G. Viña, «Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. Formulaciones y aplicación,» *CT&F-Ciencia, Tecnología y Futuro*, vol. 1, nº 3, pp. 135-153, 1997.
- [32] Alcaldía de San Luis de Gaceno, «Plan de Uso Eficiente y Ahorrol del Agua - PUEAA - 2010-2014,» San Luis de Gaceno, 2010.
- [33] Servicio Geológico Colombiano - SGC, «Catálogo de sismicidad,» 2016. [En línea]. Available: <https://www2.sgc.gov.co/sgc/sismos/Paginas/catalogo-sismico.aspx>. [Último acceso: 20 04 2020].
- [34] Corporación OSSO, «Sistema de inventario de efectos de desastres - DESINVENTAR,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.desinventar.org/es/>. [Último acceso: 20 04 2020].
- [35] Corporación Autónoma Regional de Chivor, «Acuerdo de Consejo Directivo 21 de 2015 CORPOCHIVOR,» nº Diario oficial No. 49.822, 2016.

- [36] N. Herrera Gonzales, «Reconocimiento de una bocatoma para la captación de agua,» 2015.
- [37] C. & Q. G. Pereda Medina, Análisis funcional y económico de la captación de agua de la quebrada Maku mediante una bocatoma de barraje mixto y bocatoma tipo tirolesa en el distrito de Pira - Huaraz, Trujillo - Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2016.
- [38] Ministerio del Medio Ambiente; Colombia, «6. Aducción y Conducción,» de *Guía ambiental para sistemas de acueducto*, Bogotá D.C., Ministerio del Medio Ambiente, 2002, pp. 48-53.
- [39] G. Pazos Zúñiga, «Manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua potable del acueducto de San Luis de Gaceno,» Unidad Administrativa de Servicios Públicos Domiciliarios, San Luis de Gaceno - Boyacá, 2013.
- [40] UAESPD, «Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV municipio de San Luis de Gaceno (casco urbano) periodo 2008-2017,» San Luis de Gaceno, 2007.
- [41] Corporación Autónoma Regional de Chivor, «Convenio interadministrativo N° 07 DE 2011; Estudio de riesgos por amenazas naturales en el municipio de San Luis de Gaceno de la jurisdicción de CORPOCHIVOR,» San Luis de Gaceno, 2011.
- [42] Alcaldía de San Luis de Gaceno, «Decreto 059 del 1 de octubre de 2013,» San Luis de Gaceno, 2013.
- [43] Ministerio de la Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, «Resolucion 2115 de 2007,» Bogotá, 2007.