



**Formulación y proyección del Plan del Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) del municipio de Guaitarilla, Nariño: estrategias para el uso eficiente y ahorro del agua en la gestión ambiental del municipio**

Mariapaula Bustos Hernández

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniera Ambiental

Asesor externo

Danny Ibarra Vega, Doctor (PhD) en Ingeniería

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental  
Ingeniería Ambiental  
Medellín, Antioquia, Colombia

2025

---

<b>Cita</b>	(Bustos Hernández, 2025)
<b>Referencia</b>	Bustos Hernández, M. (2025). <i>Formulación y proyección del Plan del Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) del municipio de Guaitarilla, Nariño: estrategias para el uso eficiente y ahorro del agua en la gestión ambiental del municipio</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	

---



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## Tabla de contenido

Resumen .....	10
Abstract .....	11
1. Introducción .....	12
2. Planteamiento del problema.....	13
3. Justificación .....	14
4. Objetivos .....	16
4.1. Objetivo general .....	16
4.2. Objetivos específicos.....	16
5. Marco teórico .....	17
5.1. Normatividad relacionada .....	17
5.2. Gestión del recurso hídrico.....	17
5.3. Análisis de los actores involucrados .....	18
5.4. Diagnóstico del recurso hídrico en Guaitarilla.....	19
5.5. Aspectos técnicos y estratégicos .....	20
5.6. Sostenibilidad y alternativas.....	20
6. Metodología .....	21
6.1. Descripción general del municipio.....	22
6.2. Localización geográfica .....	23
6.3. Microcuencas y fuentes abastecedoras del municipio de Guaitarilla .....	24
6.4. Sectorización hidrográfica de la red de drenaje .....	24
6.5. Empresa de servicios públicos sector urbano.....	25
6.6. Prestación del servicio público de acueducto en el sector rural .....	26

6.7.	Población Municipio de Guaitarilla (N).....	26
7.	Resultados.....	28
7.1.	Proyección de la Población del Municipio de Guaitarilla.....	28
7.1.1.	Población inicial.....	28
7.1.2.	Población proyectada según censos municipales.....	28
7.1.3.	Proyección por el método aritmético.....	29
7.1.4.	Proyección por el método geométrico.....	31
7.1.5.	Proyección por el método exponencial.....	33
7.1.6.	Análisis comparativo de las proyecciones obtenidas según censos municipales.....	34
7.1.7.	Población proyectada según censos departamentales.....	36
7.1.8.	Proyección por el método aritmético.....	36
7.1.9.	Proyección por el método geométrico.....	37
7.1.10.	Proyección por el método exponencial.....	37
7.1.11.	Análisis comparativo de las proyecciones obtenidas según censos departamentales.....	38
7.1.12.	Proyección de la población en el sector urbano del municipio de guaitarilla.....	39
7.2.	Diagnostico.....	40
7.2.1.	Diagnóstico de microcuencas.....	40
7.2.2.	Nacimientos y áreas protegidas del municipio de Guaitarilla.....	43
7.2.3.	Proyectos realizados por alcaldía y ESP.....	45
7.2.4.	Diagnostico oferta hídrica superficial.....	49
7.2.5.	Cálculo de oferta hídrica superficial.....	49
7.2.6.	Demanda hídrica.....	58
7.2.7.	Utilización de aguas lluvia y subterránea.....	61
7.2.8.	Inventario y análisis de infraestructura hidráulicas.....	62
7.2.9.	Calidad de agua fuente abastecedoras.....	64

7.2.10.	Calidad de agua acueductos rurales.....	65
7.2.11.	Diagnostico social.....	72
7.2.12.	Sector educación.....	72
7.2.13.	Sector salud.....	73
7.2.14.	Sector productivo.....	74
7.2.15.	Educación ambiental.....	74
7.2.16.	Inventario de vertimientos del municipio de Guaitarilla .....	76
8.	Discusión.....	80
8.1.	Prospectiva .....	80
8.1.1.	Metas de reducción de pérdidas .....	80
8.1.2.	Planteamiento de variables.....	81
9.	Conclusiones.....	88
	Referencias .....	89
	Anexos.....	90

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Microcuencas y fuentes abastecedoras del municipio de Guaitarilla (N) .....	15
<b>Tabla 2</b> Análisis de involucrados .....	18
<b>Tabla 3</b> Operacional en el ámbito local publico .....	19
<b>Tabla 4</b> Descripción general del municipio de Guaitarilla.....	23
<b>Tabla 5</b> Datos generales empresa de servicios públicos.....	25
<b>Tabla 6</b> Población casco urbano municipio Guaitarilla.....	26
<b>Tabla 7</b> Datos censales del municipio de Guaitarilla, para centros poblados y población rural dispersa.....	28
<b>Tabla 8</b> Proyección de población según censos municipales método aritmético .....	30
<b>Tabla 9</b> Tasa de crecimiento método geométrico según censos municipales .....	32
<b>Tabla 10</b> Proyección de población según censos municipales método geométrico .....	32
<b>Tabla 11</b> Tasa de crecimiento método exponencial según censos municipales .....	33
<b>Tabla 12</b> Proyección de población según censos municipales método exponencial.....	34
<b>Tabla 13</b> Comparación de la proyección de población según censos municipales para distintos métodos .....	35
<b>Tabla 14</b> Datos censales del departamento de Nariño, para centros poblados y población rural..	36
<b>Tabla 15</b> Tasa de crecimiento método geométrico según censos departamentales.....	37
<b>Tabla 16</b> Tasa de crecimiento método exponencial según censos departamentales .....	37
<b>Tabla 17</b> Comparación de la proyección de población según censos departamentales para distintos métodos.....	38
<b>Tabla 18</b> Proyección de la población para el sector urbano del municipio de Guaitarilla .....	39
<b>Tabla 19</b> Descripción microcuenca quebrada Cumag.....	41
<b>Tabla 20</b> Nacimientos y zonas protegidas .....	43
<b>Tabla 21</b> Proyectos realizados Administración Municipal.....	46

<b>Tabla 22</b> Red de estaciones meteorológicas.....	50
<b>Tabla 23</b> Periodos de lluvia .....	51
<b>Tabla 24</b> Precipitación anual .....	52
<b>Tabla 25</b> Estaciones utilizadas para la estimación de temperatura considerando gradiente altitudinal.....	53
<b>Tabla 26</b> Temperatura anual.....	54
<b>Tabla 27</b> Evapotranspiración real.....	56
<b>Tabla 28</b> Escurrimiento superficial total .....	57
<b>Tabla 29</b> Consumo per cápita a nivel urbano .....	59
<b>Tabla 30</b> Escurrimiento superficial total .....	60
<b>Tabla 31</b> Demanda de uso pecuario.....	60
<b>Tabla 32</b> Demanda del recurso hídrico.....	60
<b>Tabla 33</b> Oferta vs demanda del recurso hídrico.....	61
<b>Tabla 34</b> Características principales de los sistemas de bocatoma, desarenador, aducción y planta de tratamiento de agua potable del acueducto del casco urbano .....	63
<b>Tabla 35</b> Reporte calidad de agua Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo S.A.S. Guaitarilla – Nariño .....	64
<b>Tabla 36</b> Puestos de salud en el Municipio de Guaitarilla .....	73
<b>Tabla 37</b> Cobertura en educación ambiental en Guaitarilla .....	75
<b>Tabla 38</b> Metas de reducción de pérdidas casco urbano .....	80
<b>Tabla 39</b> relación de variables y ejes estratégicos para la formulación de programas.....	82
<b>Tabla 40</b> Escenarios factibles a ser alcanzados Microcuenca Cumag.....	85
<b>Tabla 41</b> Matriz Estratégica de los Escenarios.....	86

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b> Localización municipio de Guaitarilla.....	23
<b>Figura 2</b> Organigrama ESP .....	25
<b>Figura 3</b> Datos censales del municipio de Guaitarilla, para centros poblados y población rural dispersa.....	29
<b>Figura 4</b> Proyección de población según censos municipales método aritmético .....	31
<b>Figura 5</b> Proyección de población según censos municipales método geométrico.....	32
<b>Figura 6</b> Proyección de población según censos municipales método exponencial .....	34
<b>Figura 7</b> Comparación de la proyección de población según censos municipales para distintos métodos .....	35
<b>Figura 8</b> Comparación de la proyección de población según censos departamentales para distintos métodos.....	38
<b>Figura 9</b> Comparación de la proyección de población según censos departamentales para distintos métodos.....	40
<b>Figura 10</b> Sectorización Hidrográfica de la Microcuenca Cumag .....	42
<b>Figura 11</b> Sectorización Hidrográfica de la Microcuenca Cumag.....	45
<b>Figura 12</b> Localización de estaciones meteorológicas .....	50
<b>Figura 13</b> Histograma de precipitación de acuerdo a las 3 Estaciones meteorológicas.....	51
<b>Figura 14</b> Mapa de precipitación anual.....	52
<b>Figura 15</b> Histograma de Precipitaciones .....	53
<b>Figura 16</b> Mapa de temperatura anual.....	54
<b>Figura 17</b> Mapa de evapotranspiración .....	56
<b>Figura 18</b> Mapa de escurrimiento superficial total.....	57
<b>Figura 19</b> Mapa de coberturas y usos agrícolas .....	59
<b>Figura 20</b> Categorización del índice de escasez.....	61
<b>Figura 21</b> Infraestructura casco urbano municipal.....	62



## **Siglas, acrónimos y abreviaturas**

<b>PUEAA</b>	Plan del Uso Eficiente y Ahorro del Agua
<b>PSMV</b>	Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos
<b>MAVIDT</b>	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial
<b>CRA</b>	Comisión Reguladora de Agua Potable
<b>PSMV</b>	Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos
<b>SIG</b>	Sistema de Información Geográfica
<b>SINAP</b>	Sistema Nacional de Áreas Protegidas

## Resumen

El Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) para el municipio de Guaitarilla, se enmarca en la necesidad de garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico a nivel municipal, el cual se desarrolla atendiendo los desafíos actuales en la gestión del agua, incluyendo la escasez, el deterioro de las fuentes hídricas y el uso ineficiente del recurso.

El objetivo principal de esta propuesta es formular y proyectar un conjunto de estrategias y acciones orientadas a optimizar el uso del agua en el municipio, reducir las pérdidas en el sistema de abastecimiento y asegurar la calidad del recurso para las generaciones futuras, en donde se emplea una metodología que incluye un diagnóstico integral de la oferta y demanda hídrica, la evaluación de la infraestructura existente, y la identificación de actores clave a nivel municipal y regional. Además, se proyectan algunas intervenciones específicas para la reforestación, protección de microcuencas y mejora de la infraestructura hidráulica, teniendo en cuenta también involucrar a la comunidad en la gestión sostenible del agua, promoviendo una cultura de conservación y uso eficiente que garantice la viabilidad a largo plazo del recurso hídrico en el municipio.

*Palabras clave:* gestión hídrica, sostenibilidad ambiental, programa de uso eficiente y ahorro del agua, calidad del agua, infraestructura hidráulica.

### **Abstract**

The Efficient Water Use and Conservation Plan (PUEAA) for the municipality of Guaitarilla addresses the need to ensure the sustainability of water resources at the municipal level. It is developed to tackle current challenges in water management, including scarcity, the degradation of water sources, and inefficient resource use.

The primary objective of this proposal is to formulate and project a set of strategies and actions aimed at optimizing water use in the municipality, reducing losses in the supply system, and ensuring water quality for future generations. The methodology includes a comprehensive assessment of water supply and demand, evaluation of existing infrastructure, and identification of key stakeholders at the municipal and regional levels. Furthermore, specific interventions are planned, such as reforestation, protection of micro-watersheds, and improvements to hydraulic infrastructure. The plan also emphasizes involving the community in sustainable water management, promoting a culture of conservation and efficient use to ensure the long-term viability of water resources in the municipality.

*Keywords:* water management, environmental sustainability, efficient water use and conservation program, water quality, hydraulic infrastructure.

## 1. Introducción

El agua, como recurso vital para la subsistencia de las comunidades y la vida en general, enfrenta una crisis debido al impacto de las actividades humanas. En el municipio de Guaitarilla, Nariño, la gestión inadecuada del recurso hídrico se refleja en problemas relacionados con la cantidad y calidad del agua disponible para satisfacer las necesidades de sus habitantes. Esta situación plantea desafíos urgentes, los que obligan a incorporar Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) en los planes de desarrollo regional y municipal. Este proyecto se enmarca en el proceso de formación de Ingeniera Ambiental y se realiza en colaboración con una empresa especializada en la formulación de planes y proyectos de consultoría ambiental. La empresa tiene una trayectoria destacada en el diseño e implementación de instrumentos como PUEAA, Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), planes de concesiones de agua, estudios y diseños de productos de saneamiento básico, y programas de gestión y educación ambiental. Dentro de este contexto, el rol específico desempeñado en el proyecto consistió en liderar la formulación del PUEAA para el municipio de Guaitarilla, asegurando su alineación con los marcos normativos y las necesidades locales.

Esta iniciativa busca dar respuesta a interrogantes: ¿Cuáles son las principales causas de la ineficiencia en el uso del agua en el municipio? ¿Qué estrategias pueden implementarse para mitigar el desperdicio y garantizar un suministro sostenible? En términos metodológicos, se ha realizado un diagnóstico detallado del estado actual del recurso hídrico en el municipio, complementado con la identificación de actores clave, en acompañamiento con la administración del municipio de Guaitarilla, análisis normativos y definición de líneas estratégicas de acción. Este proyecto no solo responde a un mandato normativo, sino que también aporta significativamente al desarrollo sostenible de Guaitarilla, proporcionando herramientas prácticas para la mejora de la gestión hídrica y sentando las bases para futuras investigaciones y proyectos en el ámbito de la Ingeniería Ambiental.

## **2. Planteamiento del problema**

El uso eficiente y eficaz de los recursos hídricos es un desafío importante para la agricultura en pequeña escala. La región enfrenta desafíos relacionados con el cambio climático, la sobreexplotación de los recursos naturales y planes inadecuados de gestión del agua. Estos desafíos han creado un desequilibrio entre la oferta y la demanda de agua, con impactos negativos en las comunidades que dependen de este recurso y en el medio ambiente.

Por un lado, el suministro de aguas superficiales está determinado por el equilibrio de las precipitaciones y los efectos de las actividades humanas, por ejemplo. Estas actividades han provocado el deterioro de la calidad del agua y de la capacidad de monitorearla. Por otro lado, la demanda de agua sigue aumentando debido al crecimiento demográfico y al fortalecimiento de las actividades agrícolas y ganaderas, que consumen mucha agua y muchas veces son insostenibles.

En la sociedad, la falta de información actualizada y actualizada sobre el uso y calidad del agua impide implementar buenas estrategias de gestión. Además, las comunidades rurales enfrentan desafíos con la infraestructura hídrica y el acceso a herramientas técnicas para usar el agua de manera eficiente. Estas condiciones aumentan la probabilidad de que se produzcan conflictos relacionados con los recursos, especialmente durante las sequías.

En este contexto, existe una necesidad urgente de distinguir entre agua y distribución microbiana, identificar los principales factores contribuyentes y proporcionar soluciones técnicas, sociales y ambientales. Sólo mediante la evaluación y el desarrollo de estrategias adecuadas se puede garantizar la sostenibilidad de los recursos hídricos y la seguridad de la población.

### 3. Justificación

La disponibilidad y calidad del agua constituyen aspectos críticos para la sostenibilidad ambiental, el desarrollo social y la calidad de vida de las comunidades. En el municipio de Guaitarilla, ubicado en el Departamento de Nariño, estas condiciones enfrentan serios desafíos derivados de una gestión hídrica insuficiente y de la presión ejercida por actividades humanas sobre las fuentes de agua. Esto ha llevado a problemas de abastecimiento, pérdida de caudal en los sistemas existentes y deterioro de las microcuencas que alimentan la red de drenaje municipal.

En Guaitarilla, cuya extensión territorial abarca 121 kilómetros cuadrados, distribuidos entre el casco urbano, seis corregimientos y 31 veredas, la prestación de servicios públicos presenta grandes disparidades entre el área urbana y rural. Mientras que en las zonas urbanas existe un solo organismo, EMPOGUAITARILLA, que gestiona los servicios de agua, alcantarillado y saneamiento, en las zonas rurales estas funciones recaen mayoritariamente en las comunidades con procedimientos de distribución implementados por los líderes municipales. Sin embargo, la cobertura es limitada y estos sistemas muchas veces carecen de protocolos adecuados; Esto afecta la calidad y la continuidad del servicio.

Frente a este panorama, la formulación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) surge como una necesidad estratégica para mitigar los impactos derivados del uso ineficiente del recurso y para establecer medidas concretas que aseguren su sostenibilidad a largo plazo. Este programa no solo se enfoca en cumplir con las disposiciones de la Ley 373 de 1997, sino también en proporcionar una guía práctica para optimizar el uso del agua en el municipio, abordando los problemas desde una perspectiva técnica, ambiental y social.

El PUEAA permitirá realizar un diagnóstico exhaustivo de los sistemas de agua potable del municipio, evaluando aspectos técnicos, operativos, administrativos y financieros. Esto incluye identificar las principales deficiencias en la infraestructura de almacenamiento y distribución, así como plantear alternativas de optimización que reduzcan las pérdidas de agua en el sistema. Asimismo, se busca desarrollar estrategias para restaurar y proteger las microcuencas abastecedoras, las cuales son esenciales para el equilibrio hídrico y ambiental de la región.

**Tabla 1***Microcuencas y fuentes abastecedoras del municipio de Guaitarilla (N)*

<b>Cuenca</b>	<b>Subcuencas</b>	<b>Microcuenca</b>	
<b>Río Guaitara</b>	<b>Río Guaitara</b>	Quebrada El Rosal	
		Quebrada Santa Ana	
		Quebrada El Cid	
			<b>Escurrecimientos menores</b>
		Quebrada Alumbral	
		Quebrada El Charco	
		Quebrada La Ciénega	
		Quebrada Cumag	
		Quebrada Regada	
		Quebrada Honda	
		Quebrada Los Molinos	
		Quebrada Mera	
		Quebrada San José	
		Quebrada El Granadillo	
		Quebrada Salto Bajo	
		Quebrada Salsipuedes	
		Quebrada El Partidero	
		<b>Quebrada El Salto</b>	
		Quebrada El Cabuyo	
		Quebrada Chaucha	
		Quebrada La Primavera	
		Quebrada EL Chuso	
		Quebrada San Pablo	
		Quebrada El Baño	
		Quebrada Surrones	
		Quebrada El Lechero	
		Quebrada San Francisco	
		Quebrada Ahumada Chiquita	
		Quebrada La Playa	
		Quebrada Guaranés	
	<b>Río Sapuyes</b>		
	Quebrada Grande		
	Quebrada Mortiñal		
	Quebrada Chiquita		

Un aspecto clave de la justificación de este proyecto es su enfoque integral, que combina la gestión técnica con la participación comunitaria. La implementación del PUEAA involucra a la población local, no solo como beneficiaria, sino también como agente activo en la conservación del recurso hídrico. Esto incluye campañas de sensibilización, educación ambiental y capacitación en el uso racional del agua, fomentando una cultura de sostenibilidad que trascienda generaciones.

## **4. Objetivos**

### **4.1. Objetivo general**

Formular y proyectar el PUEAA para el municipio de Guaitarilla, integrándolo al Plan de Desarrollo Municipal como un eje estratégico que permita promover acciones concretas para la conservación, preservación y gestión eficiente del recurso hídrico.

### **4.2. Objetivos específicos**

-Realizar un diagnóstico técnico, administrativo, técnico-operativo y financiero del sistema de agua potable, con el fin de optimizar el uso del agua.

-Estudiar alternativas de optimización en cuanto a la infraestructura del almacenamiento del recurso hídrico.

-Formular programas y proyectos orientados al manejo adecuado del recurso hídrico y a la reducción de pérdida de flujo de agua en los sistemas de acueducto.

-Fijar metas teniendo en cuenta el balance hídrico de las unidades hidrográficas y las inversiones necesarias para alcanzarlas

-Determinar el estado actual de las microcuencas abastecedoras para conocer su calidad ambiental.



## 5. Marco teórico

El agua es un recurso vital para la supervivencia y el desarrollo socioeconómico de las comunidades. Sin embargo, la disponibilidad está determinada por factores como el cambio climático, el crecimiento poblacional y las actividades humanas, lo que pone de relieve la necesidad de gestionar este recurso de manera eficaz. El PUEAA (Plan de Uso Eficiente y Conservación del Agua) del municipio de Guaitarilla (N) es una herramienta estratégica para garantizar la sostenibilidad de los recursos hídricos y su integración al desarrollo de la región.

### 5.1. Normatividad relacionada

El marco legal para la gestión del recurso hídrico en Colombia incluye normativas clave como:

- **Ley 142 de 1994:** Establece que es competencia de los municipios asegurar la prestación eficiente de los servicios públicos domiciliarios, incluyendo el agua potable, saneamiento básico y ambiental (Función Pública, 2025).
- **Resolución 0330 de 2017:** Define los parámetros para el cálculo de la demanda de agua potable y los requerimientos de calidad del recurso.

Estas normativas brindan lineamientos claros para la formulación y ejecución de los PUEAA, promoviendo la participación de entidades nacionales, regionales y locales (Minvivienda, 2025).

### 5.2. Gestión del recurso hídrico

El PUEAA es una herramienta de planificación que busca optimizar el uso del agua, reducir desperdicios y promover su conservación a través de estrategias sostenibles (Minambiente, 2023).

Sus objetivos principales incluyen:

- Asegurar la disponibilidad del recurso hídrico para las generaciones presentes y futuras.
- Promover prácticas responsables en el consumo de agua.
- Garantizar la calidad del agua para distintos usos.

### 5.3. Análisis de los actores involucrados

La gestión del recurso hídrico en Guaitarilla involucra la participación de entidades en los niveles nacional, regional y local, con roles específicos:

- **Ámbito nacional:**
  - **Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT):** Responsable de la planeación, regulación y capacitación en temas de agua potable y saneamiento básico (Minambiente, 2024).
  - **Comisión Reguladora de Agua Potable (CRA):** Regula la prestación de servicios de agua potable y saneamiento.
  - **FINDETER y Fondo Nacional de Regalías:** Cofinancian proyectos relacionados con el recurso hídrico.
- **Ámbito regional:**
  - **Corponariño:** Formula planes de ordenamiento del recurso hídrico y controla el cumplimiento de las normas ambientales.
  - **Gobernación de Nariño:** Apoya técnica y financieramente los proyectos municipales.
- **Ámbito local:**
  - **Municipio de Guaitarilla:** Asegura la prestación eficiente de los servicios públicos domiciliarios a través de la participación institucional y financiera.
  - **Empresas de Servicios Públicos:** Implementan y operan las estrategias definidas en el PUEAA.

**Tabla 2**  
*Análisis de involucrados*

Constitucional en el ámbito nacional		
Actor	Rol	Responsabilidad
Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVIDT)	Planeador, Coordinador y Regulador, ha creado la legislación regulatoria para PUEAA mediante la Ley 373 de 1997	Capacitar, elaboró la guía ambiental como apoyo a la gestión de municipios menores. Control y Vigilancia, mediante otras instituciones, en este caso, CORPONARIÑO
Organizacional en el ámbito nacional		
Comisión Reguladora de Agua Potable (CRA)	Regular la prestación de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico	Regulares estudios tarifarios
Superintendencia de Servicios Públicos	Controlador, vigilante de prestadoras públicas	Creación y legalización Empresas de Servicios Públicos

Departamento de Nariño	Coordinador de empresas prestadoras de servicios públicos	Apoyo financiero, administrativo y técnico
Comité de Medio Ambiente	Veeduría y asesoría	Toma de decisiones en compra de predios de protección de las cuencas y capacitación para protección forestal

**Tabla 3***Operacional en el ámbito local publico*

<b>Operacional en el ámbito local publico</b>		
<b>Alcaldía de Guaitarilla</b>	Cumplir los requisitos ambientales exigidos por la autoridad ambiental	Contratar o Coordinar entre sus funcionarios la Formulación del PUEAA; y contratar y coordinar la correcta ejecución del PUEAA
<b>Oficina Jurídica</b>	Coordinar adecuadamente los trámites de contratación, según criterios legales	Trámites de contratación de obras y proyectos según cronograma PUEAA verificando cumplimiento legal en los tiempos de ejecución
<b>Secretaria de Gobierno</b>	Formulación de políticas institucionales y adopción de planes, programas y proyectos	Adoptar los planes de uso eficiente y ahorro del agua, programas y proyectos como prioritarios dentro de la ejecución, respetando los presupuestos y tiempos estipulados
<b>Secretaria de Planeación</b>	Establecer las políticas, métodos y procedimientos que permitan obtener resultados en el desarrollo de las actividades propuestas en planeación	Realizar seguimiento en la ejecución de las obras propuestas en el PUEAA
<b>Secretaria de Agricultura</b>	Dirigir y formular políticas y programas de fomento agropecuario, forestal y ambiental	Prestar el servicio de asistencia técnica y actividades propuestas en el PUEAA, que así lo requieran
<b>Saneamiento Básico</b>	Garantizar un ambiente adecuado para la comunidad	Coordinar y controlar el cumplimiento de las medidas sanitarias en el municipio propuestas en el PUEAA

#### 5.4. Diagnóstico del recurso hídrico en Guaitarilla

El diagnóstico del recurso hídrico en el municipio de Guaitarilla incluye un análisis integral de las microcuencas, la demanda hídrica y el índice de escasez:

- **Microcuencas:** El municipio cuenta con microcuencas relevantes como el río Guaitara, subcuenca El Salto y microcuenca Cumag. Estas corrientes abastecen de agua a la población y su estado de conservación es prioritario para garantizar la sostenibilidad del recurso.

- **Demanda hídrica:**

La demanda de agua se clasifica en tres usos principales:

- **Doméstico:** Basado en la proyección poblacional y los parámetros de la resolución 0330.
- **Agrícola:** Determinada por los registros de caudales concesionados y la cobertura del suelo.
- **Pecuario:** Asociado a las actividades ganaderas del municipio.

- **Índice de Escasez:** El análisis de oferta y demanda permite calcular el índice de escasez, evaluando la disponibilidad del recurso en relación con su consumo.

### 5.5. Aspectos técnicos y estratégicos

La gestión del recurso hídrico requiere:

- **Monitoreo:** Implementación de programas para evaluar la calidad y cantidad del agua.
- **Planificación sostenible:** Uso de modelos matemáticos para proyectar la demanda futura.
- **Educación y participación comunitaria:** Sensibilización de la población sobre el uso eficiente del agua.

### 5.6. Sostenibilidad y alternativas

Aunque el municipio no utiliza aguas lluvias ni subterráneas, su inclusión podría ser una alternativa sostenible para complementar las fuentes actuales. Además, es fundamental garantizar la protección de las microcuencas y promover la reforestación en áreas críticas.

## 6. Metodología

La metodología adoptada se basa en un enfoque integrado que combina investigación cuantitativo y cualitativo, apoyada en herramientas del Sistema de Información Geográfica (SIG), métodos estadísticos, visitas de campo y una revisión de la literatura. El sistema se divide en varios sistemas que permiten la gestión de los recursos hídricos y el análisis de la demanda, así como aspectos sociales y ambientales.

- 1. Recolección y procesamiento de información:** El diagnóstico comenzará con la recolección y procesamiento de información, cuyo objetivo principal es recopilar datos hidrometeorológicos, sociales, económicos y de calidad del agua para caracterizar la oferta y la demanda hídrica. Este proceso incluirá la identificación y localización de estaciones hidrometeorológicas relevantes, así como la recopilación de datos históricos de precipitación, temperatura, caudales y calidad del agua provenientes de fuentes como IDEAM. Los datos serán validados y procesados utilizando métodos de regresión lineal y razón normal para completar series incompletas. Además, se llevará a cabo una revisión de documentos técnicos y estudios previos realizados en la región, empleando herramientas como bases de datos del IDEAM, análisis estadístico y sistemas de información geográfica (SIG).
- 2. Diagnóstico de la oferta hídrica superficial:** El diagnóstico de la oferta hídrica superficial se enfocará en determinar la disponibilidad de agua superficial en la microcuenca abastecedora. Para ello, se realizará un análisis espacio-temporal de la precipitación utilizando datos históricos que abarcan el periodo 2002-2023. Se calculará el balance hídrico simplificado considerando la precipitación, la evapotranspiración y el escurrimiento superficial. Los resultados serán representados en mapas de oferta hídrica generados con herramientas SIG. Los métodos empleados incluyen el balance hídrico simplificado y la modelación hidrológica, esta última utilizada para estimar caudales históricos en subcuencas que no cuentan con monitoreo directo.
- 3. Diagnóstico de la demanda hídrica:** En cuanto al diagnóstico de la demanda hídrica, se analizarán los patrones de uso del recurso hídrico y se cuantificará la demanda actual. Este análisis identificará los sectores de uso, como el doméstico, agrícola y pecuario. Además, se proyectará la población y se estimarán los consumos correspondientes por sector.

También se evaluarán los volúmenes de agua captados y la calidad requerida para cada uso. Las actividades se basarán en encuestas y análisis de registros locales de consumo, complementados con el cálculo del índice de escasez hídrica según la metodología del IDEAM.

- 4. Evaluación social y ambiental:** La evaluación social y ambiental buscará determinar las condiciones socioeconómicas y su impacto en la gestión del recurso hídrico. Para lograrlo, se analizarán indicadores sociales como el Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) y las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI). También se identificarán las infraestructuras hidráulicas existentes y su estado, así como las áreas protegidas y su contribución a la oferta hídrica. Este componente incluirá la revisión de documentos de fuentes oficiales como el DANE y el DNP, además de visitas de campo y entrevistas con actores clave.
- 5. Formulación de estrategias y recomendaciones:** Finalmente, se procederá con la formulación de estrategias y recomendaciones para proponer soluciones orientadas al uso eficiente y sostenible del recurso hídrico. Esto incluirá la identificación de metas específicas para reducir pérdidas y optimizar el recurso, así como el diseño de programas y proyectos específicos basados en el diagnóstico. Los proyectos serán priorizados según criterios técnicos, sociales y económicos, empleando matrices de priorización y consultas con actores locales y expertos técnicos.

### **6.1. Descripción general del municipio**

El municipio de Guaitarilla es uno de los 64 municipios que conforman el territorio del Departamento de Nariño, se encuentra ubicado al sur occidente del Departamento de Nariño, con una temperatura promedio de 14°C, y con la siguiente posición meridional (cabecera urbana) 01° 8' 00" de latitud Norte y 77° 33' 23" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich; se encuentra además a una altura de 2.653 metros sobre el nivel del mar y su extensión es de 121 kilómetros cuadrados.

El Municipio de Guaitarilla tiene una extensión total de 121 Km<sup>2</sup>, distribuida en 6 corregimientos y 31 veredas.

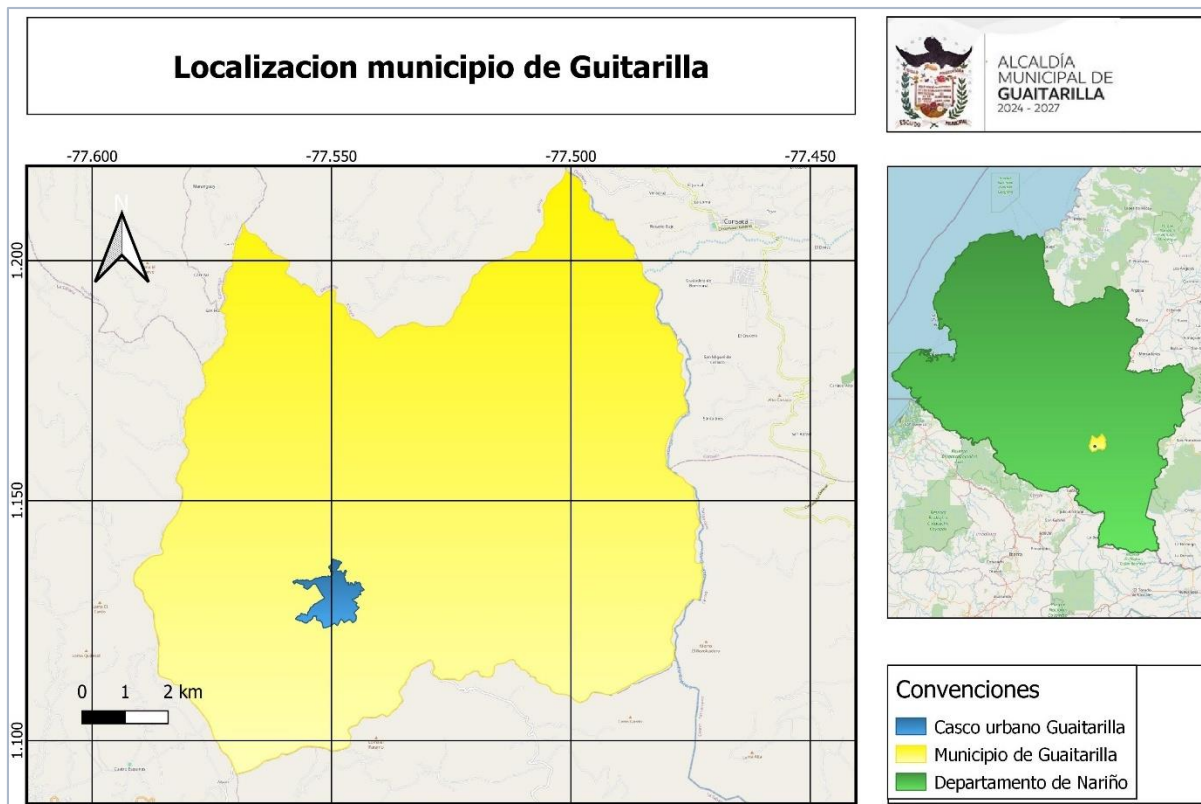
**Tabla 4**  
Descripción general del municipio de Guaitarilla

Nombre del municipio	Guaitarilla
Ubicación	El municipio está localizado al sur occidente del departamento de Nariño
Georeferenciación	<b>Latitud Norte:</b> 01° 8' 00" <b>Longitud Oeste:</b> 77° 33' 23" <b>H:</b> 2.653 msnm.
Límites territoriales	<b>Norte:</b> Municipio de Ancuya <b>Sur:</b> Municipios de Tuquerres e Imues <b>Este:</b> Municipios de Yacuanquer y Consaca <b>Oeste:</b> Providencia y Tuquerres
Área del municipio	<b>Area rural:</b> 12.038 Has y Area Urbana: 0.62 Has

**6.2. Localización geográfica**

El municipio de Guaitarilla se encuentra a una distancia de 64 Km de la ciudad de San Juan de Pasto, contando con una malla urbana desarrollada a partir de una estructura que se ha perfeccionado a partir de un centro urbano.

**Figura 1**  
*Localización municipio de Guaitarilla*



### 6.3. Microcuencas y fuentes abastecedoras del municipio de Guaitarilla

La red de drenaje del municipio está conformada por la cuenca del Río Guaitara, la cual comprende las subcuencas del Río Guaitara, la Quebrada El Salto; el Río Sapuyes y el Río Papayal que a su vez dan origen a la clasificación de 15 microcuencas conformando la totalidad de la red del municipio.

El área de captación con mayor número de hectáreas es el de la subcuenca de la quebrada el Salto, con el 68% seguido por el área de la subcuenca del Río Guaitara con un 25,6% del área total y finalizando con las subcuencas de los Ríos Sapuyes con 3,4% y el Río Papayal con un 2,4%. El área total de la red de drenaje del municipio es de 12.100 Has.

### 6.4. Sectorización hidrográfica de la red de drenaje

Ubicado en el sector oriental del municipio, se constituye en el macrosistema colector de las aguas de la red de drenaje del municipio, con un área de captación de 12.100 Has. Recibe las aguas de los sistemas colectores de las subcuencas de los ríos Guaitara, Sapuyes y Papayal, además de las aguas de la subcuenca de la quebrada el salto.

- **Subcuenca del río Guaitara:** Ubicada en el sector oriental del municipio, ocupa un área de 3.097 Has. colecta las aguas de las microcuencas de las quebradas. El Rosal, El Cid, Santa Ana, y los denominados escurrimientos menores. Ocupa un 25.6% de la totalidad de la extensión del municipio. Limita por el nororiente con los sistemas hídricos del municipio de Consacá, por el sur oriente con los sistemas hídricos del municipio de Yancuanquer; por el sur con los sistemas hídricos del municipio de Imués; por el noroccidente con la microcuenca de la quebrada el Salto Bajo; La zona Centro occidental con la microcuenca de la quebrada El Granadillo.
- **Subcuenca de la quebrada El Salto:** Ocupa toda el área central del municipio, su área de captación es la mayor con 8.297 Has, las cuales representan un 68.6% del área de captación total de la red municipal. Sus afluentes contaminan las microcuencas de las quebradas: Cumag, Regada, Honda, los Molinos, Mera, San José, El Granadillo, la Chorrera y el Salto Bajo.
- **Subcuenca del río Sapuyes:** Se encuentra localizada en la parte sur occidental del municipio, su área de captación es de 419 Has., correspondientes a un 3.4% del área de



captación total de la red hidrográfica del municipio, su principal afluente conforma la microcuenca de la quebrada Guaramues.

- **Subcuenca del río Papayal:** Localizada en el extremo Noroccidental del municipio, la compone dentro del territorio su única microcuenca, la microcuenca de la quebrada Grande.

### 6.5. Empresa de servicios públicos sector urbano

La Empresa de Servicios Públicos de Acueducto Alcantarillado y Aseo de Guaitarilla Empoguaitarilla, es la empresa de servicios Públicos del Municipio de Guaitarilla, la cual fue constituida el 8 de marzo de 1997 y aprobada por el concejo municipal mediante acuerdo No. 021 del 29 de mayo de 2008 con el objeto brindar el servicio de Acueducto, Alcantarillado y Aseo para el casco urbano.

**Tabla 5**

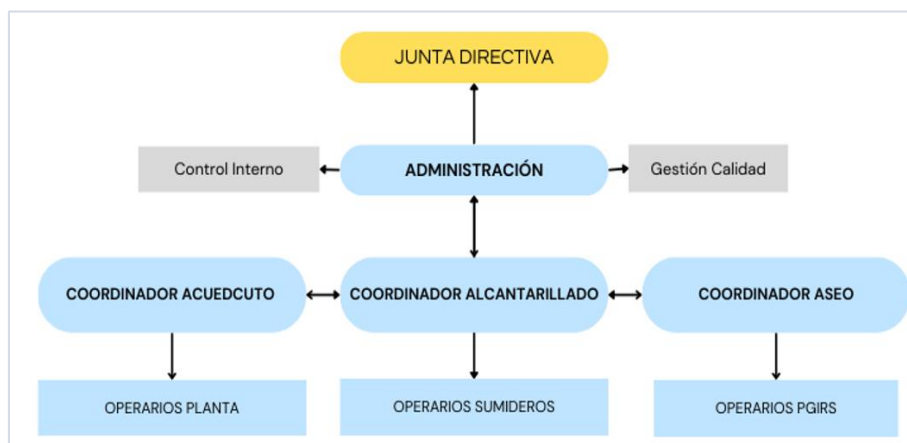
*Datos generales empresa de servicios públicos*

<b>Nombre de la empresa</b>	Empresa de Servicios Públicos de Acueducto Alcantarillado y Aseo de Guaitarilla Empoguaitarilla
<b>Representante legal</b>	María Camila Noguera López
<b>Dependencia encargada</b>	Gerencia
<b>Dirección</b>	Parque Central Casco Urbano Guaitarilla
<b>Teléfono</b>	6027433272
<b>NIT</b>	9002291561

*Nota.* Fuente Empresa de Servicios Públicos de Guaitarilla, Empoguaitarilla

**Figura 2**

*Organigrama ESP*



*Nota.* Fuente Empresa de servicios públicos de acueducto alcantarillado y aseo de Guaitarilla Nariño Empoguaitarilla

### 6.6. Prestación del servicio público de acueducto en el sector rural

Las prestación de servicios públicos como alcantarillado y aseo en el sector rural es casi nula en la mayoría de veredas y centros poblados no cuentan con el servicio de recolección y alcantarillado, sin embargo lo correspondiente a abastecimiento de agua se realiza mediante sistemas muy sencillos que han sido construidos por la misma comunidad con recursos propios mediante las Juntas Administradoras de Acueducto, las cuales a su vez son los entes encargados del cobro y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento.

### 6.7. Población Municipio de Guaitarilla (N)

De la información detallada a continuación, se toma como datos de carácter confiable a los suministrados por la Administración Municipal, dicha información relacionada con el SISBEN, debido a que esta es una herramienta, que brinda información socioeconómica confiable y actualizada de grupos específicos en el municipio, para realizar lo pertinente al funcionamiento de los acueductos.

**Tabla 6**

*Población casco urbano municipio Guaitarilla*

<b>Vereda / Casco Urbano</b>	<b>Número de habitantes otras fuentes de información (SISBEN)</b>	<b>Número de habitantes – información confiable y la que se toma para el PUEAA</b>
Casco Urbano	2131	2131
Indo Balcón	71	71
Balcón Ingenio	113	113
Casa Vieja	141	141
Ceballos	94	94
Cocha Blanca	251	251
Cruz de Mayo	227	227
Chorrillo	80	80
El Collal	149	149
El Cujacal	79	79
El Guadual	56	56
El Limonal	56	56
El Llano	252	252
El Lucero	44	44
El Pedregal	315	315
El Placer	106	106
El Progreso	171	171
El Rosario	102	102
El Tablon	140	140
Estanco Barrancas	75	75
German	44	44
Guapumag	20	20

<b>Vereda / Casco Urbano</b>	<b>Número de habitantes otras fuentes de información (SISBEN)</b>	<b>Número de habitantes – información confiable y la que se toma para el PUEAA</b>
Guayabal	23	23
Guarangal	39	39
Indo Centro	50	50
Ingenio	424	424
La Aguada	8	8
La Arada	217	217
La Boyera	94	94
La Floresta	58	58
La Loma	399	399
La Palma	61	61
La Quinua	243	243
Las Paredes	40	40
Los Pozuelos	9	9
Macas Cruz	193	193
Mira	40	40
Piedra Larga	133	133
Puente Tierra	4	4
San Antonio	167	167
San Luis Chiquito	38	38
San Luis Grande	79	79
San Vicente Indo	144	144
San Vicente Ingenio	76	76
Santa Rosa Indo	65	65
Santa Rosa Ingenio	110	110
Santo Domingo	7	7
Tuznian	16	16
Yananchá	305	305

*Nota.* Fuente SISBEN (2022)

## 7. Resultados

### 7.1. Proyección de la Población del Municipio de Guaitarilla

El año de horizonte adoptado para el programa, siguiendo la normativa vigente de la ley 373 de 1997, son 5 años, los cuales se cuentan a partir del 2025, año en el cual el programa entraría en vigencia, teniendo en cuenta el tiempo transcurrido debido a las diligencias previas.

#### 7.1.1. Población inicial

Inicialmente se debe conocer la población que será beneficiaria del programa, la población en el caso específico del sector urbano en el municipio de Guaitarilla, de acuerdo con la información suministrada por la alcaldía municipal para el año 2024, es de 4.433 habitantes.

#### 7.1.2. Población proyectada según censos municipales

Para la proyección de la población en el año horizonte del programa se parte de los datos recolectados en el sistema de registro del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. Inicialmente se realizará un cálculo de tasas de crecimiento con los datos censales del municipio.

#### Tabla 7

*Datos censales del municipio de Guaitarilla, para centros poblados y población rural dispersa*

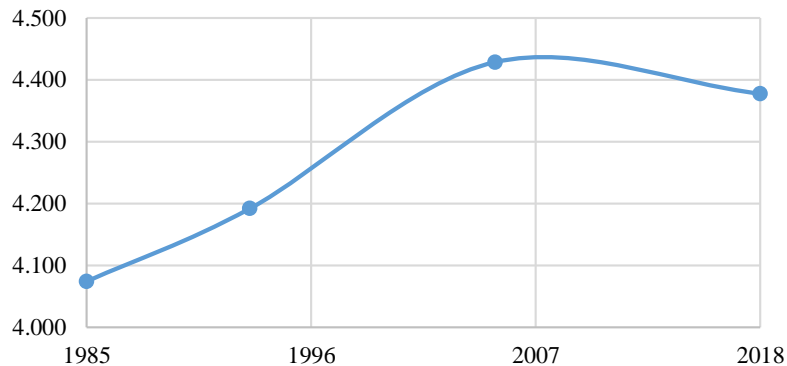
<b>Año de realización del censo</b>	<b>Población ajustada a 2018</b>
1985	4.074
1993	4.192
2005	4.429
2018	4.378

*Nota.* Fuente Retroproyecciones DANE 2018

La anterior información se grafica en seguida para tener una mejor visualización de los datos censales con los que se cuenta.

**Figura 3**

*Datos censales del municipio de Guaitarilla, para centros poblados y población rural dispersa*



*Nota.* Fuente Retroproyecciones DANE 2018

La proyección de la población se realiza teniendo en cuenta las tasas de crecimiento de tres diferentes métodos para la obtención de la población futura. Estos son: el método aritmético, método geométrico y método exponencial. Utilizando los datos de población obtenidos a partir de los censos realizados por el DANE a lo largo de los años se obtienen las tasas de crecimiento. Posteriormente se realiza un análisis comparativo de las tasas y poblaciones obtenidas en cada método y se asume una tasa de crecimiento acorde a las características propias de la población.

A continuación, se muestra el cálculo de las tasas de crecimiento y el respectivo cálculo de población para cada uno de los métodos mencionados:

### **7.1.3. Proyección por el método aritmético**

De acuerdo con el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, el método aritmético supone un crecimiento vegetativo de la población balanceado por la mortalidad y la emigración. La ecuación para calcular la población proyectada es la siguiente:

$$P_f = P_{UC} + \frac{P_{UC} - P_{CI}}{T_{UC} - T_{CI}}(T_f - T_{UC})$$

Donde:

- **Pf:** Población proyectada para el año horizonte
- **PUC:** Población del último censo
- **TUC:** Año del último censo
- **PCI:** Población del censo inicial

- **TCI:** Año del censo inicial
- **Tf:** Año de la proyección

De acuerdo con este método el coeficiente de crecimiento aritmético  $m$ , se puede obtener a través de la siguiente expresión.

$$m = \frac{P_{UC} - P_{CI}}{T_{UC} - T_{CI}}$$

Por lo tanto, para el cálculo de este coeficiente, se toma como año del último censo conocido el 2018 y como año del censo inicial 1985. Las poblaciones del último censo conocido y el censo inicial serán aquellas que se corresponden con los años mencionados.

$$m = \frac{2147 - 3364}{2018 - 1985}$$

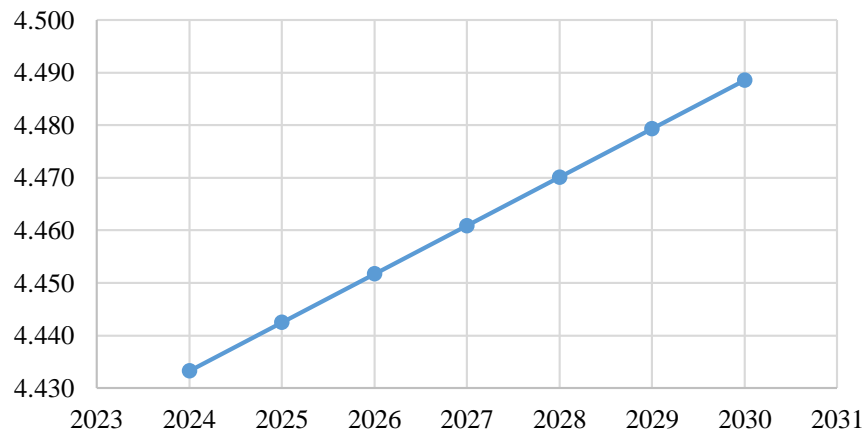
$$m = -36.88$$

Se obtiene el comportamiento de la población, según la tendencia de crecimiento proyectada de acuerdo con el método aritmético, partiendo del año 2025. Para una mejor visualización de estos datos, a continuación, se presenta la Tabla 8 y Figura 4 que muestran los valores obtenidos.

**Tabla 8**

*Proyección de población según censos municipales método aritmético*

<b>Año</b>	<b>Población</b>
2024	4433
2025	4442
2026	4452
2027	4461
2028	4470
2029	4479
2030	4489

**Figura 4***Proyección de población según censos municipales método aritmético***7.1.4. Proyección por el método geométrico**

El método geométrico es útil en poblaciones que muestren una importante actividad económica, que genera un apreciable desarrollo y que poseen importantes áreas de expansión las cuales pueden ser dotadas de servicios públicos sin mayores dificultades. La ecuación que se emplea es:

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

Donde:

- **Pf:** Población proyectada para el año horizonte
- **PUC:** Población del último censo
- **r:** Tasa de crecimiento anual en forma decimal
- **TUC:** Año del último censo
- **PCI:** Población del censo inicial
- **TCI:** Año del censo inicial
- **Tf:** Año de la proyección

La tasa de crecimiento, r, está dada por la siguiente ecuación:

$$r = \left( \frac{P_{UC}}{P_{CI}} \right)^{\frac{1}{T_{uc} - T_{ci}}} - 1$$

Para obtener la tasa de crecimiento, primero se debe obtener la tasa de crecimiento para cada rango de años consecutivos, luego se obtiene el promedio de estas tasas. Este promedio será la tasa de crecimiento con la cual se obtienen las proyecciones de población

**Tabla 9**

*Tasa de crecimiento método geométrico según censos municipales*

Periodo	ri
1985-1993	-1.08%
1993-2005	-1.15%
2005-2018	-1.71%
<b>r</b>	<b>-1.31%</b>

Con esta tasa finalmente se obtienen los valores de población de cada año hasta llegar al horizonte del programa. Esta información se encuentra tabulada en la Tabla 10 y graficada en la figura que le sigue.

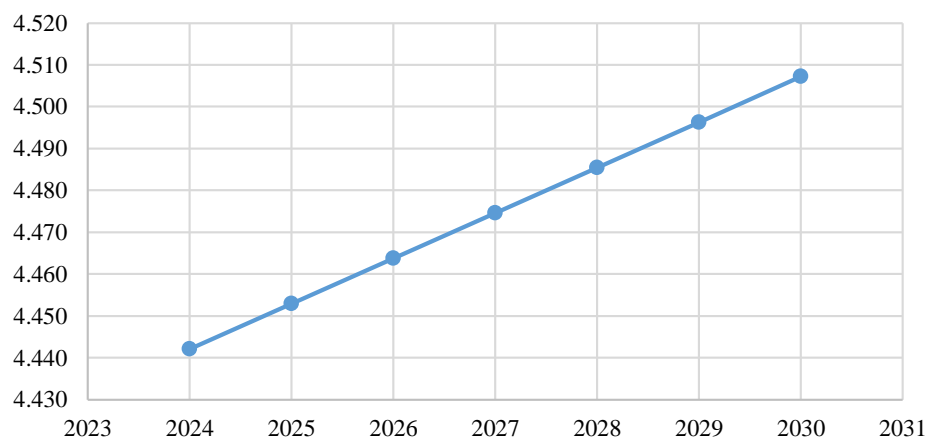
**Tabla 10**

*Proyección de población según censos municipales método geométrico*

Año	Población
2024	4442
2025	4453
2026	4464
2027	4475
2028	4485
2029	4496
2030	4507

**Figura 5**

*Proyección de población según censos municipales método geométrico*





### 7.1.5. *Proyección por el método exponencial*

Requiere conocer por lo menos tres censos para poder determinar el promedio de la tasa de crecimiento de la población, en donde el último censo corresponde a la proyección el DANE. Se recomienda su aplicación a poblaciones que muestren apreciable desarrollo y posean abundantes áreas de expansión. La ecuación empleada por este método es la siguiente:

$$P_f = P_{ci} * e^{k(T_f - T_{ci})}$$

Donde:

- **Pf:** Población proyectada para el año horizonte
- **PCI:** Población del censo inicial
- **e:** Número Euler, valor constante
- **k:** Tasa de crecimiento de la población
- **Tf:** Año de la proyección
- **TCI:** Año del censo inicial

k, se calcula como el promedio de las tasas calculadas para cada par de censos así:

$$k = \frac{\ln P_{cp} - \ln P_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}}$$

Donde:

- **PCP:** Población del censo posterior
- **PCA:** Población del censo anterior
- **TCP:** Año correspondiente al censo posterior
- **TCA:** Año correspondiente al censo anterior
- **Ln:** Logaritmo natural o neperiano

Este método se aplicó, al igual que en el caso anterior para todos los datos de población conocidos y oficiales (Censos DANE) del sector urbano del municipio de Guitarilla. Con el fin de calcular una tasa de crecimiento representativa para que pueda ser aplicada a la población del sector urbano.

**Tabla 11**

*Tasa de crecimiento método exponencial según censos municipales*

Periodo	ki
1985-1993	-1.08%
1993-2005	-1.16%

Periodo	ki
2005-2018	-1.72%
<b>k</b>	<b>-1.32%</b>

Una vez calculada la tasa de crecimiento se procede a calcular la población proyectada al año horizonte 2028. Al igual que los métodos anteriores, se muestra la tabulación y representación gráfica de estos valores.

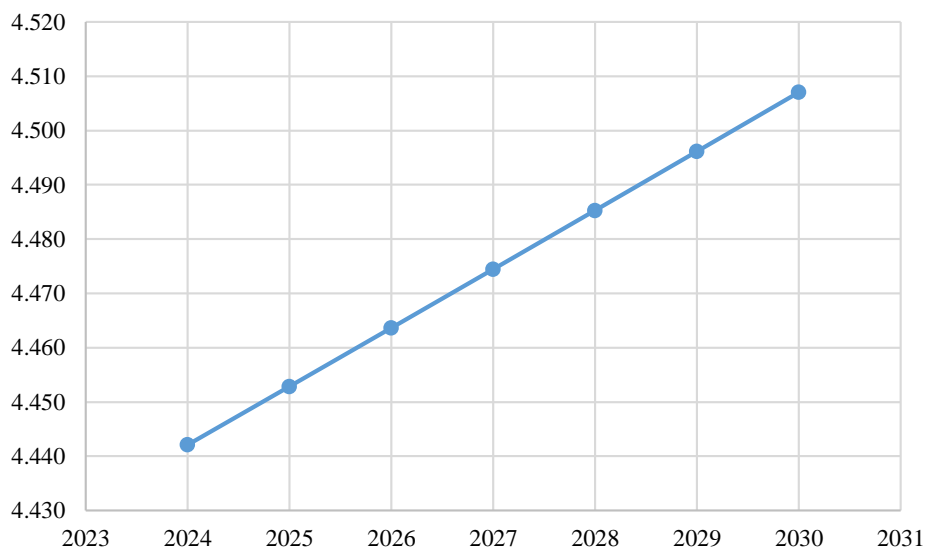
**Tabla 12**

*Proyección de población según censos municipales método exponencial*

Año	Población
2024	4442
2025	4453
2026	4464
2027	4474
2028	4485
2029	4496
2030	4507

**Figura 6**

*Proyección de población según censos municipales método exponencial*



### 7.1.6. Análisis comparativo de las proyecciones obtenidas según censos municipales

Al analizar el crecimiento de la población con las tasas calculadas a partir de los datos censales, se encontró que los valores proyectados de población difieren considerablemente entre los métodos geométrico y exponencial con respecto al aritmético.

Teniendo en cuenta lo anterior, se considera mejor alternativa el uso de la población promedio del método geométrico y exponencial, teniendo en cuenta que sus resultados son similares entre sí, previendo que el municipio puede presentar un crecimiento relacionado también a su desarrollo comercial, turístico y agrícola.

En la Tabla 13 y Figura 7 se muestra la comparación de las proyecciones de población obtenidas para el sistema, a partir de los tres métodos estudiados: aritmético, geométrico y exponencial.

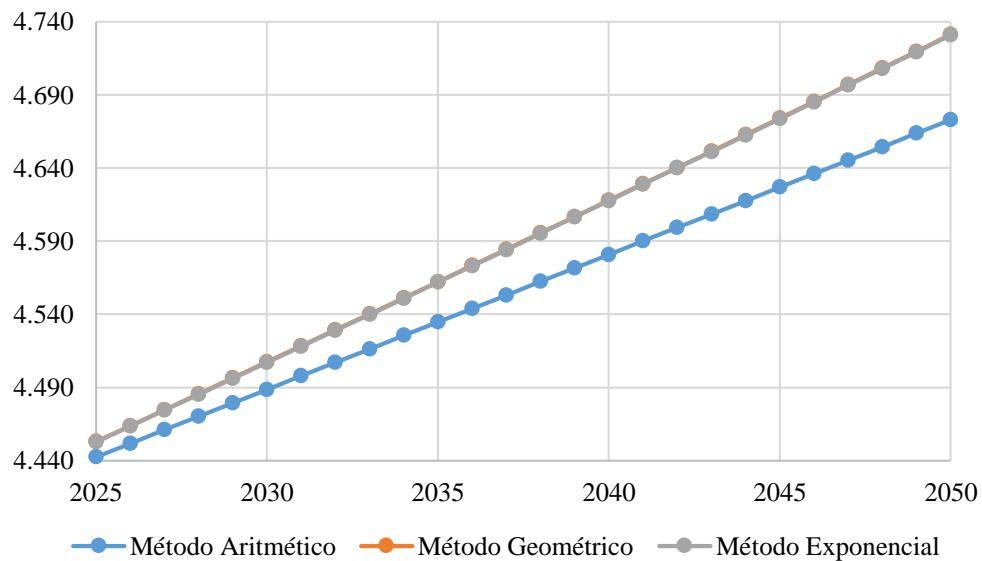
**Tabla 13**

*Comparación de la proyección de población según censos municipales para distintos métodos*

Año	Método aritmético	Método geométrico	Método exponencial
2024	4.433	4.442	4.442
2025	4.442	4.453	4.453
2026	4.452	4.464	4.464
2027	4.461	4.475	4.474
2028	4.470	4.485	4.485
2029	4.479	4.496	4.496
2030	4.489	4.507	4.507

**Figura 7**

*Comparación de la proyección de población según censos municipales para distintos métodos*



### 7.1.7. Población proyectada según censos departamentales

En este apartado se obtienen las tasas de crecimiento, para los tres métodos que se estudiaron en el apartado anterior: aritmético, geométrico y exponencial, pero haciendo uso de los censos departamentales que se realizaron en el departamento de Nariño, en lugar de los censos municipales. Con estas tasas, es posible obtener la población proyectada en el año de horizonte del programa, 2030.

Con estos valores, se busca contar con parámetros de referencia, en cuanto a la validez de la población proyectada obtenida en el anterior apartado o realizar los ajustes que sean necesarios, buscando que el programa no tenga unos parámetros de diseño incorrectos, derivados de una previsión errónea de la población futura que se beneficiará con la construcción del sistema.

#### Tabla 14

*Datos censales del departamento de Nariño, para centros poblados y población rural*

<b>Año de realización del censo</b>	<b>Población ajustada a 2018</b>
1985	490'003
1993	560'091
2005	663'356
2018	716'592

*Nota.* Fuente Retroproyecciones DANE 2018

Al igual que con la proyección municipal, la proyección de la población con los censos departamentales se realiza teniendo en cuenta las tasas de crecimiento de tres diferentes métodos para la obtención de la población futura. A continuación, se muestra el cálculo de las tasas de crecimiento.

### 7.1.8. Proyección por el método aritmético

Para el cálculo de este coeficiente, se toma como año del último censo conocido el 2018 y como año del censo inicial 1985. Las poblaciones del último censo conocido y el censo inicial serán aquellas que se corresponden con los años mencionados.

$$m = \frac{716'592 - 490'003}{2018 - 1985}$$

$$m = 6'866$$

Para el año 2022, el DANE proyectó una población rural de 714.847 en el departamento de Nariño, la población del sector urbano para el mismo año es de 2.131 Habitantes, esto es el 0.30% de la población rural total. Aplicando este porcentaje sobre el coeficiente de crecimiento del método aritmético se tiene un coeficiente ajustado de 20.47.

Se debe notar que el factor de ajuste del método aritmético es significativamente bajo, es decir, la población que se considera en el diseño en comparación con la población total usada en el cálculo de la tasa es muy alta. Esta situación, lleva a que no resulte conveniente su consideración dentro de los cálculos.

### 7.1.9. *Proyección por el método geométrico*

Al igual que en el apartado anterior, se obtienen las tasas de crecimiento geométrico para cada rango de censos consecutivos, las cuales se promedian, para obtener la tasa de crecimiento de la población, con la cual se realizarán los cálculos para obtener la población beneficiaria en el año de horizonte del programa.

**Tabla 15**

*Tasa de crecimiento método geométrico según censos departamentales*

Periodo	ri
1985-1993	1.69%
1993-2005	1.42%
2005-2018	0.60%
<b>r</b>	<b>1.23%</b>

### 7.1.10. *Proyección por el método exponencial*

Se sigue el mismo procedimiento que en el método geométrico, indicado en el apartado dedicado a la proyección de la población a partir de los censos municipales.

**Tabla 16**

*Tasa de crecimiento método exponencial según censos departamentales*

Periodo	ki
1985-1993	1.67%
1993-2005	1.41%
2005-2018	0.59%
<b>k</b>	<b>1.23%</b>

### 7.1.11. Análisis comparativo de las proyecciones obtenidas según censos departamentales

Con las tasas obtenidas anteriormente es posible realizar la proyección de la población hasta el año de horizonte del programa, es decir 2030. Estos valores calculados se muestran en la Tabla 17 y Figura 8.

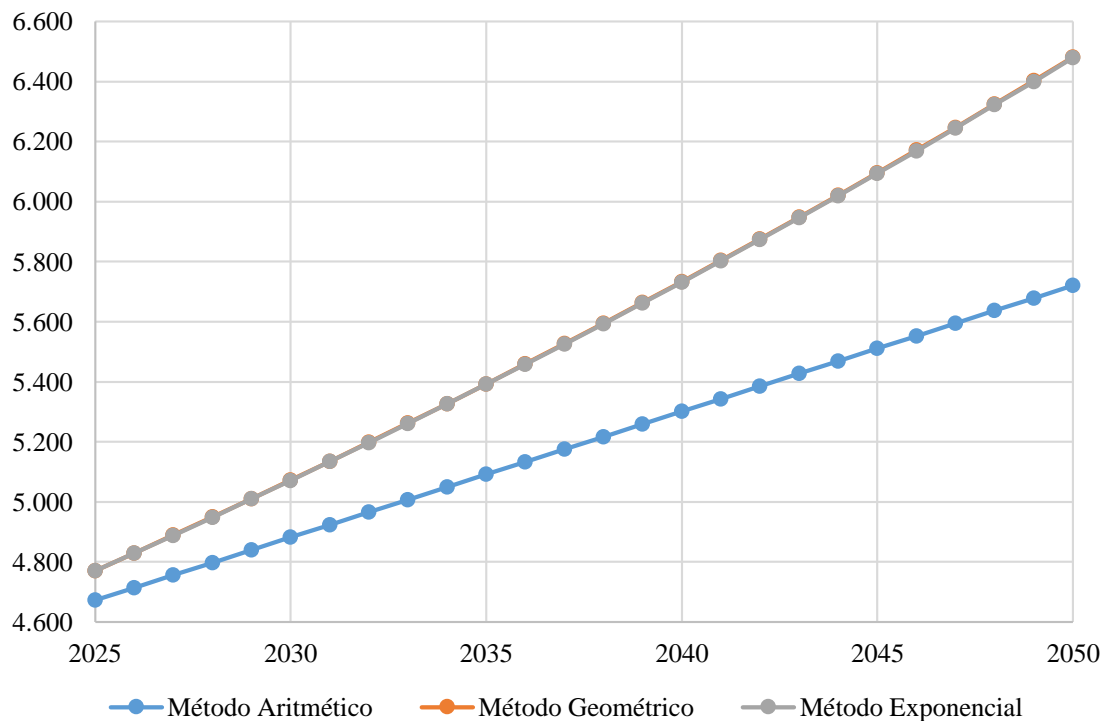
**Tabla 17**

*Comparación de la proyección de población según censos departamentales para distintos métodos*

Año	Método Aritmético	Método Geométrico	Método Exponencial
2024	4.630	4.712	4.712
2025	4.672	4.770	4.770
2026	4.714	4.829	4.829
2027	4.756	4.889	4.888
2028	4.797	4.949	4.949
2029	4.839	5.010	5.010
2030	4.881	5.072	5.071

**Figura 8**

*Comparación de la proyección de población según censos departamentales para distintos métodos*



Al igual que en el caso de los valores de población, que se obtuvieron con las tasas de crecimiento a partir de los datos censales municipales, se encontró que los valores proyectados de población difieren considerablemente entre los métodos geométrico y exponencial con respecto al aritmético.

Teniendo en cuenta lo anterior, se considera mejor alternativa el uso de la población promedio del método geométrico y exponencial, teniendo en cuenta que sus resultados fueron similares entre sí, previendo que el municipio puede presentar un crecimiento relacionado también a su desarrollo comercial, turístico y agrícola.

#### ***7.1.12. Proyección de la población en el sector urbano del municipio de guaitarilla***

Dado que en la zona de influencia del programa se registraron 2.131 Habitantes. Este dato constituye la cantidad de habitantes que se tomarán como población existente en el año 2024, a partir de la cual se realizará la proyección poblacional hasta el año 2030.

Siguiendo los lineamientos de las conclusiones obtenidas de las proyecciones de población, se tomará como valores de diseño las poblaciones obtenidas del promedio de los métodos geométrico y exponencial. Se realizan los cálculos correspondientes que se pueden resumir en la tabla y el gráfico que se muestran en seguida.

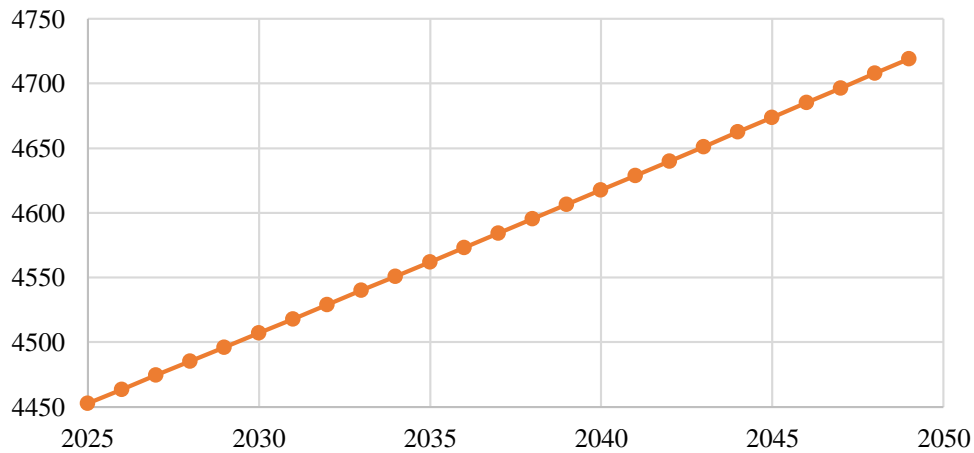
**Tabla 18**

*Proyección de la población para el sector urbano del municipio de Guaitarilla*

<b>Año</b>	<b>Método Geométrico</b>	<b>Método Exponencial</b>	<b>Promedio</b>
2024	4442	4442	4442
2025	4453	4453	4453
2026	4464	4464	4464
2027	4475	4474	4474
2028	4485	4485	4485
2029	4496	4496	4496
2030	4507	4507	4507

**Figura 9**

*Comparación de la proyección de población según censos departamentales para distintos métodos*

**7.2. Diagnóstico**

Dentro del Municipio Guaitarilla (N), la cobertura de la prestación del servicio público está al 100%. Ahora bien, el diagnóstico presentado a continuación, busca establecer la situación ambiental actual del recurso hídrico teniendo en cuenta sus aspectos sociales, físicos, bióticos y antrópicos con el fin de establecer las potencialidades, conflictos y restricciones del recurso. Implica desarrollar actividades de recopilación, organización y clasificación de información histórica y, ejecutar programas de monitoreo, recolección y procesamiento de información.

**7.2.1. Diagnóstico de microcuencas**

En Guaitarilla (N) el estado actual de las microcuencas del casco urbano del municipio es de gran importancia ya que, al identificar el estado de protección de nacimientos, la cantidad de áreas protegidas, el estado de deforestación, los usos y cantidades del recurso, el nivel de educación de la población, identificar y evaluar la infraestructura para el suministro de agua de esta forma. De tal manera que se logre visualizar el panorama real y de forma clara para dar paso a la búsqueda de las soluciones.

A continuación, se realiza una descripción de la cuenca del Río Guaitara, Subcuenca de El Salto, Microcuenca Cumag, de donde se desprenden las corrientes abastecedoras La Aguada, El Cucho y Carrizal.

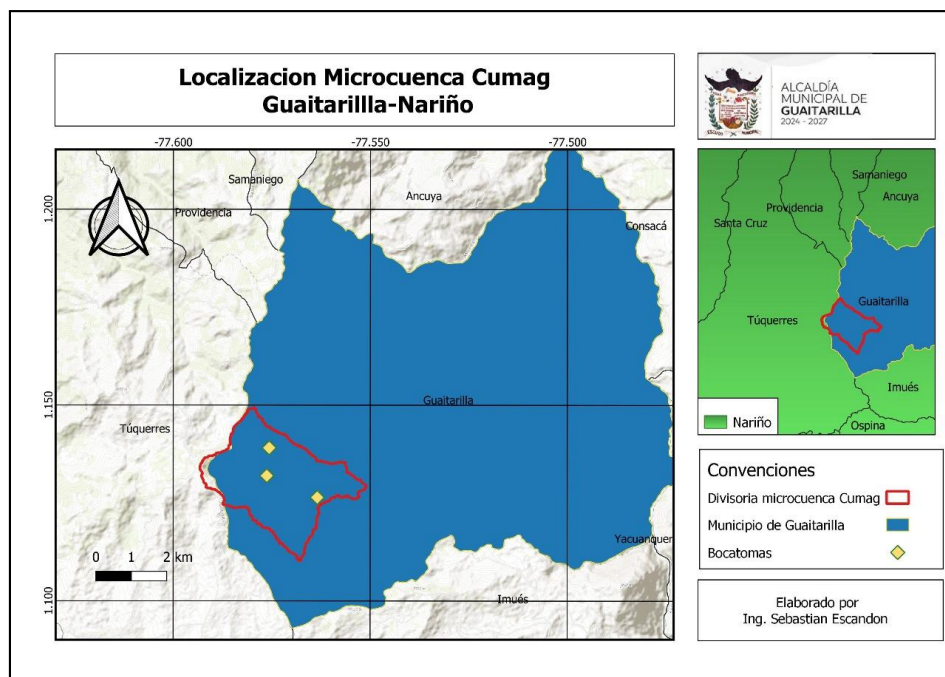


**Tabla 19***Descripción microcuenca quebrada Cumag*

<b>Descripción microcuenca quebrada Cumag</b>				
<b>Cuenca:</b>	Rio Guaitara			
<b>Subcuenca:</b>	Quebrada El Salto			
<b>Microcuenca:</b>	Quebrada Cumag			
<b>Número de hectáreas de la microcuenca:</b>	800 hectáreas			
<b>Nombre de las localidades que abastece:</b>	Casco urbano de Guaitarilla (N)			
<b>Descripción de la microcuenca</b>				
<b>Estado de protección:</b>				
<p>Localizada en la zona sur occidental del municipio y de la subcuenca de la quebrada el salto, su área de captación es de 800 has. Correspondientes al 6.6% de la extensión total del área de captación de la red municipal. Limita al norte con las microcuencas de las quebradas honda y regada; al sur con la microcuenca de la quebrada San José y la divisoria de aguas de la subcuenca del río Sapuyes; al oriente con la microcuenca de las quebradas el granadillo y al occidente con la línea limítrofe entre el municipio de Guaitarilla y el municipio de Providencia. La quebrada Cumag nace a una elevación de 3340 m. En la loma el cerote donde se localiza la caldea volcánica “Quitaso”. Recorre 6.48 km. Y se une con la quebrada el lechero para formar la “Quebrada Regada” en la microcuenca que lleva su mismo nombre su curso está dado por las intersecciones de los occidentes llamados: loma la plazuela (norte) y loma santa bárbara(s). Su principal afluente es la quebrada la aguada.</p>				
<b>Problemas que afronta</b>				
<b>Descripción de la parte alta</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Descripción del problema</b>	<b>Causas</b>	<b>Efectos</b>	<b>Área de influencia- Localización exacta</b>
<b>Deforestación</b>	La tala selectiva de algunas especies como el guarango, encino, quillotocto, motilón, es una de las causas más agudas que afectan la regularidad de los cauces de quebradas y arroyos de los que la comunidad se benefician	Expansión de predios para la agricultura y La ganadería se ha manejado con pérdidas y existe una tendencia hacia la ganadería intensiva	Masiva deforestación y disminución de la cantidad y calidad de agua, así como también destrucción del hábitat de diferentes especies	Parte alta y márgenes hídricas de toda la microcuenca Vereda tiznan
<b>Contaminación/Calidad</b>	Presencia de ganadería y hallazgo de materia fecal de animales además por la presencia de cultivos existen agroquímicos	No cercar la parte de la bocatoma causa la contaminación del agua además existe pendiente pronunciada, infiltración y escurrimiento	Aumento de la carga contaminante y vertimientos	Parte alta y márgenes hídricas de toda la microcuenca Vereda tiznan
<b>protección</b>	No existen zonas de protección en la microcuenca	Características de minifundistas de tenencia de la tierra	Invasión de zonas de protección (rondas hídricas)	Toda el área de la microcuenca
<b>Descripción de la parte media</b>				

<b>Deforestación</b>	Bajo mantenimiento a la zona de protección del nacimiento	Falta de recursos económicos y humanos	Contaminación del agua y pérdida de cobertura vegetal de los suelos	Parte media de la microcuenca
<b>Contaminación/Calidad</b>	Contaminación de la fuente de abastecimiento	Presencia de cultivos que se manejan con productos agrícolas y mal manejo de residuos sólidos	Perdida de la calidad del recurso, agua no apta para consumo humano	Parte media de la microcuenca
<b>Descripción de la parte baja</b>				
<b>Deforestación</b>	Presencia de cultivos	Ampliación para áreas dedicadas al cultivo	Disminución de caudal y pérdida de la biodiversidad	Parte baja del acueducto del casco urbano
<b>Contaminación/Calidad</b>	Contaminación de la fuente de abastecimiento	Presencia de cultivos manejados con productos agrícolas	Baja cantidad del recurso y contaminación para consumo humano	Parte baja del acueducto del casco urbano
<b>Características</b>				
<b>Tipos de uso de suelo:</b>	Agrícolas y agropecuario			
<b>Tipos de cultivos:</b>	Frijol, yuca y maíz			
<b>Usos del recurso hídrico:</b>	Doméstico, ganadería y agricultura			

**Figura 10**  
*Sectorización Hidrográfica de la Microcuenca Cumag*



### 7.2.2. Nacimientos y áreas protegidas del municipio de Guaitarilla

**7.2.2.1. Localización de los nacimientos y zonas protegidas.** De acuerdo al estudio priorizado por el instituto de investigación de recursos Biológicos, Alexander Von Humboldt – 2016, Guaitarilla (N) posee el 2.26% de área de ecosistemas estratégicos que en ellos logramos encontrar porcentajes de área de humedales, área de paramos y área de bosque seco tropical que se encuentra dentro del Municipio lo cual de acuerdo, al reporte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) Guaitarilla (N) , no se halla reporte alguno sobre áreas de ecosistemas estratégicos, obteniendo ser pioneros y aportantes de áreas protegidas.

En el municipio de Guaitarilla se cuenta con paramo que va desde los 2.600 hasta los 3.200 msnm.

De acuerdo a lo establecido por la Ley 1930 de 2018, conocida como ley de Paramos y Rangel 2000, en este tipo de paramo, se encuentra que son proveedores de bienes y servicios ambientales, características geológicas geográficas climáticas además de proveedores de flora y fauna.

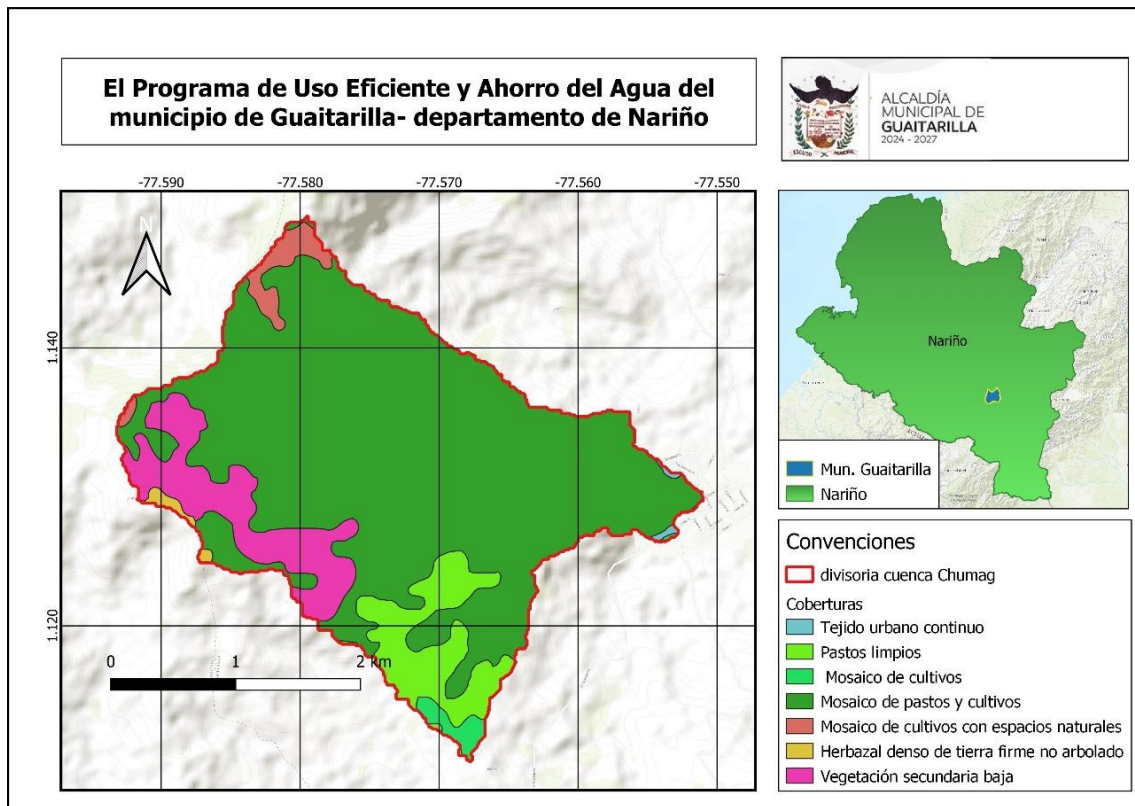
**Tabla 20**  
*Nacimientos y zonas protegidas*

Subcuenca	Microcuenca	Nacimiento	Georreferenciación			Estado actual
			X	Y	Z	
<b>Quebrada El Salto</b>	Quebrada Cumag	Loma El Cerrote Alto – La Aguada	943680	61789	3300	El lugar de nacimiento de la fuente es en el predio del Señor José Yarpaz. La parte alta de la microcuenca no se encuentra bien protegida, se observan especies pequeñas entre 1 y 2 metros de altura
		Alto El Carrizal Surrone	943339	617149	3100	El lugar de nacimiento de la fuente es en el predio del Señor Pedro Getial. La parte alta de la microcuenca no se encuentra protegida, su estado es regular, solamente se encuentra reforestado con especies nativas la rivera de la fuente abastecedora del acueducto
	Q. Regada	Alto El Cucho	945429	616291	3050	El lugar de nacimiento de la fuente es en el predio del Señor Fidel Hernando Pantoja. El lugar de nacimiento se denomina La Ciénaga ubicado en la vereda Cumag
		Parte alta del arroyo el Rosal.	947062	617396	2700	La parte alta de la Microcuenca no se encuentra bien protegida, su estado es regular, se encuentran

Subcuenca	Microcuenca	Nacimiento	Georreferenciación			Estado actual
			X	Y	Z	
<b>Río Guaitara</b>	Q. Honda	Confluencia de la Q. Cumag y el Lechero	946006	619127	2660	especies nativas en pequeña cantidad
		Parte alta arroyo el Cucharó.				Se encuentra en parte reforestada con pequeños arbustos y especies nativas, por lo que se hace necesario que se proteja en su totalidad
	Q. Los Molinos	Confluencia de las Qs. Ahumada Chiquita y San Francisco	945993	620852	2890	La Microcuenca está desprotegida en gran parte, y su estado es regular, en el recorrido se observa especies nativas en menor cantidad alrededor de la fuente
		Confluencia entre las Quebradas San Pablo y Mora Blanca				EL estado de la Microcuenca es regular, ya que presenta deforestación en su parte alta, debido a la intervención y tala de bosques, representando disminución del Caudal.
	Q. Mera	Confluencia entre la Q. El Barranco y la Q. El Derrumbe	949826	621520	2300	Gran parte de la Microcuenca se encuentra desprotegida, se hace necesario reforestarla alrededor de la fuente
		Confluencia de sus corrientes menores que nacen en la zona sur				La Microcuenca presenta problemas de deforestación en su parte alta, ocasionando disminución en el caudal, ya que las coberturas vegetales que protegen la fuente son muy limitadas
	Q. San José	Confluencia de sus corrientes menores que nacen en la zona sur	947585	613583	2900	La parte alta de la Microcuenca se encuentra parcialmente protegida, y se hace necesario reforestarla en Su totalidad con especies nativas
		Confluencia entre las Quebradas Pambuzá y San José				Gran parte de la Microcuenca presenta deforestación, alrededor de la fuente se observa pequeños arbustos y rastrojos, se hace necesario reforestar con especies nativas
	Q. La Chorrera	Elevación la Loma, el Encino.	952279	618309	2450	El estado de la Microcuenca es regular, porque presenta deforestación en la parte alta, debido a la intervención antrópica
		Confluencia de la Q. El Duende				En la parte alta de la Microcuenca se encuentran especies nativas en menor cantidad, y pequeños
Q. El Rosal	Confluencia de la Quebrada la Ciénaga.	946753	614352	2800		
	946753					
Q. El Cid	Confluencia de la Quebrada el Rosal.	953032	613484	2500		
<b>Río Sapuyes</b>	Q. Guaramuez	Zona Nor - Occidental de la Subcuenca,	944016	614485	3220	

Subcuenca	Microcuenca	Nacimiento	Georreferenciación			Estado actual
			X	Y	Z	
		Límites con la Microcuenca Q. Cumag				arbustos, la mayor parte está desprotegida y se hace necesario reforestar la fuente

**Figura 11**  
*Sectorización Hidrográfica de la Microcuenca Cumag*



**7.2.3. Proyectos realizados por alcaldía y ESP**

A continuación, en la Tabla 21 se relacionan proyectos que se han realizado a través de la Alcaldía Municipal y la Empresa de servicio de acueducto para lograr la consecución de recursos económicos y conservar y proteger las áreas de nacimientos y zonas de protección y las acciones puntuales para la conservación y protección de nacimientos y zonas protegidas, relacionadas a proyectos y a la inversión de los recursos definidos en el Artículo 111 de la ley 99 de 1993:

**Tabla 21***Proyectos realizados Administración Municipal*

<b>Periodo 2019-2024</b>					
<b>Fecha</b>	<b>Proyecto ejecutado</b>	<b>Responsable (administración, empresa)</b>	<b>Sitio exacto (vereda, microcuenca)</b>	<b>Valor invertido</b>	<b>Rubro presupuestal, dato que garantice la inversión</b>
16-10-2024	Contratar la interventoría técnica, administrativa y financiera al contrato de obra pública denominado, “optimización de los sistemas de acueducto de las veredas el cabuyo, ahumada y San Antonio del municipio de Guaitarilla, departamento de Nariño	Alcaldía Municipio Guaitarilla	de Veredas El Cabuyo, Ahumada y San Antonio	\$18.000.00 0,00	2024001418
17-09-2024	Estudios y diseños para la optimización el sistema de acueducto de la vereda plan grande del municipio de Guaitarilla–departamento de Nariño”. Optimización de los sistemas de acueducto de las veredas el cabuyo, ahumada y San Antonio del municipio de Guaitarilla, departamento de Nariño	Alcaldía Municipio Guaitarilla	de Municipio de Guaitarilla	\$100.000.0 00,00	201800021
11-09-2024	Optimización de los sistemas de acueducto de las veredas el cabuyo, ahumada y San Antonio del municipio de Guaitarilla, departamento de Nariño	Alcaldía Municipio Guaitarilla	de Veredas El Cabuyo, Ahumada y San Antonio	\$154.389.2 01.2	1087960184
26-08-2024	Consultoría para la formulación del plan de uso eficiente y ahorro del agua - PUEAA del municipio de Guaitarilla (n) de acuerdo a la normatividad, legislación vigente y los términos de referencia de la autoridad ambiental	Alcaldía Municipio Guaitarilla	de Municipio de Guaitarilla	\$36.000.00 0	2024000661
12-06-2024	Servicio de limpieza y mantenimiento de sumideros, cámaras de inspección y canal de la quebrada el chuzo para recolección de aguas lluvias, con el fin de evitar posibles inundaciones y mitigar	Alcaldía Municipio Guaitarilla	de Municipio de Guaitarilla	\$27.149.94 1	2024000427

Periodo 2019-2024					
Fecha	Proyecto ejecutado	Responsable (administración, empresa)	Sitio exacto (vereda, microcuenca)	Valor invertido	Rubro presupuestal, dato que garantice la inversión
	efectos en el casco urbano del municipio de Guaitarilla (n)				
02-04-2024	Contratar la interventoría técnica, administrativa, ambiental y financiera al contrato de obra pública denominado, “rehabilitación y mejoramiento del sistema de acueducto de la vereda Girardot del municipio de Guaitarilla Nariño, en el marco del programa agua y bienestar para mi vereda”	Alcaldía Municipio Guaitarilla	de Vereda Girardot	\$18.587.40 1.49	14554
01-03-2024	Prestación de servicios profesionales como apoyo para el fortalecimiento de las entidades prestadoras de servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en el municipio de Guaitarilla (n).	Alcaldía Municipio Guaitarilla	de Municipio de Guaitarilla	\$9.200.000	2024000200
01-03-2023	Convenio de cooperación suscrito entre el municipio de Guaitarilla y la asociación junta administradora del acueducto de buenos aires del municipio de Guaitarilla - Nariño, para la transferencia de recursos con el fondo de solidaridad y redistribución de ingresos, servicios de acueducto de Guaitarilla	Alcaldía Municipio Guaitarilla	de Municipio de Guaitarilla	\$2.030.200	2023000227
01-02-2023	Prestación de servicios para la asesoría especializada en la planeación y manejo adecuado de recursos SGP, agua potable y	Alcaldía Municipio Guaitarilla	de Municipio de Guaitarilla	\$2.500.000	2023000133

<b>Periodo 2019-2024</b>					
<b>Fecha</b>	<b>Proyecto ejecutado</b>	<b>Responsable (administración, empresa)</b>	<b>Sitio exacto (vereda, microcuenca)</b>	<b>Valor invertido</b>	<b>Rubro presupuestal, dato que garantice la inversión</b>
02-11-2022	saneamiento básico, acompañamiento comercial y administrativo en materia de servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo para el municipio de Guaitarilla Prestación de servicios para la asesoría especializada en la planeación y manejo adecuado de recursos SGP, agua potable y saneamiento básico, acompañamiento comercial y administrativo en materia de servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo para el municipio de Guaitarilla - Nariño	Alcaldía Municipio Guaitarilla	de Municipio de Guaitarilla	\$2.500.000	2022001038
04-06-2019	Prestación de servicios de apoyo técnico en el seguimiento en la ejecución de obras en los proyectos desarrollados en el sector agua potable y saneamiento básico en el municipio de Guaitarilla (n)	Alcaldía Municipio Guaitarilla	de Municipio de Guaitarilla	\$8.500.000	2019000575
29-11-2018	Suministro de tubería para realizar las obras de mantenimiento de los acueductos de la vereda el paramillo y barrio Belén del municipio de Guaitarilla – Nariño	Alcaldía Municipio Guaitarilla	de Vereda El Paramillo	\$7.995.407	2018001148
29-11-2018	Adecuación de dos casetas de cloración para los acueductos de las veredas San Antonio y Cumag chiquito del	Alcaldía Municipio Guaitarilla	de Veredas San Antonio y Cumag Chiquito	\$9.999.187	2018001147



Periodo 2019-2024					
Fecha	Proyecto ejecutado	Responsable (administración, empresa)	Sitio exacto (vereda, microcuencia)	Valor invertido	Rubro presupuestal, dato que garantice la inversión
02-10-2017	municipio de Guaitarilla - Nariño Prestación de servicios de apoyo técnico en el seguimiento en la ejecución de obras en los proyectos desarrollados en el sector agua potable y saneamiento básico en el municipio de Guaitarilla (n)	Alcaldía Municipio de Guaitarilla	Municipio de Guaitarilla	\$3,900,000	2017001051

Nota. Fuente Procesos de contratación SECOP I

#### 7.2.4. *Diagnostico oferta hídrica superficial*

Ante la necesidad creciente de evaluar la disponibilidad, el estado actual del recurso hídrico y de estimar las condiciones de presión por su uso además de las limitaciones de oferta por efectos de la alteración cada vez mayor de la calidad del agua, es de vital importancia la cuantificación de la oferta hídrica para la microcuencia abastecedora del acueducto del casco urbano del municipio. El conocimiento adecuado de la disponibilidad y distribución espacio - temporal del recurso hídrico, es un aspecto que permite ordenar, planificar y distribuir óptimamente el recurso para el desarrollo de las actividades antrópicas generadas en cada región.

#### 7.2.5. *Cálculo de oferta hídrica superficial*

Para el cálculo de la oferta hídrica se tomó como referencia el marco conceptual dispuesto en la metodología para el cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial, desarrollado por el IDEAM, para lo cual se plantea a continuación los siguientes pasos.

- Identificación y localización estaciones hidrometeorológicas en el área de estudio.
- Recopilación y procesamiento de la Información.
- Cálculo de la oferta hídrica neta superficial.

Los insumos utilizados para el cálculo de los parámetros de oferta hídrica, corresponde a información hidrometeorológica del instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

IDEAM, utilizando las estaciones que se encuentren más cercanas al municipio, y sus registros sean mayores a 10 años, puesto que se pretende trabajar con un histórico igual o mayor a 20 años contados a partir del año 2002 hasta el 2023.

Considerando que en algunos casos la información meteorológica no está completa o presenta vacíos; se llevó a cabo un proceso de relleno de estadísticas a través del método de regresión lineal y el de la razón normal para el cálculo de los datos faltantes; esta técnica de regresión lineal simple permite construir modelos para representar la relación entre la variable independiente vs la variable dependiente. Para tal fin se eligieron estaciones cercanas y similares en altitud, de igual manera se tuvo en cuenta que las estaciones vecinas cuenten con series completas de datos en periodos similares.

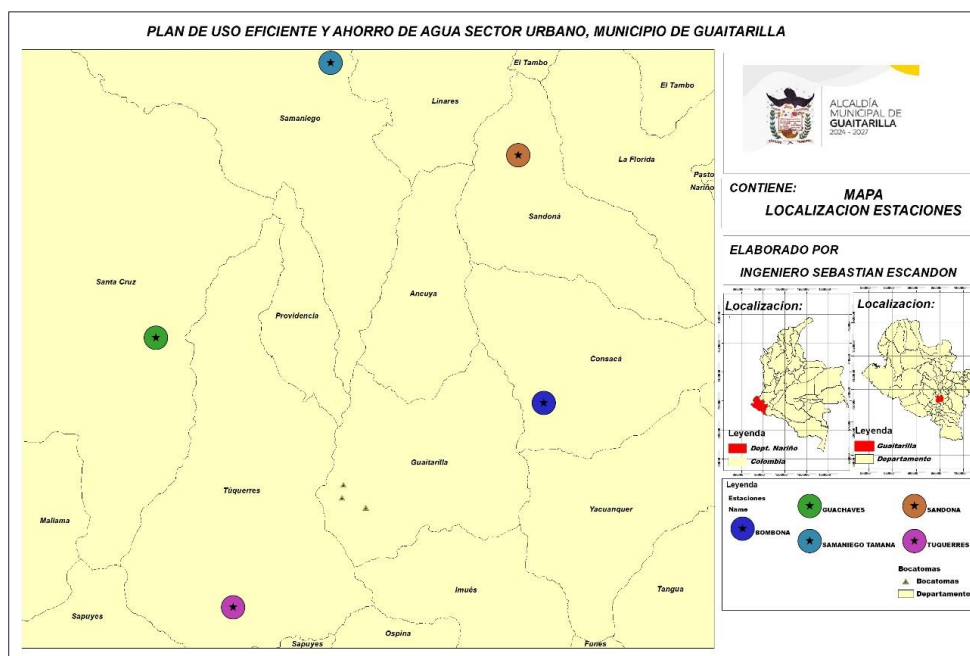
**Tabla 22**

*Red de estaciones meteorológicas*

ESTACIÓN	CODIGO	LATITUD	LONGITUD	ALTURA	INFORMACIÓN	PERIODO
Bombona	52055030	-77,47	1,18	1.493	Precipitación /Temperatura	Mensual
Samaniego	52055060	-77,59	1,37	1.700	Temperatura	Mensual
El Paraiso	5205502	-77,27	1,55	1.875	Temperatura	Mensual
Guachaves	5205005	-77,53	1,35	1.480	Precipitación	Mensual
Sandona	5205004	-77,68	1,22	2.834	Precipitación	Mensual

**Figura 12**

*Localización de estaciones meteorológicas*



**7.2.5.1. Estimación de la precipitación.** Para el análisis del comportamiento de la precipitación en el municipio de Guaitarilla, se analiza los datos históricos para un periodo comprendido entre 2002 y 2023 de la estación más cercana al municipio, relacionadas en la tabla anterior, con la cual se determinó que el régimen de lluvias en el municipio es de tipo binomodal, por que presenta un periodo de lluvias y uno seco.

El período lluvioso en el primer semestre del año se presenta en los meses de enero, febrero, marzo y abril; el segundo período se sucede entre los meses de octubre, noviembre y diciembre, con máximas de precipitación en el mes de noviembre con 146,82 mm.

Los períodos de menor precipitación, pero con lloviznas y vientos fuertes son los meses de julio y septiembre, siendo el mes de agosto el menos lluvioso con 19,72mm.

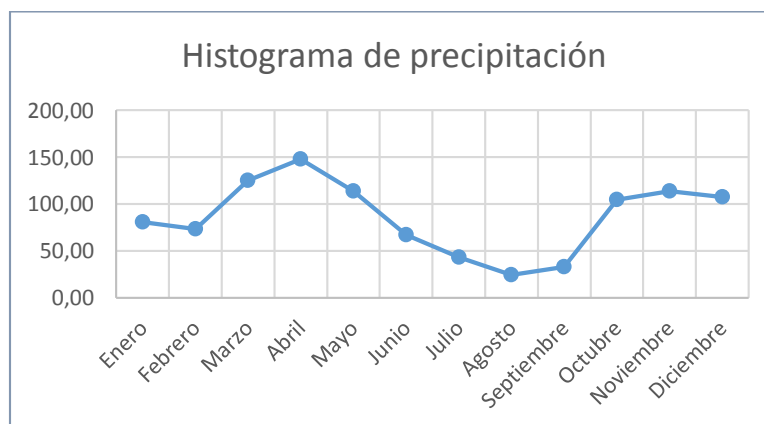
**Tabla 23**

*Periodos de lluvia*

Mes	Promedio
Enero	80,73
Febrero	73,52
Marzo	124,90
Abril	147,72
Mayo	113,69
Junio	67,13
Julio	43,10
Agosto	24,45
Septiembre	33,31
Octubre	104,86
Noviembre	114,06
Diciembre	107,66

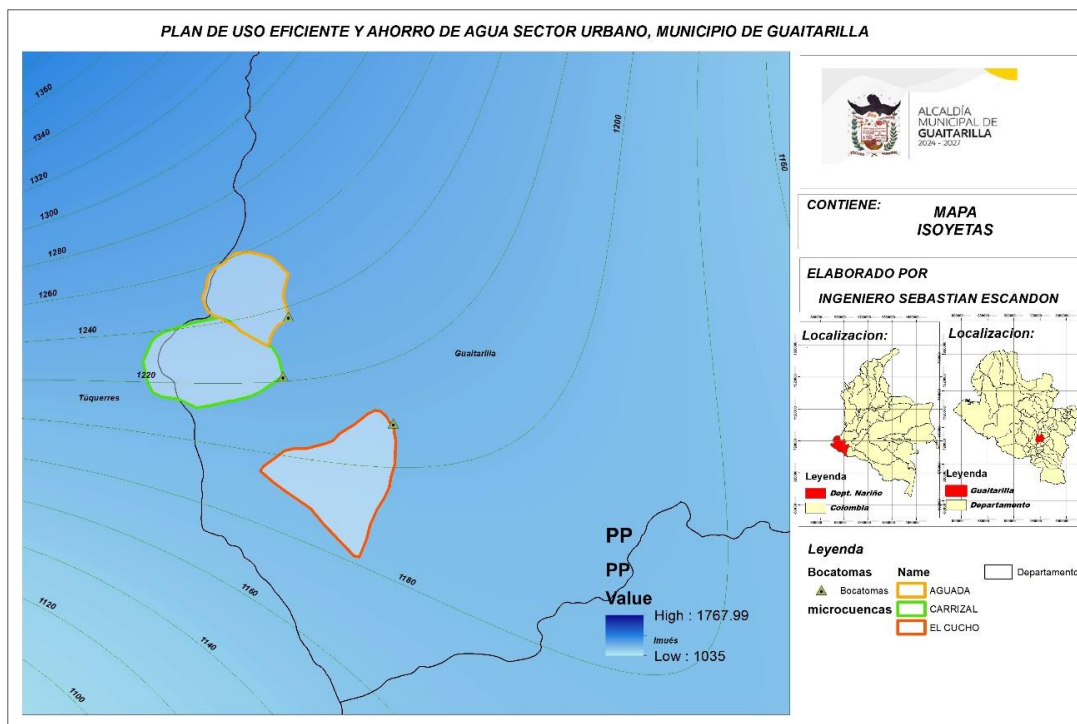
**Figura 13**

*Histograma de precipitación de acuerdo a las 3 Estaciones meteorológicas*



**7.2.5.2. Trazado de isoyetas.** El trazado de isoyetas se realizó mediante la utilización de métodos geostatísticos empleando la técnica de Inverse Distance Weighting (IDW), La interpolación mediante distancia inversa ponderada determina los valores de celda a través de una combinación ponderada linealmente de un conjunto de puntos de muestra; se escogió este método porque la superficie que se va a interpolar es una variable dependiente de la ubicación y es un predictor que no requieren que los datos se ajusten a la normalidad, correspondiente a la distribución de los datos de precipitación.

**Figura 14**  
*Mapa de precipitación anual*



**Tabla 24**  
*Precipitación anual*

Precipitación (mm)		
Máxima	Media	Mínima
1260	1220	1180

**7.2.5.3. Estimación de temperatura.** Para la estimación de la temperatura se tuvo en cuenta 4 estaciones cercanas al área de estudio, las cuales se presentan en la Tabla 11, debido a las limitaciones en materia de estaciones ubicadas dentro de la microcuenca que cuenten con registros históricos significativos de un periodo mínimo de 20 años.

Para realizar el mapa de temperatura se trabajó el método del gradiente térmico, el cual permite calcular la temperatura promedio de una forma teórica, entre la altura y el valor de la temperatura de un sitio determinado, tomando como base las curvas de nivel que representan la altura sobre el nivel del mar.

Para obtener la temperatura por este método se aplicó la siguiente fórmula según (Fries, Rollenbeck, Naub, Peters, & Bendix, 2011).

$$T_{Det} = T_{mensual} + (\gamma (Z_{Det} - Z_{estación}))$$

Donde:

- **T<sub>mensual</sub>**: Temperatura media multianual (°C)
- **$\gamma$** : La pendiente de gradiente altitudinal, estimada a través de la relación Altura vs T<sub>mensual</sub> (-0.0075).
- **Z<sub>Det</sub>**: Altitud de tendencia donde se requiere estimar las temperaturas a una única altura
- **Z<sub>estación</sub>**: Altitud de la estación en estudio = 1493 msnm

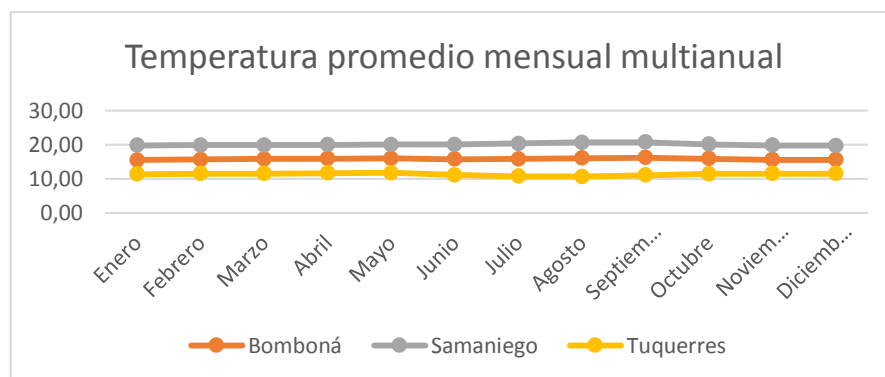
**Tabla 25**

*Estaciones utilizadas para la estimación de temperatura considerando gradiente altitudinal*

Estación	Altura	T <sub>mensual</sub>	T. Det
<b>Bombona</b>	1.602	15,83	8,14
<b>Samaniego</b>	1.450	20,12	11,29
<b>Tuquerres</b>	1.104	11,33	14,90

**Figura 15**

*Histograma de precipitaciones*



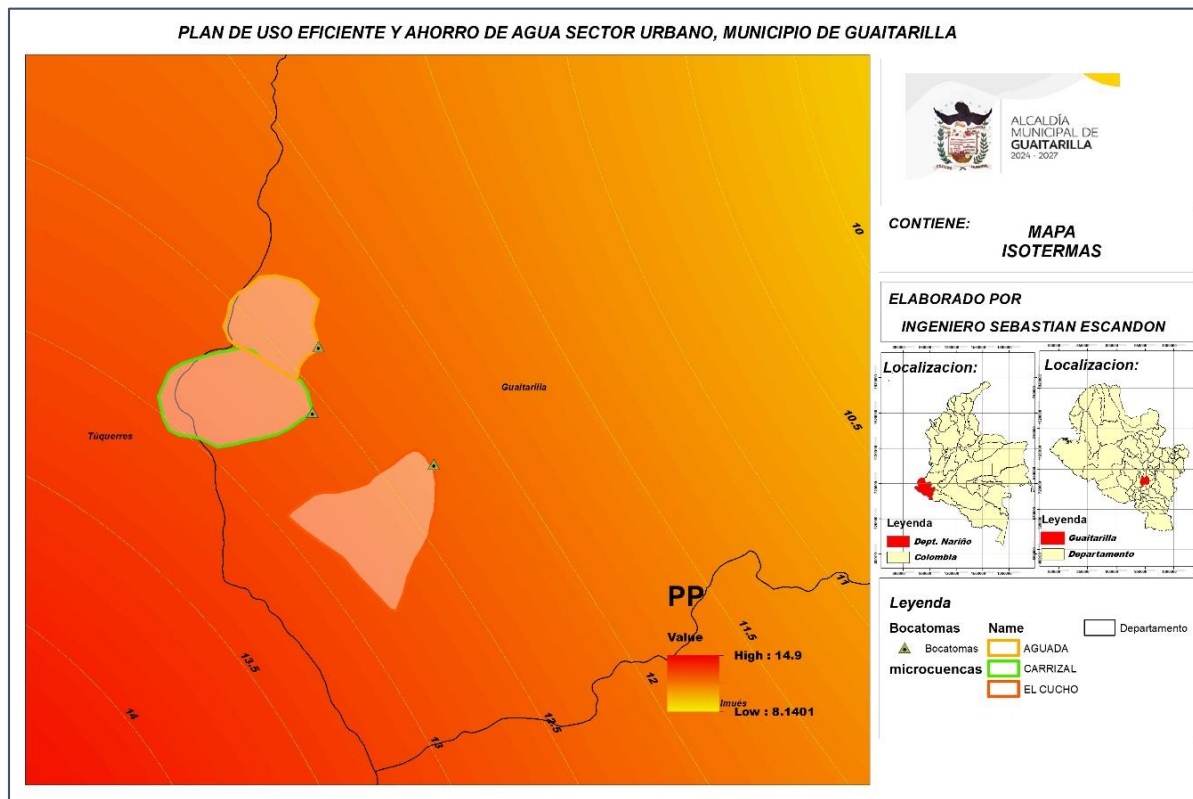
Una vez obtenida la T<sub>Det</sub> a una misma altura, se procedió a realizar una interpolación por el método IDW, el cual, es apto cuando la información cercana al área de estudio es escasa.

Posteriormente, se estima el nuevo modelo generado, ahora si considerando la altura de cada punto del DEM a través de la siguiente ecuación:

$$T_{x,y} = T_{Det} + (\gamma (Z_{x,y} - Z_{Det}))$$

Los resultados se presentan en el mapa de temperatura anual, arrojando una temperatura media de 22°C para la cuenca en estudio.

**Figura 16**  
*Mapa de temperatura anual*



**Tabla 26**  
*Temperatura anual*

TEMPERATURA (C°)		
Máxima	Media	Mínima
20,79	15,74	10,70

**7.2.5.4. Estimación de evapotranspiración.** Teniendo en cuenta que la evapotranspiración combina la evaporación de la superficie del suelo con la transpiración de la vegetación, se puede decir que el volumen de agua que se ha evapotranspirado entra a formar parte de la humedad atmosférica como vapor, y representa una pérdida de agua en el balance hídrico de una cuenca.

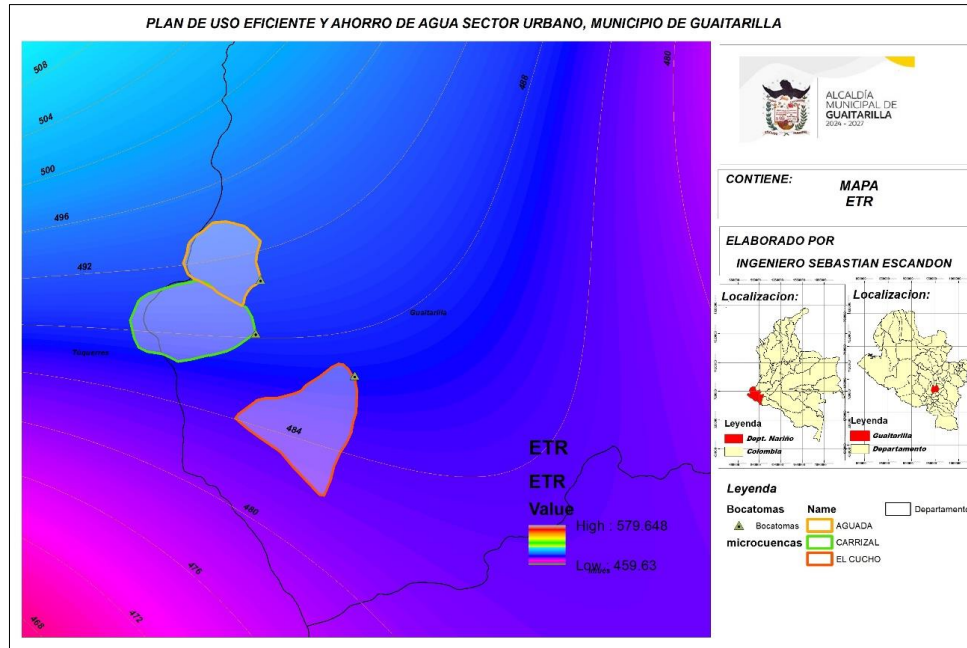
Para la estimación de la evapotranspiración en este estudio se tuvo en cuenta el método de la ecuación de TURC, la cual, resulta práctica y de fácil aplicación, sobre todo en áreas con poca información climatológica y de usos del suelo. Esta ecuación calcula directamente la evapotranspiración real teniendo en cuenta la temperatura, con base a las estaciones de registro ubicadas en el área de influencia que disponen de información de temperatura, para tal fin, se utilizó la herramienta de algebra de mapas del software ArcGIS 10.6, obteniendo como resultado una evapotranspiración real media de 676,98 mm/año para la cuenca de aporte al sistema de abastecimiento de la cabecera municipal del Guaitarilla. Los resultados se pueden observar en el mapa.

$$ETR = \frac{P}{\left(0,9 + \frac{P^2}{L_{(T)}^2}\right)^{1/2}}$$

Donde:

- **ETR:** Evapotranspiración Real media anual (mm)
- **P:** Precipitación media anual (mm)
- **L(t):** Parámetro heliotérmico expresado así:  $300 + 25t + 0.05 t^2$
- **T:** Temperatura media anual (°C)

**Figura 17**  
 Mapa de evapotranspiración



**Tabla 27**  
 Evapotranspiración real

evapotranspiración real (mm)		
Máxima	Media	Mínima
579.648	519.639	459.63

**7.2.5.5. Oferta Hídrica Superficial Total.** Hace referencia aquella porción de agua que después de haberse precipitado sobre el municipio y satisfecho las cuotas de evapotranspiración e infiltración del sistema suelo – cobertura vegetal escurre por causas mayores a ríos y demás corrientes superficiales alimenta lagos, lagunas y reservorios confluye con otras corrientes y llega directa o indirectamente al mar.

La oferta hídrica del municipio del Guaitarilla fue cuantificada con la aplicación del balance hídrico simplificado, como método indirecto para la obtención de caudales medios históricos en subcuencas sin monitoreo; para este fin se procedió a calcular el escurrimiento superficial total en lámina de agua, operando los ráster de precipitación y evapotranspiración real, con ayuda de herramientas SIG.

$$ESC = P - ETR$$

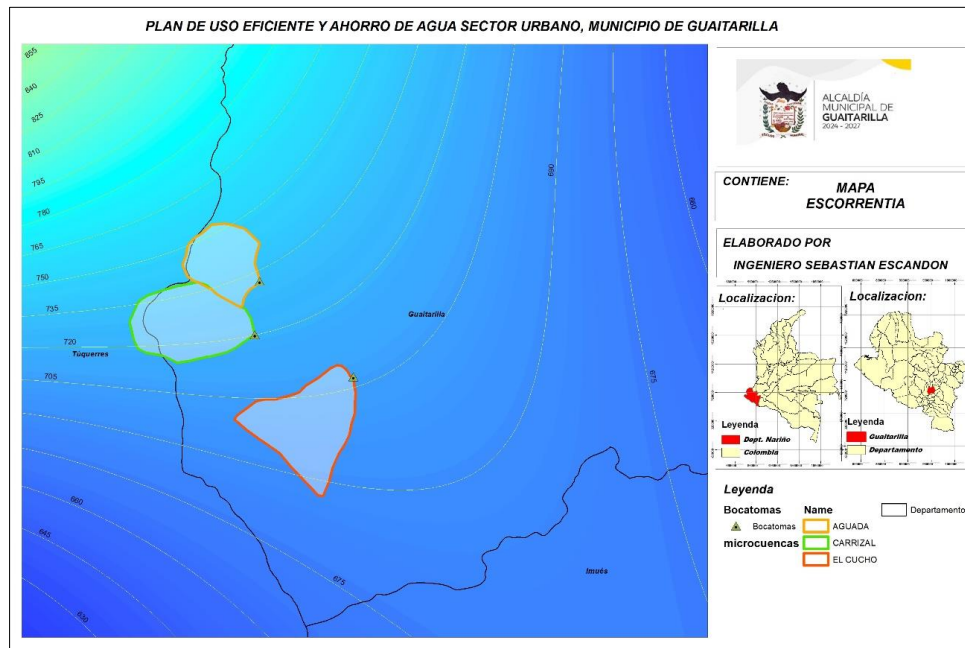


Dónde:

- **ESC:** Esgurrimiento Superficial Total (mm en lámina de agua)
- **P:** Precipitación anual (mm)
- **ETR:** Evapotranspiración Real (mm)

**Figura 18**

*Mapa de esgurrimiento superficial total*



**Tabla 28**

*Esgurrimiento superficial total*

Esgurrimiento superficial total (mm)		
Máxima	Media	Mínima
750	720	690

Para aplicar la fórmula de Oferta hídrica neta, es necesario transformar el valor de lámina de agua resultado del mapa de esgurrimiento superficial total a caudal expresado en (L/S) usando la siguiente fórmula, propuesta en la guía metodológica para el cálculo del índice de escasez establecida por el IDEAM.

$$Y = (Q * t) / (A * 1000) \quad \text{se pasa a} \quad Q = Y * (A * 10^3) / t$$

Dónde:

- **Y:** Escorrentía superficial expresada en términos de lámina de agua (mm)
- **Q:** Caudal modal para el periodo de agregación seleccionado (m3/seg)
- **T:** Cantidad de segundos en el periodo de agregación (s)
- **A:** Área aferente al nodo de mediciones (km2)

Con el fin de calcular la oferta hídrica neta, se aplican previamente los valores de los factores de reducción por régimen de estiaje (corresponde al nivel más bajo que, en ciertas épocas del año, pueden presentar las aguas de un río por causa de la sequía) y reducción por fuentes frágiles, alternativa metodológica propuesta por el IDEAM para las regiones Andina y Caribe que corresponden cada uno a un valor del 25%.

cálculo de la oferta hídrica neta se emplea la siguiente ecuación:

$$OHN = OHT - (OHT * (RFF + RRE))$$

Dónde:

- **OHN:** Oferta hídrica neta (L/Seg.)
- **OHT:** Oferta hídrica total (L/Seg.)
- **RFF:** Factor de reducción por fuentes frágiles (%)
- **RRR:** Factor de reducción por régimen de estiaje (%)

Aplicando la formula anterior se obtiene que la oferta hídrica para el municipio del Guitarilla es de 25,75 L/Seg. Con un área de la microcuenca abastecedora EL SALADO de 2,48 km.2

## 7.2.6. *Demanda hídrica*

**7.2.6.1. Diagnóstico de la demanda.** Los seres humanos utilizan intensivamente el recurso hídrico tanto para sus necesidades biológicas y culturales básicas como para las diferentes actividades económicas. Cada uno de los diferentes usos tiene unos requerimientos de calidad o características fisicoquímicas y biológicas particulares, por lo cual el análisis de oferta y demanda, además de realizarse en términos cuantitativos de rendimientos o caudales, debe realizarse analizando la calidad del recurso. Para el diagnóstico de la demanda de agua a nivel sectorial o clasificación de las actividades antrópicas sociales y económicas, es necesario reconocer los diferentes usos y los volúmenes captados condicionados por factores económicos sociales y otros.

A continuación, se presenta la evaluación de las demandas de agua para uso doméstico, uso agrícola y uso pecuario dentro del municipio del Guaitarilla.

En la cuantificación de la demanda se integran las actividades que requieren del recurso hídrico, mostrándose su comportamiento y distribución en el tiempo para planificar su uso sostenible. Tanto en Colombia como en el mundo, el mayor volumen de agua se utiliza en las actividades agropecuarias; no obstante, el uso crítico tiene que ver con el abastecimiento de agua potable para la población.

**7.2.6.2. Demanda de agua para uso doméstico.** Para el cálculo de este factor se estableció el número de usuarios del Sistema de acueducto del casco urbano realizando una proyección de la población, esto con base a la información entregada por la empresa de servicios públicos.

**Tabla 29**

*Consumo per cápita a nivel urbano*

Acueducto	Número de usuarios	Número de habitantes
Casco urbano	1512	4322
<b>Altura:</b>		2.700 msnm
<b>Dotación neta:</b>		120,00 L/Hab/día
<b>Pérdidas técnicas:</b>		25%
<b>Dotación bruta:</b>		160 L/Hab/día
<b>Dotación bruta total:</b>		0,17 m <sup>3</sup> /Hab/día
<b>Demanda de uso doméstico:</b>		145.133,73 m <sup>3</sup> /año

Para el cálculo de este factor se consideró los parámetros establecidos en las RAS mediante la resolución 0330 de 2017.

**7.2.6.3. Demanda de uso de agua de uso agrícola referido a distritos de riego.** Se tuvo en cuenta la cobertura del suelo y los registros y/o datos de los caudales concesionados, de igual manera se contempló la demanda proyectada teniendo como resultado la siguiente información:

**Figura 19**

*Mapa de coberturas y usos agrícolas*

**Tabla 30***Escurrecimiento superficial total*

<b>Demanda uso agrícola</b>				
<b>Cobertura</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (Ha)</b>	<b>Kc</b>	<b>DUA</b>
Bosques	1.020.500,00	102,05	0,80	129.290,16
Mosaico de pastos y cultivos	1.454.100,00	145,41	0,80	184.224,23
Pastos	2.700,00	0,27	1,00	338,10
<b>Total</b>	<b>2.477.300,00</b>	<b>247,73</b>	<b>2,60</b>	<b>313.852,49</b>

**Tabla 31***Demanda de uso pecuario*

<b>Demanda de uso pecuario</b>					
<b>Especie</b>	<b>Número animales</b>	<b>Consumo (L/animal/día)</b>	<b>DUP (L/día)</b>	<b>DUP (m<sup>3</sup>/año)</b>	<b>DUP (m<sup>3</sup>)</b>
<b>Bovino</b>	103,00	35,00	3605,00	1315,83	6579,13
<b>Porcino</b>	139,00	15,00	2085,00	761,03	3805,13
<b>Equinos</b>	33,00	25,00	825,00	301,13	1505,63
<b>Total</b>	<b>275,00</b>	<b>75,00</b>	<b>6515,00</b>	<b>2377,98</b>	<b>11889,88</b>

Con base a la información anterior y considerando que en el municipio no existen actividades de transformación de materia prima o actividades industriales como tal se determinó la demanda de uso total para la microcuenca quebrada Cumag, como se resume en la Tabla 32.

**Tabla 32***Demanda del recurso hídrico*

<b>Tipo de demanda del recurso hídrico</b>	<b>Demanda actual (m<sup>3</sup>/año)</b>	<b>Proyección demanda (m<sup>3</sup>/año)</b>	<b>Demanda actual del recurso hídrico (%)</b>
<b>DUD</b>	145.133,73	156.235,00	0,31
<b>DUA</b>	313.852,49	337.859,04	0,67
<b>DUP</b>	11.889,88	12.799,33	0,03
<b>Total, demanda recursos hídrico</b>	<b>470.876,10</b>	<b>506.893,37</b>	<b>1,00</b>

Teniendo en cuenta la demanda de uso y considerando los diferentes sectores como: doméstico, institucional, agrícola, pecuario y agropecuario, el municipio presenta una tendencia que implica la siguiente distribución.

**Tabla 33***Oferta vs demanda del recurso hídrico*

Oferta Vs Demanda	
OHN	2.225.197,29
DHN	506.893,37

**7.2.6.4. Índice de escasez.** Una vez realizados los cálculos de oferta y demanda para las fuentes de abastecimiento, se calcula el índice de escasez a partir de la siguiente expresión matemática relacionada de manera porcentual:

$$Ie = \frac{DHN}{OHN} * 100$$

Dónde:

- **Ie:** Índice de escasez expresado en porcentaje
- **Dh:** Demanda hídrica en metros cúbicos (m<sup>3</sup>)
- **Oh:** Oferta hídrica superficial neta en metros cúbicos (m<sup>3</sup>)
- **100:** Para expresarlo en porcentaje

El Índice de escasez de la fuente de abastecimiento fue de 22,78% considerando una demanda apreciable según la categorización presentada en la Figura 20.

**Figura 20***Categorización del índice de escasez*

Categoría	Rango	Color	Explicación
Alto	> 50 %	Rojo	Demanda alta
Medio alto	21-50%	Naranja	Demanda apreciable
Medio	11-20%	Amarillo	Demanda baja
Mínimo	1-10%	Verde	Demanda muy baja
No significativo	<1%	Azul	Demanda no significativa

### 7.2.7. Utilización de aguas lluvia y subterránea

En el municipio de Guaitarilla (N), no se utilizan las aguas lluvias y subterráneas, como fuentes de abastecimiento para los administradores de agua tanto en sector rural como en casco

urbano, debido a que se realizan directamente de fuentes hídricas superficiales, por tanto, este documento, no contempla ningún manejo en cuanto a esta temática.

### 7.2.8. *Inventario y análisis de infraestructura hidráulicas*

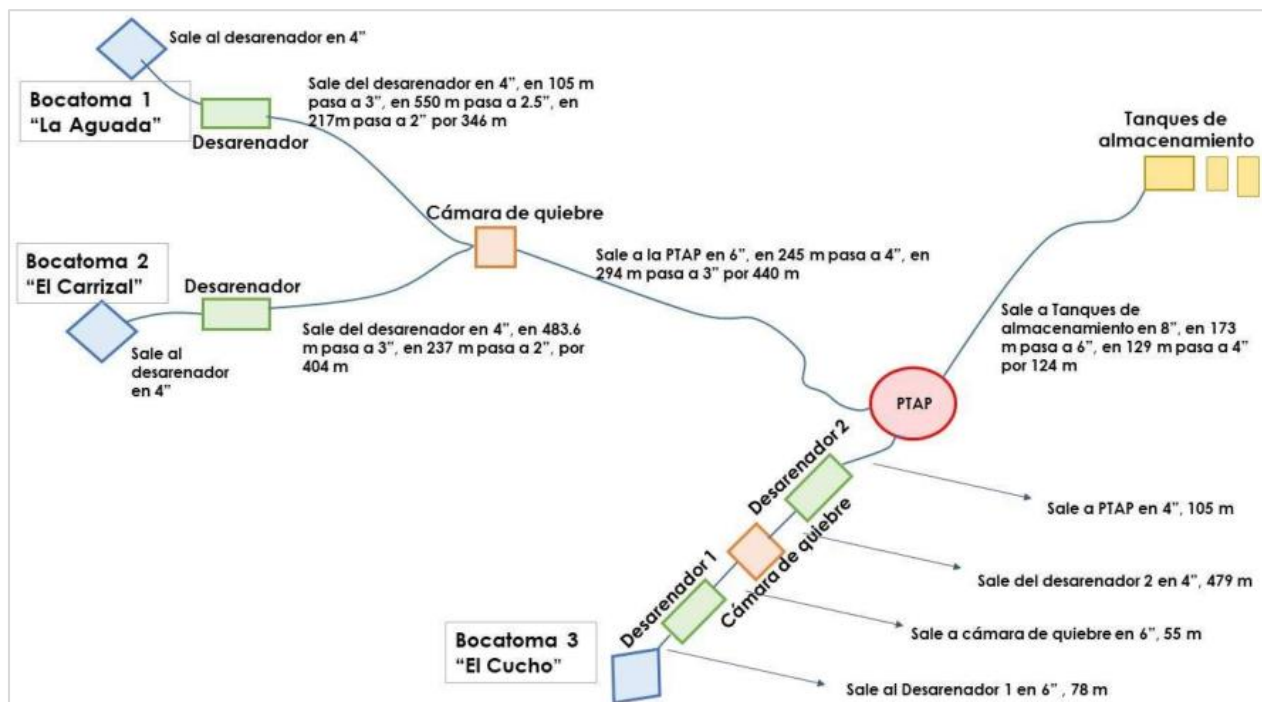
**7.2.6.4. Acueducto casco urbano.** Las fuentes de abastecimiento son: la quebrada La Aguada, quebrada El Carrizal y quebrada el Cucho, las cuales se ubican 3 Km, 3.5 Km y 2 Km respectivamente del casco urbano del municipio de Guaitarilla, de acuerdo con la información suministrada.

La cobertura del servicio de acueducto en el sector Urbano es de aproximadamente 100%, sin embargo.

El acueducto urbano abastece a: El casco urbano del municipio de Guaitarilla (N).

Este sistema de abastecimiento brinda un servicio a un número de usuarios de 1512.

**Figura 21**  
*Infraestructura casco urbano municipal*



Nota. Fuente E.S.P. Empoguitarilla

**Tabla 34**

*Características principales de los sistemas de bocatoma, desarenador, aducción y planta de tratamiento de agua potable del acueducto del casco urbano*

<b>Nombre del Acueducto:</b> Captación La Aguada, Captación El Carrizal, Captación El Cucho							
<b>Beneficiarios:</b> Casco urbano de Guaitarilla (N)							
<b>Número de Usuarios:</b> 1512							
<b>Caudal que ingresa a la bocatoma principal:</b> 21 lps							
<b>Componentes de las infraestructuras</b>							
<b>Componente</b>	<b>Georeferenciación</b>			<b>Descripción dimensiones</b>	<b>Material</b>	<b>Estado actual</b>	
	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>				
<b>Acueducto la aguada</b>							
Bocatoma la aguada	la	1.139110	-77.575630°	2916	1.50 m x 1.50 m	Concreto 3000 PSI	Mal estado
Caja de derivación aguada	la	1.139110	-77.575630°	2916	0.90 m x 1.56 m	Concreto 3000 PSI	Mal estado
Desarenador aguada	la	1.139049	-77.575361°	2915	11.27m x 1.67m x 1.50m	Concreto 3000 PSI	Regular estado
Cámara de quiebre aguada	la	1.134551	-77.565829°	2817	2.50 m x 2.30 m x 1.50 m	Concreto 3000 PSI	Regular estado
<b>Acueducto carrizal</b>							
Bocatoma carrizal	el	1.131989	-77.576246°	2908	1.60 m x 1.50 m	Concreto	Regular estado
Caja de derivación carrizal	el	1.131989	-77.576246°	2908	0.90 m x 1.56 m	Concreto	Mal estado
Desarenador carrizal	el	1.132003	-77.575246°	2897	11.27m x 1.67m x 1.50m	Concreto	Regular estado
<b>Acueducto el cucho</b>							
Bocatoma cucho	el	1.126439	-77.563430°	2868	1.60 m x 1.50 m	Concreto	Mal estado
Caja de derivación cucho	el	1.126439	-77.563430°	2868	1.33 m x 1.18 m	Concreto	Mal estado
Desarenador cucho (1)	el	1.126575	-77.562849°	2848	11.10m x 1.77m x 1.50m	Concreto	Mal estado
Desarenador cucho (2)	el	1.130105	-77.559366°	2744	7.33m x 2.30m x 1.50m	Concreto	Regular estado
Cámara de quiebre cucho	el	1.127000	-77.562540°	2836	2.50 m x 2.30 m x 1.50 m	Concreto	Regular estado
<b>Planta de tratamiento de agua potable</b>							
Filtros dinámicos		1.130385	-77.558770°	2727	6.0m * 4.20m	Grava de Ø ¼" a Ø 1/8".	Regular estado
Filtros gruesos		1.130341	-77.558738°	2726	11.0m * 8.0m	0.30m de grava de 1": 0.20m de grava de ¾": 0.15m con grava de ½": 0.15m con grava de ¼".	Regular estado
Filtros lentos		1.129932	-77.558799°	2726	15.60m * 10.40m * 2.50m	es grava: 0.15m Diámetro ½" a 1/6": arena gruesa: 0.15m Diámetro 2.5 – 4.2	Regular estado

<b>Nombre del Acueducto:</b> Captación La Aguada, Captación El Carrizal, Captación El Cucho							
Caseta de cloración	1.130327	-77.558479°	2718	2.7m * 2.3m * 2.0m	mm; Arena: 0.8 5m de diámetro <2.5mm.	Concreto reforzado	Regular estado
Tanque de almacenamiento 1	1.133224	-77.556286°	2689	4.10 m x 10.20 x 6.70 m		Concreto	Mal estado
Tanque de almacenamiento 2	1.133224	-77.556286°	2689	3.48 m x 7.73 x 6.70 m		Concreto	Mal estado
Tanque de almacenamiento 3	1.133224	-77.566286°	2689	3.50 M X 7.73 M X 6.70 M		Concreto	Mal estado

### 7.2.9. Calidad de agua fuente abastecedoras

Con el fin de establecer la calidad del agua de las fuentes abastecedoras de los acueductos con la finalidad de consumo humano en el municipio de Guaitarilla, se realiza en análisis de los datos de las pruebas de laboratorio realizadas para llevar el control por parte del equipo técnico de saneamiento del municipio, con el fin de determinar la calidad del líquido y las posibles fallas de los sistemas.

#### Tabla 35

*Reporte calidad de agua Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo S.A.S. Guaitarilla – Nariño*

<b>Nombre del sistema de acueducto</b>		Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo S.A.S. Guaitarilla Empoguaitarilla	
<b>Nombre de la fuente abastecedora</b>		Quebrada La Aguada, Carrizal y El Cucho	
<b>Fecha del reporte de laboratorio</b>		29/10/2024	
<b>parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Diagnostico</b>	
Ph	7	Aceptable	
Cloro Residual Libre In Situ	1.3	Aceptable	
Color Aparente	5	Aceptable	
Conductividad	118	Aceptable	
Turbiedad	1,2	Aceptable	
Nitritos	0,5	Aceptable	
Coliformes Totales	0	Aceptable	
E.coli	0	Aceptable	

Nota. Fuente SIVICAP 2024



**7.2.10. Calidad de agua acueductos rurales**

<b>Nombre del sistema de acueducto</b>		Junta administradora del acueducto de la vereda regional Alex San Alejandro
<b>Nombre de la fuente abastecedora</b>		La chorrera
<b>Fecha del reporte de laboratorio</b>		11/08/2024
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Diagnostico</b>
pH in situ	7,5	Aceptable
Cloro residual libre in situ	0	Aceptable
Color aparente	15	Aceptable
Conductividad	149	Aceptable
pH	7,5	Aceptable
Turbiedad	2,9	No aceptable
Cloro residual libre	0	No aceptable
Nitritos	0,5	Aceptable
Coliformes totales	2419,6	No aceptable
E coli	61,3	No aceptable
<b>Nombre del sistema de acueducto</b>		Asociación de usuarios administradora del servicio público domiciliario de la vereda ahumada
<b>Nombre de la fuente abastecedora</b>		El páramo
<b>Fecha del reporte de laboratorio</b>		11/08/2024
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Diagnostico</b>
pH in situ	7,5	Aceptable
Cloro residual libre in situ	0,3	Aceptable
Color aparente	5	Aceptable
Conductividad	98	Aceptable
pH in situ	7,5	Aceptable
Turbiedad	0,5	Aceptable
Cloro residual libre	0,3	Aceptable
Nitritos	0,05	Aceptable
Coliformes totales	298,7	No aceptable
E coli	29,1	No aceptable
<b>Nombre del sistema de acueducto</b>		ASOC de usuarios administradora del servicio público domiciliario del acueducto del barrio Belén
<b>Nombre de la fuente abastecedora</b>		
<b>Fecha del reporte de laboratorio</b>		8/09/2024
<b>parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Diagnostico</b>
pH in situ	7	Aceptable
Cloro residual libre in situ	0,3	Aceptable
Color aparente	5	Aceptable
Conductividad	129	Aceptable
pH	7	Aceptable
Turbiedad	0,5	Aceptable
Cloro residual libre	0,3	Aceptable
Nitritos	0,005	Aceptable
Coliformes totales	0	Aceptable
E coli	0	Aceptable

<b>Nombre del sistema de acueducto</b>		Asociación junta administradora del acueducto san francisco San German Alto y San German Bajo
<b>Nombre de la fuente abastecedora</b>		El cucho
<b>Fecha del reporte de laboratorio</b>		20/05/2024
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Diagnostico</b>
pH	7,5	Aceptable
Cloro residual libre in situ	0	Aceptable
Color aparente	5	Aceptable
Conductividad	127	Aceptable
pH	7,5	Aceptable
Turbiedad	0,6	Aceptable
Cloro residual libre	0	No aceptable
Nitritos	0,005	Aceptable
Coliformes totales	2	No aceptable
E coli	2	No aceptable

<b>Nombre del sistema de acueducto</b>		<b>Aso de usuarios administrador del servicio público domiciliario del acueducto vereda Girardot</b>
<b>Nombre de la fuente abastecedora</b>		Buenos aires
<b>Fecha del reporte de laboratorio</b>		11/08/2024
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Diagnostico</b>
pH in situ	6	No aceptable
Cloro residual libre in situ	0	No aceptable
Color aparente	15	Aceptable
Conductividad	132	Aceptable
pH	6	No aceptable
Turbiedad	4	No aceptable
Cloro residual libre	0	No aceptable
Nitritos	0,005	Aceptable
Coliformes totales	517.2	No aceptable
E coli	62	No aceptable

<b>Nombre del sistema de acueducto</b>		Asociación de usuarios administradora del servicio público domiciliario acueducto vereda yunguita
<b>Nombre de la fuente abastecedora</b>		Nacimiento
<b>Fecha del reporte de laboratorio</b>		8/09/2024
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Diagnostico</b>
pH in situ	7,5	Aceptable
Cloro residual libre in situ	0	No aceptable
Color aparente	5	Aceptable
Conductividad	133	Aceptable
pH	7,5	Aceptable
Turbiedad	0,6	Aceptable
Cloro residual libre	0	No aceptable
Nitritos	0,005	Aceptable
Coliformes totales	613,1	No aceptable
E coli	2	No aceptable

<b>Nombre del sistema de acueducto</b>		Junta administradora de San Alejandro Palacios escuela municipio de Guaitarilla
<b>Nombre de la fuente abastecedora</b>		La chorrera

<b>Nombre del sistema de acueducto</b>		Junta administradora de San Alejandro Palacios escuela municipio de Guaitarilla	
<b>Fecha del reporte de laboratorio</b>		4/09/2024	
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Diagnostico</b>	
pH in situ	7	Aceptable	
Cloro residual libre in situ	0	No aceptable	
Color aparente	10	Aceptable	
Conductividad	84	Aceptable	
pH	7	Aceptable	
Turbiedad	4,3	No aceptable	
Cloro residual libre	0	No aceptable	
Coliformes totales	547,5	No aceptable	
E coli	9,8	No aceptable	

<b>Nombre del sistema de acueducto</b>		Aso usuarios administrador servicio público domiciliario acueducto vereda San Alejandro Centro y México	
<b>Nombre de la fuente abastecedora</b>		La chorrera	
<b>Fecha del reporte de laboratorio</b>		11/08/2024	
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Diagnostico</b>	
pH in situ	7	Aceptable	
Cloro residual libre in situ	0	No aceptable	
Color aparente	15	Aceptable	
Conductividad	173	Aceptable	
pH	7	Aceptable	
Turbiedad	2	Aceptable	
Cloro residual libre	0	No aceptable	
Nitritos	0,005	Aceptable	
Coliformes totales	2419,6	No aceptable	
E coli	86,9	No aceptable	

<b>Nombre del sistema de acueducto</b>		Aso usuarios administrador servicio público domiciliario acueducto vereda San Alejandro El Cucho	
<b>Nombre de la fuente abastecedora</b>		La chorrera	
<b>Fecha del reporte de laboratorio</b>		11/03/2024	
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Diagnostico</b>	
pH in situ	7,5	Aceptable	
Cloro residual libre in situ	0	No aceptable	
Color aparente	5	Aceptable	
Resultado conductividad	110	Aceptable	
pH	7,5	Aceptable	
Turbiedad	2,7	No aceptable	
Cloro residual libre	0	No aceptable	
Coliformes totales	0	Aceptable	
E coli	0	Aceptable	

<b>Nombre del sistema de acueducto</b>		Asociación de usuarios administradora del acueducto las piedras sector capilla vieja	
<b>Nombre de la fuente abastecedora</b>		El cucho	
<b>Fecha del reporte de laboratorio</b>		29/10/2024	
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Diagnostico</b>	
pH in situ	7	Aceptable	
Cloro residual libre in situ	0	No aceptable	

Color aparente	5	Aceptable
Conductividad	79	Aceptable
pH	7	Aceptable
Turbiedad	0,95	Aceptable
Cloro residual libre	0	No aceptable
Nitritos	0,005	Aceptable
Coliformes totales	488,4	No aceptable
E coli	2	No aceptable

Nombre del sistema de acueducto		Asociación de usuarios administradora del servicio público domiciliario del acueducto del Motilón
Nombre de la fuente abastecedora		San José de Chumacac
Fecha del reporte de laboratorio		29/10/2024
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Diagnostico</b>
pH in situ	7	Aceptable
Cloro residual libre in situ	0	No aceptable
Color aparente	5	Aceptable
Conductividad	100	Aceptable
pH	7	Aceptable
Turbiedad	0,95	Aceptable
Cloro residual libre	0	No aceptable
Nitritos	0,005	Aceptable
Coliformes totales	387,3	No aceptable
E coli	69,7	No aceptable

Nombre del sistema de acueducto		Asociación de usuarios junta administradora servicio público del acueducto vereda Cabuyo Sector La Cruz
Nombre de la fuente abastecedora		
Fecha del reporte de laboratorio		24/06/2024
<b>parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Diagnostico</b>
pH in situ	6,5	Aceptable
Cloro residual libre in situ	0	No aceptable
Color aparente	5	Aceptable
Conductividad	63	Aceptable
pH	6,5	Aceptable
Turbiedad	0,55	Aceptable
Cloro residual libre	0	No aceptable
Nitritos	0,005	Aceptable
Coliformes totales	2419,6	No aceptable
E coli	2	No aceptable

Nombre del sistema de acueducto		Asociación de usuarios junta administradora servicio público domiciliario acueducto vereda San Alejandro Alto
Nombre de la fuente abastecedora		La chorrera
Fecha del reporte de laboratorio		8/09/2024
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Diagnostico</b>
pH in situ	7	Aceptable
Cloro residual libre in situ	0	No aceptable
Color aparente	10	Aceptable
Conductividad	53	Aceptable

pH	7	Aceptable
Turbiedad	0,5	Aceptable
Cloro residual libre	0	No aceptable
Nitritos	0,005	Aceptable
Coliformes totales	435,2	No aceptable
E coli	52,1	No aceptable
<b>Nombre del sistema de acueducto</b>		Asociación plan grande plan bonito y el chorrillo
<b>Nombre de la fuente abastecedora</b>		El páramo
<b>Fecha del reporte de laboratorio</b>		11/03/2024
<b>parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Diagnostico</b>
pH in situ	6,5	Aceptable
Cloro residual libre in situ	0	No aceptable
Color aparente	20	No aceptable
Conductividad	144	Aceptable
pH	6,5	Aceptable
Turbiedad	4,6	No aceptable
Cloro residual libre	0	No aceptable
Coliformes totales	2419,6	No aceptable
E coli	50,4	No aceptable
<b>Nombre del sistema de acueducto</b>		Asociación de usuarios administradora servicio público domiciliario acueducto vereda San Jose
<b>Nombre de la fuente abastecedora</b>		El Roso y San José
<b>Fecha del reporte de laboratorio</b>		14/05/2024
<b>parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Diagnostico</b>
pH in situ	6,5	Aceptable
Cloro residual libre in situ	0	No aceptable
Color aparente	5	Aceptable
Conductividad	111	Aceptable
pH	6,5	Aceptable
Turbiedad	3,6	No aceptable
Cloro residual libre	0	No aceptable
Nitritos	0,005	Aceptable
Coliformes totales	0	Aceptable
E coli	0	Aceptable
<b>Nombre del sistema de acueducto</b>		Asociación de usuarios administradora servicio público domiciliario del acueducto vereda la esperanza
<b>Nombre de la fuente abastecedora</b>		El páramo
<b>Fecha del reporte de laboratorio</b>		29/10/2024
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Diagnostico</b>
pH in situ	7,5	Aceptable
Cloro residual libre in situ	0	No aceptable
Color aparente	30	No aceptable
Conductividad	107	Aceptable
pH	7,5	Aceptable
Turbiedad	1,5	Aceptable
Cloro residual libre	0	No aceptable
Nitritos	0,005	Aceptable
Coliformes totales	238,2	No aceptable
E coli	36,4	No aceptable

<b>Nombre del sistema de acueducto</b>		Asociación usuarios administradora servicio público domiciliario acueducto vereda cuatro esquinas
<b>Nombre de la fuente abastecedora</b>		El Chuzo
<b>Fecha del reporte de laboratorio</b>		11/08/2024
<b>parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Diagnostico</b>
pH in situ	7	Aceptable
Cloro residual libre in situ	0,5	Aceptable
Color aparente	5	Aceptable
Conductividad	79	Aceptable
pH	7	Aceptable
Turbiedad	1,3	Aceptable
Cloro residual libre	0,05	Aceptable
Nitritos	0,005	Aceptable
Coliformes totales	2419,6	No aceptable
E coli	70,8	No aceptable

<b>Nombre del sistema de acueducto</b>		Asociación de usuarios administradora del servicio público domiciliario del acueducto vereda Ciénaga
<b>Nombre de la fuente abastecedora</b>		El Baño
<b>Fecha del reporte de laboratorio</b>		29/10/2024
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Diagnostico</b>
pH in situ	6,5	Aceptable
Cloro residual libre in situ	0	No aceptable
Color aparente	5	Aceptable
Conductividad	70	Aceptable
pH	6,5	Aceptable
Turbiedad	1,2	Aceptable
Cloro residual libre	0	No aceptable
Nitritos	0,005	Aceptable
Coliformes totales	1732,9	No aceptable
E coli	85,7	No aceptable

<b>Nombre del sistema de acueducto</b>		Asociación de usuarios administradora del servicio público domiciliario del acueducto de la vereda buenos aires
<b>Nombre de la fuente abastecedora</b>		Los Rodríguez
<b>Fecha del reporte de laboratorio</b>		29/10/2024
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Diagnostico</b>
pH in situ	7	Aceptable
Cloro residual libre in situ	0	No aceptable
Color aparente	20	No aceptable
Conductividad	68	Aceptable
pH	7	Aceptable
Turbiedad	4,6	No aceptable
Cloro residual libre	0	No aceptable
Nitritos	0,005	Aceptable
Coliformes totales	275,5	No aceptable
E coli	6	No aceptable

<b>Nombre del sistema de acueducto</b>		Junta administradora La Cocha del Cid
<b>Nombre de la fuente abastecedora</b>		

Nombre del sistema de acueducto		Junta administradora La Cocha del Cid
Fecha del reporte de laboratorio		20/05/2024
Parámetro	Valor	Diagnostico
pH in situ	7,5	Aceptable
Cloro residual libre in situ	0	No aceptable
Color aparente	50	No aceptable
Conductividad	95	Aceptable
pH	7,5	Aceptable
Turbiedad	10	No aceptable
Cloro residual libre	0	No aceptable
Nitritos	0,005	Aceptable
Coliformes totales	218,7	No aceptable
E coli	2	No aceptable
Nombre del sistema de acueducto		Asociación junta administradora del acueducto vereda Cumag Chiquito municipio de Guaitarilla
Nombre de la fuente abastecedora		San José de Albán
Fecha del reporte de laboratorio		14/05/2024
Parámetro	Valor	Diagnostico
pH in situ	7,5	Aceptable
Cloro residual libre in situ	0	No aceptable
Color aparente	15	Aceptable
Conductividad	54	Aceptable
pH	7,5	Aceptable
Turbiedad	1,4	Aceptable
Cloro residual libre	0	No aceptable
Nitritos	0,005	Aceptable
Coliformes totales	2419,6	No aceptable
E coli	9,8	No aceptable
Nombre del sistema de acueducto		Asociación junta administradora del acueducto san pedro
Nombre de la fuente abastecedora		El páramo
Fecha del reporte de laboratorio		14/05/2024
Parámetro	Valor	Diagnostico
pH in situ	7	Aceptable
Cloro residual libre in situ	0	No aceptable
Color aparente	5	Aceptable
Conductividad	112	Aceptable
pH	7	Aceptable
Turbiedad	0,6	Aceptable
Cloro residual libre	0	No aceptable
Nitritos	0,005	Aceptable
Coliformes totales	1413,6	No aceptable
E coli	135,4	No aceptable

Nota. Fuente SIVICAP 2024

### **7.2.11. Diagnostico social**

El municipio presenta un índice de pobreza multidimensional IPM del 67,4% lo que evidencia unas condiciones poco favorables en sus habitantes en términos educativos, empleo, aseguramiento en el sistema de salud y acceso a servicios públicos y condiciones domiciliarias, de igual forma, de acuerdo al indicador de importancia económica DANE, el municipio tiene un peso relativo municipal en el PIB del departamento de Nariño del 0,6. En relación a lo mencionado anteriormente y de acuerdo a la medición del Departamento Nacional de Planeación, el municipio de Guaitarilla se encuentra en un entorno de desarrollo temprano con una tipología municipal F.

La entidad territorial presente unas condiciones deficientes frente a un flujo adecuado entre lo urbano, lo rural y lo regional, esto como causa de unas débiles redes de infraestructura productiva y vial, equipamientos municipales, vivienda y servicios necesarios para sostener el crecimiento y el desarrollo de la población.

Por otra parte, presentan unas altas carencias, déficits y necesidades básicas insatisfechas, para el 2018 el índice de NBI en la población del Guaitarilla fue del 13,26 por ciento, lo que demuestra la necesidad de satisfacer unos elementos básicos en la población, además presenta una gran dispersión de sus pobladores en las zonas rurales presentando unas dificultades en los nodos de comunicación y en el acceso oportuno de los servicios institucionales y sociales.

De acuerdo al censo nacional poblacional y vivienda con proyección al 2020 del DANE, el municipio de Guaitarilla cuenta con una población de 11.325 habitantes, de los cuales 4.322 se ubican en la zona urbana y el restante 7.003 están ubicados en la zona rural del municipio.

También se evidencia que la mayor población que habita en el municipio comprende a los hombres y mujeres entre los 15 y 24 años, alrededor de 1.944 personas y la menor población son los adultos mayores alrededor de 279 personas entre los 75 a los 79 años.

### **7.2.12. Sector educación**

La cobertura del servicio educativo para los niveles de básica primaria y básica secundaria se hace a través de cinco Instituciones educativas que se conocen como: la Institución Educativa Normal Superior del Mayo, constituida por nueve (9) centros educativos; la Institución Educativa Técnico Superior San Francisco de Asís, conformado por seis (6) centros educativos; la Institución Educativa Agropecuaria Miguel Ángel Rangel que dispone de tres (3) centros educativos; la Institución Educativa Microempresarial Cabuyales con un centro educativo y la Institución



Educativa Telesec San Gerardo con trece centros educativos, las cuales atienden un total de 4.448 alumnos con 182 docentes.

En materia de educación superior, en la Institución Educativa Normal Superior se cursan los grados 12 y 13, los cuales equivalen a cuatro semestres y/o tecnología de un ciclo profesional para los estudiantes del Municipio de Guaitarilla de acuerdo a un convenio suscrito con la Universidad de Nariño, institución que permite la continuidad en la educación superior en cualquier disciplina en la ciudad de Pasto.

Sobre la tasa de analfabetismo, únicamente se cuenta con la información consignada en el Plan de Desarrollo Municipal referida al año 2008, reportada en un 3,90%.

### **7.2.13. Sector salud**

En el Municipio de Guaitarilla, la Empresa Social del Estado, ESE El Buen Samaritano, constituida por acuerdo municipal 018 de agosto 23 de 2002, presta los servicios de atención de primer nivel de baja complejidad, con cobertura de consulta externa, urgencias, cirugías, odontología, atención de partos y complementariamente ofrece los servicios a los Municipios de Belén y San Bernardo.

En los corregimientos del municipio, se cuenta con seis (6) puestos de salud que ofrecen los servicios de vacunación, atención preventiva en salud oral, detección temprana de las alteraciones del adulto mayor, del menor de 10 años, del joven, del embarazo, del cáncer cérvico – uterino y control prenatal y atención en planificación familiar; la distribución de los puestos de salud localizados en el sector rural del municipio y su identificación se consigna en la Tabla 36.

**Tabla 36**

*Puestos de salud en el Municipio de Guaitarilla*

<b>Corregimientos</b>	<b>Puesto de Salud</b>
<b>Cabuyanes</b>	Puesto de Salud Cabuyanes
<b>La Estancia</b>	Puesto de Salud La Estancia
<b>Escandoy</b>	Puesto de Salud Escandoy
<b>Tajumbina</b>	Puesto de Salud Tajumbina
<b>San Gerardo</b>	Puesto de Salud San Gerardo
<b>San Rafael</b>	Puesto de Salud San Rafael

*Nota.* Fuente EOT Municipio de Guaitarilla, Año 2000 – 2011

#### **7.2.14. Sector productivo**

El municipio de Guaitarilla (N), según datos del Consolidado Agropecuario del 2018, se caracteriza por basar su economía rural en la producción de cultivos transitorios y permanentes.

Dentro de los productos, encontramos cultivos de importancia como el frijol arbustivo, papa, arveja seca, maíz tecnificado, trigo y otros, cabe destacar que, con la apertura económica, la producción en el municipio ha migrado del trigo, que era el principal renglón productivo hacia otros cultivos alternativos, los cuales se deben fortalecer, con el fin garantizar una mayor productividad y alcanzar los rendimientos promedios regionales.

Los rendimientos estimados para el producto del frijol del municipio oscilan en las 2.2 ton/ha, mientras que el rendimiento de la papa es de 29 ton/Ha y la arveja tiene un rendimiento cercano a 1.8 ton/has.

En relación a los cultivos permanentes, según el Consolidado Agropecuario 2018, se evidencia la importancia de la granadilla, con un rendimiento de 15 ton/Ha y una cosecha de 200 hectáreas, posteriormente se encuentra el fique, el cual cuenta con 200 hectáreas cosechadas, con un rendimiento de 1 ton/ha, sembrado en muchos casos como parte de las cercas vivas de las fincas y utilizado en el proceso artesanal, para la elaboración de empaques en donde actualmente, persisten en esta actividad unos 200 artesanos, de los cuales 100 aproximadamente están ubicados en el sector rural, en veredas como La Victoria, San Nicolás, Ahumada, Yunguita, Villa Nueva entre otras. Es importante mencionar que el fique a partir de 1991 con la apertura económica tuvo un desplazamiento en el mercado, debido a la importación de la fibra sintética la cual tiene un menor costo y un reúso de hasta 10 veces.

Otro de los productos en donde se presente mayor cosecha es la caña panelera, la cual cuenta con un rendimiento de 5 ton/ha, con un cultivo cosechado de 188 hectáreas, le sigue el café con rendimientos de 1,2 ton/ha con una cosecha de 109 hectáreas, el aguacate presenta un rendimiento de 10 ton/ha con un área cosecha de 62 hectáreas y otros productos copan un área cosechada de 61 hectáreas. Cabe destacar que, a excepción de la caña panelera, los cultivos permanentes siguen incrementado su área sembrada.

#### **7.2.15. Educación ambiental**

La administración del servicio educativo del municipio de Guaitarilla, por no ser una entidad territorial certificada depende de la Secretaría de Educación del Departamento de Nariño,

sin embargo, el municipio es responsable del cumplimiento de metas en acceso o cobertura, permanencia, repitencia y calidad acorde a las metas planteadas desde el nivel nacional y departamental. Siendo estos los parámetros de medición de los procesos educativos, se presenta un análisis comparativo.

La cobertura, con corte a diciembre 31 de 2018, tiene el siguiente comportamiento:

**Tabla 37**

*Cobertura en educación ambiental en Guaitarilla*

<b>COLOMBIA</b>	84.88%
<b>NARIÑO</b>	67.84%
<b>GUAITARILLA</b>	73.31%

*Nota.* Fuente Plan de desarrollo municipal Guaitarilla

Estos resultados nos muestran que el municipio no alcanza la cobertura nacional, pero está por encima de los resultados del departamento de Nariño; sin embargo, preocupa que de cada 100 niños en edad escolar 17, están por fuera del sistema, de allí que, en cumplimiento del principio constitucional de universalidad, se debe propender para que el 100% de los niños ingresen al sistema escolar.

El Comité Interinstitucional Decenal de Educación Ambiental Municipal (CIDEAM), promueve estrategias de educación ambiental, articuladas con diferentes entidades del municipio y el departamento, entre los que están CORPONARIÑO, la Alcaldía, EMPOGUAITARILLA, Instituciones Educativas, La Policía el Concejo Municipal, la Personería Municipal, Los Bomberos, el Hospital ESE Guaitarilla, la Parroquia, las comunidades indígenas y ASOJUNTAS, dicho comité tiene como propósito de la articulación de diferentes actores en la consecución del plan municipal de Educación Ambiental y los proyectos Ambientales Escolares (PRAES).

Se están adelantando acciones en educación ambiental con apoyo de Corponariño a través de la entrega de material educativo ambiental, plántulas aptas para esta región y muestras de microorganismos eficientes en el marco de la campaña “Nariño, Puro Ambiente” que busca concienciar acerca de las potencialidades que posee el departamento de Nariño en biodiversidad y capital humano (POMCA Río Guaitara).

### 7.2.16. Inventario de vertimientos del municipio de Guaitarilla

En el Casco Urbano del Municipio de Guaitarilla se identificaron cinco (5) vertimientos de red que descolan sobre la Quebrada Granadillo y no se identificaron áreas o sectores sin cobertura de alcantarillado.

A continuación, se mencionan los vertimientos identificados con su respectiva georreferenciación y registro fotográfico de cada punto que vierte a la corriente hídrica:

- **Vertimiento No. 1 Sector Pueblo Nuevo 1:** Este vertimiento se ubica en el Barrio Sector Pueblo Nuevo y recoge el agua servida de la población aferente a los Barrios El Recuerdo, Pueblo Nuevo, Santa Bárbara y José Elías, la descarga se hace sobre la Quebrada Granadillo, en la siguiente tabla se indica su respectiva ubicación.

Vertimiento	Coordenadas		Altura (m.s.n.m)	Tubería diámetro	Material	Fuente receptora
	Este	Norte				
Sector Pueblo Nuevo 1	616917,474	947501,675	2626	24	Concreto	Quebrada Granadillo
	Latitud	Longitud				
	01°07'54.4"	77°32'57.1"				



- **Vertimiento No. 2 VIP San Nicolás (Sector Pueblo Nuevo 2):** Este vertimiento recoge las aguas servidas de los Barrios Calle Real, Calle Santander, Urbanización San Carlos,

Urbanización San Nicolás, Plaza Santafé, Calle Libertador, Calle Laureano Gómez, Calle Arboleda, Calle San Francisco y Calle León.

Vertimiento	Coordenadas		Altura (m.s.n.m)	Tubería diámetro	Material	Fuente receptora
	Este	Norte				
VIP San Nicolás	616945,113	947538,78	2626	12	PVC	Quebrada Granadillo
	Latitud	Longitud				
	01°07'55.3"	77°32'55.9"				



- **Vertimiento No. 3 Calle Córdoba:** Este vertimiento recoge la población aferente a la Calle Macabulay, Calle Ontonada, Calle Montanera y Calle Córdoba, hace su descarga a la Quebrada Granadillo, en la siguiente tabla se registran los datos de su ubicación y registro fotográfico.

Vertimiento	Coordenadas		Altura (m.s.n.m)	Tubería diámetro	Material	Fuente receptora
	Este	Norte				
Calle Córdoba	617021,875	947711,928	2696	18	Concreto	Quebrada Granadillo
	Latitud	Longitud				
	01°07'57.8"	77°32'50.3"				



- **Vertimiento No 4 El Rosal:** El Vertimiento El Rosal, recoge las aguas servidas de los Barrios Empedrado, Rosal y Pueblo Nuevo, en siguiente tabla se registran los datos de su ubicación.

Vertimiento	Coordenadas		Altura (m.s.n.m)	Tubería diámetro	Material	Fuente receptora
	Este	Norte				
El Rosal	617021,875	947711,928	2606	8	PVC	Quebrada Granadillo
	Latitud	Longitud				
	01°07'57.8"	77°32'50.3"				



- **Vertimiento No. 5 Sector Urbanización Lorenzo Piscal:** Este vertimiento recoge las aguas servidas de la Urbanización Lorenzo Piscal, a continuación, se indica su respectiva ubicación y registro fotográfico.

Vertimiento	Coordenadas		Altura (m.s.n.m)	Tubería diámetro	Material	Fuente receptora
	Este	Norte				
Sector	617040,254	948030,377				
Urbanización	Latitud	Longitud	2591	6	PVC	Quebrada Granadillo
Lorenzo Piscal	01°07'58.4"	77°32'40"				



## 8. Discusión

### 8.1. Prospectiva

#### 8.1.1. Metas de reducción de pérdidas

**8.1.1.1. Acueducto casco urbano.** Para el casco urbano del municipio de Guaitarilla, la relación existente entre la Oferta - Demanda de agua realizada es el indicador del estado y la disponibilidad del recurso hídrico. Su expresión mediante el índice de escasez de agua permite vislumbrar un panorama en el que las magnitudes extremas de demanda y la oferta hídrica del casco urbano del Municipio en general, ocasionan conflicto y altos niveles de presión sobre el recurso hídrico.

El uso inapropiado del territorio refleja cada vez que, los diferentes usuarios le dan un inadecuado uso al recurso hídrico, que, aunque sea abundante, con el tiempo se va agotando, y con una calidad que no es la óptima con el pasar de los años. Estos hechos son el resultado de un desarrollo sin suficiente gestión, planeación ni educación. La solución consiste en el fortalecimiento de la gestión integral del recurso hídrico, especialmente en las estrategias, no solo de protección de la oferta hídrica existente, sino también de reducción de la demanda.

Para la reducción de pérdidas para el casco urbano del Municipio de Guaitarilla se plantea un conjunto de proyectos, los cuales son dirigidos al beneficio de los usuarios y al compromiso que los mismos deben adquirir con el manejo racional del agua. Las metas anuales propuestas se dan a cinco años de duración del PUEAA, basados en el diagnóstico realizado y en los proyectos formulados.

De acuerdo con lo establecido durante el diagnóstico el consumo de agua es indiscriminado ya que no existe una buena educación ambiental y este no cuenta con ningún sistema de macro medición ni micro medición por lo tanto se estableció que el porcentaje de pérdidas es superior al 30%. Por esta razón se plantearon proyectos destinados a la disminución de pérdidas con los cuales se esperan reducir el 12% de las pérdidas de agua para los 5 años de duración del PUEAA.

**Tabla 38**

*Metas de reducción de pérdidas casco urbano*

Ítem	% Actual pérdidas	Año de ejecución	% Perdidas esperado
Implementación de macro medición	10	2025-2030	8



<b>Optimización del sistema de acueducto del casco urbano</b>	18	2025-2030	15
<b>Sectorización de redes de distribución</b>	6	2025-2030	3
<b>Optimización planta de tratamiento de agua potable</b>	5	2025-2030	4
<b>Sectorización de redes de distribución</b>	7	2025-2030	4

*Nota.* El cronograma este sujeto a las disposiciones que se acojan en el plan Departamental de agua PDA.

### 8.1.2. *Planteamiento de variables*

El funcionamiento de los sistemas de acueductos, con todos los componentes que conlleva, se encuentran atados a la correspondencia de las siguientes variables:

- **Oferta del recurso hídrico:** Hace relación a la cantidad de agua que se puede captar para mantener el servicio durante todas las temporadas. Esta variable es una de las más críticas porque en temporada de verano se reduce la dotación por escasez del recurso.
- **Calidad del recurso:** Es una variable importante que influye directamente en la morbilidad de la población y satisfacción de esta.
- **Demanda del recurso:** La demanda del servicio siempre tiende a crecer por el crecimiento poblacional y se debe tener una cantidad adecuada para solventar impases, además la captación ilegal del recurso afecta directamente el abastecimiento de las poblaciones.
- **Cobertura del servicio:** Es necesario formular proyectos de ampliación y reposición de redes de distribución de agua potable para la prestación de servicios.
- **Morbilidad:** Esta variable relaciona los problemas de salud presentes en la población con la mala calidad del agua por efecto de esta. Localizando el problema en la falta de sistemas óptimos de tratamiento de agua
- **Administración del recurso:** La encargada de velar por la administración del recurso para el casco urbano es la Empresa de Servicios Públicos del Municipio de Guaitarilla, la cual requiere un mayor apoyo por parte de la administración municipal lo que permitirá una garantía en la prestación de los servicios.
- **Protección del recurso:** Se hace necesaria la protección del recurso en las zonas de nacimiento y las fuentes hídricas municipales se debe realizar con la protección y el decreto de zonas de reserva por parte del concejo y la administración municipal ligada a la legalización y posible adquisición de predios que surten del agua a los acueductos.

- **Conflictos por el uso del agua:** El conflicto radica en que en las zonas de nacimiento pertenecen a particulares sin legalización de estos predios, por tanto, la administración municipal no ha logrado desarrollar la preservación y el cuidado de estas zonas.
- **Susceptibilidad a amenazas del servicio:** Este es un problema típico en los sistemas de abastecimiento de agua, pues como sistemas que son están expuestos a presentar alteraciones en el normal funcionamiento de estos, entre los daños más frecuentes podemos citar el taponamiento de bocatomas en momentos de crecidas en las fuentes, rompimientos tanto en las líneas de aducción como conducción ya sea por fenómenos naturales o por manipulación de personas inescrupulosas.

**8.1.2.1. Identificación de variables clave.** Teniendo en cuenta el análisis del numeral anterior no se puede identificar ciertas variables claves para modificar la situación. Por lo tanto, es necesario tomar en cuenta todas con las cuales se realiza un análisis comparativo, en donde se describen las posibles opciones de intervención, se analiza ventajas y desventajas comparándolas con el objetivo de la intervención y los ejes estratégicos.

- Control del uso del suelo
- Administración en la priorización del uso del recurso hídrico
- Tratabilidad del recurso
- Obras civiles de conducción y/o distribución
- Planes de contingencia

La relación entre las variables y los ejes estratégicos mencionados anteriormente se puede apreciar en la Tabla 39.

**Tabla 39**  
*relación de variables y ejes estratégicos para la formulación de programas*

Variables	Problemáticas	Causas	Opciones de Intervención	Eje estratégico implementado
<b>Oferta del recurso hídrico</b>	Escasez en temporadas	Factores de carácter natural, uso inadecuado del recurso en actividades distintas a las de consumo humano	Legalización y adquisición de nuevos predios que permitan el control sobre el recurso mediante sistemas de protección y campañas de reforestación.	- Control uso del suelo - Administración y priorización del recurso
	Oferta limitada			

Variables	Problemáticas	Causas	Opciones de Intervención	Eje estratégico implementado
<b>Calidad del recurso</b>	No apta para consumo	Presencia de agentes contaminantes de actividades antrópicas en la zona	Construcción de sistemas de manejo de excretas en las riberas de las fuentes, control en el manejo de insumos agropecuarios	- Tratamiento del recurso
<b>Demanda del recurso</b>	Demanda mayoritaria para usos agropecuarios	Sobre explotación agrícola y pecuaria aguas arriba	Lograr la legalización y posterior adquisición de predios con el fin de garantizar la protección de la cuenca y ejercer un control sobre los usos del recurso en las partes altas de las cuencas	- Control uso del suelo - Administración y priorización del recurso
<b>Cobertura del servicio zona rural</b>	Baja cobertura	La falta de recursos económicos limita la expansión de la cobertura del servicio	Búsqueda de recursos que permitan adecuaciones, manejo y construcción de sistemas de potabilización tanto en la zona urbana como rural	- Administración y priorización del recurso
	Mala distribución del recurso	Fallas en los sistemas de acueductos, por diseños o manipulaciones		- Obras civiles
<b>Morbilidad</b>	Presencia de enfermedades gastrointestinales	Consumo agua no apta	Adecuación de los sistemas de tratamiento o capacitación para la adecuación de sistemas de tratamiento caseros	- Tratamiento del recurso
<b>Administración del recurso</b>	Mala calidad del servicio y producto	Fallas en los sistemas debido al mal funcionamiento	Adecuaciones en los sistemas, control sobre los recursos aportados para saneamiento, destinándolos a obras de mejora en los sistemas y a contratación de personal para el mantenimiento de estos	- Administración y priorización del recurso
	Falta de recursos administrativos y financieros	Desviación de fondos	Control del uso del recurso, acción de la oficina de quejas y educación para el uso eficiente y ahorro de aguas	- Obras civiles
	Daños de redes por falta de mantenimiento	Cumplimiento de vida útil en redes y escasas de personal	Adquisición de predios que permitan la protección de las cuencas limitando así la expansión y logrando un control de las mismas, realizando unas campañas de concientización.	- Administración y priorización del recurso
<b>Protección del recurso</b>	Desperdicios	Fallas en algunos sistemas y usos inadecuados del recurso.		
	Deforestación	Ampliación frontera agrícola y ganadera		- Control uso del suelo

Variables	Problemáticas	Causas	Opciones de Intervención	Eje estratégico implementado
<b>Susceptibilidad a las amenazas del servicio</b>	Derrumbes bocatomas y redes de conducción	Fenómenos naturales y en peores casos manipulación de personas inescrupulosas	Visitas y control permite de los componentes del sistema, además de capacitaciones y de la concientización de la población	- Obras civiles - Planes de contingencia

**8.1.2.1. Esquema de priorización de proyectos.** Para la Administración Municipal de Guaitarilla (N) y la Empresa de Servicios Públicos, se convierte en una necesidad de primer orden el consolidar las necesidades más apremiantes y llevar a cabo inversiones que tengan un efecto positivo en la población del municipio y su entorno, razón por la cual, tienen preferencia la ejecución de obras de suministro de agua potable de adecuada calidad (proyectos propuestos por el PUEAA), la recolección y disposición de aguas residuales (Proyectos propuestos por el PSMV).

Se presenta a continuación, factores relevantes para caracterizar e identificar la prioridad de los proyectos relacionados al abastecimiento de aguas, definiendo las actividades complementarias. Estos perfiles deben evaluarse ambiental, social, técnica y financieramente para priorizarse y ejecutarse. Se debe evaluar el cumplimiento de las condiciones que indican el orden obligatorio de prioridades, empezando por el de mayor relevancia:

Si la diferencia entre la cobertura actual del servicio de agua potable y la cobertura actual del servicio de alcantarillado sanitario (AP-AL) es mayor debe seguir en orden de prioridades de ejecución un proyecto de ampliación de la cobertura de las redes de acueducto y alcantarillado. Para este caso, en particular es prioritario el desarrollo de proyectos de alcantarillado que deben ser contemplados en plan de acción del PSMV. En este caso las redes de acueducto se proyectan para la ampliación de los centros poblados incluyendo proyectos para mantener la dotación del recurso.

En caso de tener problemas de calidad de agua en las fuentes receptoras, debe incluirse la ejecución de un proyecto de tratamiento de aguas residuales. En este caso en particular se debe completar la construcción de la planta de potabilización para el casco urbano y proponer soluciones económicas y prácticas para la potabilización de los acueductos de la zona rural, actualmente se adelanta la gestión de la optimización del sistema de tratamiento de acueducto del casco urbano.

Por otra parte, aunque el Reglamento Técnico del sector Agua Potable y Saneamiento Básico, no considera los proyectos de protección de cuencas y manejo integral del recurso, aspectos educativos y sancionatorios, es necesario tomar en cuenta estos aspectos dentro del plan de acción.

Otro aspecto importante es que se realiza la legalización y posterior adquisición de terrenos en las zonas altas para la protección del recurso forestal y por ende el del recurso hídrico, dirigido por la administración municipal con el apoyo de líderes comunitarios y la misma empresa de servicios públicos.

Ahora bien, para determinar la priorización de proyectos y necesidades se tiene en cuenta el diagnóstico realizado sobre la principal microcuenca del casco urbano del Municipio.

**Tabla 40**

*Escenarios factibles a ser alcanzados Microcuenca Cumag*

Componente	Escenario tendencial	Escenario optimo	Escenario factible
<b>Microcuenca Cumag</b>			
<b>Zonas de Nacimiento</b>	Desprotegida 100%	Protegida 100%	Protegida 15%
<b>Zonas Protegidas</b>	Desprotegida 100%	Protegida 100%	Protegida 15%
<b>Calidad del agua</b>	Contaminada	Agua Potable	Aceptable
<b>Potabilizacion</b>			
<b>Calidad del servicio</b>	Cobertura del %	Cobertura del 100%	Cobertura del 100%
<b>Tratamiento de agua potable</b>	Con tratamiento	Con sistema de tratamiento completo	Con sistema de tratamiento completo
<b>Redes</b>			
<b>Optimización de redes</b>	Metros deteriorados	Metros repuestos	Metros repuestos
<b>Metas de reducción de pérdidas</b>	Perdidas del %	Perdidas del %	Perdidas del %
<b>Educacion</b>			
<b>Educación de la población frente al PUEAA</b>	Capacitación población escolar	Toda la población capacitada	Desarrollo de campañas y capacitaciones

Tomando en cuenta que los ejes estratégicos como control del uso del suelo, administración en la priorización del uso del recurso hídrico, trazabilidad del recurso, obras civiles de conducción y/o distribución y planes de contingencia, se ajustan a unos escenarios, se puede unificar la relación de los ejes estratégicos con el escenario para establecer los programas para el PUEAA.

Los escenarios se pueden calificar tomando en cuenta la acción sobre los ejes estratégicos, tomando en cuenta que los ejes estratégicos son líneas de acción o intervención sobre unos escenarios que pueden reaccionar a ciertos cambios.

La relación se presenta en la Tabla 41.

**Tabla 41***Matriz Estratégica de los Escenarios*

Componente	Escenario descripción	Escenario optimo	Escenario factible
<b>Control del recurso Reducción de Pérdidas</b>	El uso del recurso debe controlarse debido a que el Municipio no cuenta con suficiente inventario de recurso	Se espera reducir, controlar e inventariar el uso del recurso diferente al doméstico, para dosificarlo de manera equilibrada entre los usuarios que hagan parte de los sistemas de riego regional o sistemas privados	Se puede realizar el inventario de usos del recurso conformando distribución de caudales. El control de la dotación es factible a largo plazo con la colaboración de otras autoridades que apoyen
<b>Uso y ahorro del recurso Educación</b>	La tendencia es aumentar el consumo y mantener la cultura del desperdicio, tomando en cuenta la cultura del paternalismo y la falta de control de las tarifas	Un buen programa de educación con sostenibilidad financiera y ajuste tarifario y conformación de la importancia permitirán conformar un ordenamiento del uso de este recurso y posterior ahorro, tomando en cuenta que es imperativo la aplicación de micromedidores	Por ahora un programa de educación ambiental dirigido a la población, acompañado con un mejoramiento de la función comercial y administrativa que aplique facturación mensual y el uso del derecho al corte del servicio para usuarios morosos previa prevención
<b>Cuencas: Protección nacimientos</b>	La falta de protección de nacimientos ha estado ligada a la ilegalidad de los terrenos en las partes altas	La compra de tierras en las partes altas de las cuencas se dificulta por causas ya mencionadas. La compra de por lo menos una hectárea anual en zonas estratégicas sería favorable	Se buscará la compra de por lo menos 1 hectárea anual en zonas estratégicas, para lo cual es conveniente la participación de CORPONARIÑO, quien asesorará la conveniencia
<b>Cuencas: Reforestación</b>	Los programas de reforestación han sido incipientes, tomando en cuenta las necesidades del municipio. Es urgente la recuperación de cuencas tomando en cuenta los resultados del análisis del índice de escasez	Los programas de reforestación que se realizan con la participación de varios actores interesados, incluyendo convenios con la autoridad ambiental para la dotación de material vegetal, permitirán reducir costos en estos programas. El problema es el sostenimiento y protección de las zonas reforestadas ya que por experiencia permanece menos del 30% de las áreas reforestadas	Una reforestación provechosa incluye dos factores adicionales, los cuales serán tenidos en cuenta en la proyección. Uno es la sostenibilidad de la protección mediante la contratación de unos guardabosques y otro es la actividad de mantenimiento del material vegetal para lo cual se debe apropiarse un presupuesto
<b>Administración: Control uso del recurso Calidad del Servicio</b>	La administración del recurso es importante para que se pueda controlar la dotación y entrega de un servicio con calidad	La comunidad identifique a la empresa, como una empresa con capacidad de administrar el servicio. Para ello deberá realizar una organización	La empresa de servicios públicos tiene la obligación de cambiar la política de cobro del servicio mensual a un cobro ligado a una micro medición para crear la costumbre de pago. Se ajustará las tarifas que permita la

		<p>financiera que le de solidez para cumplir sus objetivos</p> <p>Autonomía total de la empresa para administrar los servicios con la transferencia de los recursos de Saneamiento Básico y agua potable por parte de la alcaldía</p>	<p>sostenibilidad administrativa de la empresa y por lo pronto solicitará la transferencia de recursos para subsidios a la alcaldía</p> <p>Se puede lograr una autonomía gerencial para proponer a la administración municipal los requerimientos y trazar los objetivos. Por ahora la empresa podrá ser autónoma administrativamente con los pocos recursos que cuenta y es posible y pueda adquirir un poco de logística técnica para las labores de mantenimiento y administración del recurso</p>
<p><b>Administración: Gestión empresarial</b></p>	<p>La administración del servicio presupone una autonomía de por lo menos proponer a la administración las obras prioritarias</p>		
<p><b>Ampliación de la dotación</b></p>	<p>Aunque la brecha de ampliación para la cobertura total es poca, es necesario prever la dotación para los futuros usuarios</p>	<p>Anticiparse al crecimiento poblacional y prever los recursos necesarios para cumplir con el servicio</p>	<p>Anticiparse a cumplir con el abastecimiento de nuevos usuarios, no es prioritario. Es más importante el abastecimiento del recurso para la población existente</p>
<p><b>Potabilización del recurso</b></p>	<p>Actualmente se tiene una planta de potabilización terminada, pero es necesario algunas mejoras y la instalación de accesorios y equipamientos para optimizarla</p>	<p>Tener la planta de potabilización con todos los accesorios para cumplir con los requerimientos de calidad de servicio. También se hace necesario dotar el sistema de desinfección a los acueductos rurales</p>	<p>Terminación de la planta y cloración continúa. La cloración gaseosa tiene una problemática ligada a la oferta del gas que no es constante debido a actores comerciales. Es necesario evaluar los costos y beneficios de un sistema de cloración gaseoso</p>

## 9. Conclusiones

El estudio realizado destaca la necesidad urgente de fortalecer la gestión integral del recurso hídrico en el casco urbano del municipio de Guaitarilla, priorizando tanto la protección de la oferta hídrica como la reducción de pérdidas en la red de acueducto. Se identifica que el consumo de agua en el municipio es indiscriminado, debido a la falta de educación ambiental y la ausencia de sistemas de macro y micro medición, lo cual ha generado pérdidas superiores al 30%. A través de proyectos específicos, como la implementación de macro medición, la optimización del sistema de acueducto, la sectorización de redes de distribución y la mejora de la planta de tratamiento de agua potable, se espera reducir las pérdidas en un 12% durante los próximos cinco años, según las metas planteadas en el PUEAA.

Asimismo, el análisis del sistema de acueducto revela que existen múltiples variables clave que impactan el servicio, como la escasez en la oferta hídrica durante temporadas secas, la mala calidad del agua, la creciente demanda del recurso, la baja cobertura del servicio en zonas rurales y la falta de mantenimiento en las redes de distribución. Estas problemáticas son consecuencia de factores como la deforestación, el uso inadecuado del recurso, la sobreexplotación agrícola y pecuaria, y la falta de recursos financieros y administrativos para garantizar una adecuada operación del sistema. Además, se evidencian conflictos en el uso del agua debido a la ausencia de control sobre los predios donde nacen las fuentes hídricas.

Para enfrentar estos desafíos, se propone un enfoque estratégico que incluye la legalización y adquisición de predios para la protección de cuencas, la construcción de sistemas de manejo de excretas y control de insumos agropecuarios, la ampliación de las redes de distribución y la capacitación de la población en el uso eficiente del agua. La priorización de proyectos se orienta hacia la ampliación de la cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado, la optimización de las plantas de potabilización y la implementación de soluciones prácticas y económicas en las zonas rurales. Finalmente, se resalta la importancia de incorporar aspectos educativos, sancionatorios y de protección ambiental en los planes de acción, con el fin de garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico y mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio.



### Referencias

- Función Pública. (2025). *Ley 142 de 1994 - Gestor Normativo - Función Pública*.  
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2752>
- Minambiente. (2023). *Planes de uso eficiente y ahorro del agua – PUEAA – Portal SIRH*.  
<https://portalsirh.minambiente.gov.co/planes-de-uso-eficiente-y-ahorro-del-agua-pueaa/>
- Minambiente. (2024). *Sobre el Ministerio - Minambiente*. <https://www.minambiente.gov.co/sobre-el-ministerio/>
- Minvivienda. (2025). *Resolución 0330 - 2017 / Minvivienda*.  
<https://www.minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0330-2017-0>

**Anexos****Anexo 1. Registro fotográfico de las infraestructuras “La Aguada”, “El Carrizal” y “El Cucho”**

<b>BOCATOMA 1. “LA AGUADA”</b>	
	
	
<p>Se encuentra ubicada en La Vereda Cumag Grande; su estructura es en concreto reforzado, la cual se encuentra en buenas condiciones. El agua captada se deriva a través de tubería PVC de Ø 4”, pasa a la cámara de derivación que tiene las siguientes longitudes: 1 m de largo, 1,58 m de ancho y 1,05 m de alto. De acuerdo al chequeo hidráulico realizado, la capacidad de la bocatoma es de 43,35 L/s.</p>	

La bocatoma parece estar construida en concreto, lo cual proporciona durabilidad frente a la erosión y las condiciones climáticas. Se observa una rejilla metálica al frente, que actúa como un sistema de cribado para retener sólidos grandes, como ramas, hojas y otros residuos. La bocatoma cuenta con una rejilla confinada por un vertedero rectangular, de aproximadamente 1,2 m de largo por 0,5 m de ancho, la rejilla permite la retención de sólidos gruesos, pero no se observa un sistema de limpieza o canal de lavado para facilitar la evacuación de sedimentos y residuos acumulados.



El vertedero de excesos carece de válvulas de control para regular el flujo de derivación. En cuanto a la descarga, esta se realiza a través de una pequeña grada que actúa como disipador de energía; sin embargo, su tamaño y diseño parecen insuficientes para evitar problemas de erosión en el área circundante. Se evidencia presencia de vegetación en las proximidades, lo que podría contribuir tanto a la protección contra erosión como al riesgo de acumulación de residuos en el sistema.



La caja de derivacion esta fabricada en concreto, cuenta con una valvula de volante en estado oxidado, sin embargo, su estado es funcional, tiene una tapa en lámina de aluminio la cual también se encuentra en el mismo estado como se observa en las imágenes



La bocatoma cuenta con una rejilla confinada por un vertedero rectangular de doble contracción, de 1 m de largo por 0,4 m de ancho, con 31 barrotes circulares en hierro de  $\frac{3}{4}$ " con una separación de 2 cm entre sí, y ubicados de forma paralela al flujo. No cuenta con estructura o canal de lavado, lo cual dificulta la evacuación de lodos y el desarenado en el canal de aproximación. Su vertedero de excesos no tiene control ya que no cuenta con válvulas de cierre o apertura en la cámara de derivación; por otro lado, su descarga también contribuye a los problemas de erosión de la estructura, ya que esta se da donde no hay estructura de disipación.

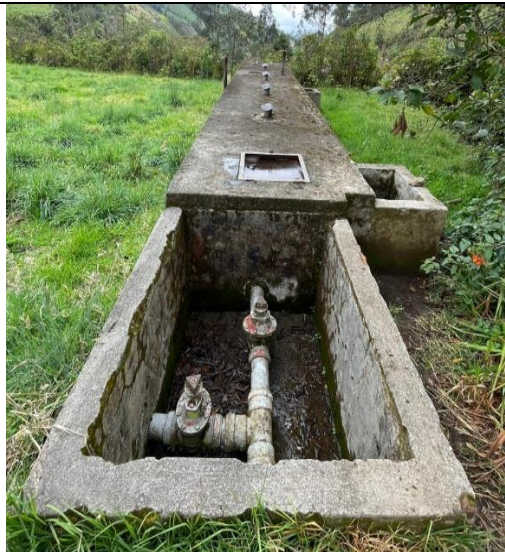
La línea de aducción, proveniente de la Quebrada La Aguada, es en tubería de PVC de  $\varnothing 4$ " con una longitud de 30 m; la línea de aducción se encuentra en regular estado. No tiene instaladas válvulas ventosas y purgas en su recorrido hasta el desarenador.

#### **OBSERVACIONES**

El sistema de acueducto de La Aguada tiene inconvenientes en la tubería de conducción, cuenta con un diámetro reducido, por lo tanto, no permite recoger la cantidad de agua y no llega la totalidad del recurso a la planta, por esta razón se necesita tubería de 4 pulgadas con ventosas y purgas necesarias para que llegue todo el caudal a la cámara de recolección de manera adecuada.

El lugar donde se encuentra la bocatoma no tiene cerramiento, lo que implica que animales de la zona puedan ingresar lo cual permite que se generen erosión en el suelo y contaminación directa al recurso hídrico.

#### **DESARENADOR 1. "LA AGUADA"**







El desarenador es de tipo convencional, fue construido en concreto reforzado en el año de 1997. Consta de 3 tapas de acceso para labores de operación y mantenimiento y cámara para evacuación de aguas de lavado. Según el chequeo hidráulico, el desarenador tiene la capacidad para tratar un caudal máximo de 22,50 L/s, capacidad suficiente para tratar el caudal actual y futuro.

#### **OBSERVACIONES**

El desarenador no cuenta con cerramiento completo, es por esta razón que se encuentra vulnerable a posibles daños de la infraestructura, ya que permite el ingreso de animales.

La infraestructura cuenta con algunas infiltraciones y desgastes porque ya ha pasado su vida útil, la cámara de desagüe en concreto presenta un rebose de agua, posiblemente por saturación en el sistema o falta de mantenimiento en las conducciones aguas abajo.

Las paredes internas de la cámara muestran signos de acumulación de material orgánico y musgo, lo que indica un nivel constante de humedad y probable estancamiento prolongado.

#### **BOCATOMA 2. 'EL CARRIZAL'**





Se encuentra ubicada en La Vereda Cumag Grande, su estructura es en concreto reforzado. El agua captada se deriva a través de tubería PVC de  $\varnothing 4''$ , pasa a la cámara de derivación, la cual tiene las siguientes dimensiones: 1,90 m de largo, 1,92 m de ancho y 1,44 m de alto; consta de una válvula de cortina con vástago sin fin de  $\varnothing 6''$ , para el lavado. De acuerdo al chequeo hidráulico realizado, la capacidad de la bocatoma es de 54,75 L/s. Dicha bocatoma fue construida recientemente, en el año 2009. Operativamente, el mantenimiento de las bocatomas se realiza cada ocho días en época de verano y en época de invierno diariamente. Las estructuras de captación, presenta buen estado, al igual que el canal de derivación, rejilla y cámara de recolección.





La caja de derivacion esta fabricada en concreto, cuenta con una valvula de volante en estado oxidado, sin embargo, su estado es funcional, tiene una tapa en lámina de aluminio la cual también se encuentra en el mismo estado como se observa en las imágenes

La bocatoma cuenta con una rejilla confinada por un vertedero rectangular de doble contracción, de 1 m de largo por 0,4 m de ancho, con 31 barrotes circulares en hierro de  $\frac{3}{4}$ " con una separación de 2 cm entre sí, y ubicados de forma paralela al flujo.



La línea de aducción, proveniente de la Quebrada Carrizal, es en tubería de PVC de  $\text{Ø } 4''$ ,  $\text{Ø } 3''$  y  $\text{Ø } 2\frac{1}{2}''$  con una longitud total de 887,99 metros, antes de llegar al desarenador tiene instalados dos viaductos en concreto. La tubería se encuentra en buen estado, a excepción de algunos tramos, los cuales se encuentran vulnerables a sufrir fisuras o roturas, ya que atraviesan zonas de cultivos agrícolas.

### **OBSERVACIONES**

El sistema de acueducto El Carrizal tiene inconvenientes en el diámetro de la tubería ya que este es muy reducido, lo cual no permite recoger la cantidad de agua y no llega la totalidad de agua a la planta, por esta razón se necesita tubería de 4 pulgadas con ventosas y purgas necesarias para que llegue todo el caudal a la cámara de recolección de manera adecuada.

El lugar donde se encuentra la bocatoma no tiene cerramiento, lo que implica que animales de la zona puedan ingresar lo cual permite que se generen erosión en el suelo y contaminación directa.

La bocatoma tiene ya bastante tiempo de uso y presenta bastantes filtraciones.



**DESARENADOR 2. 'EL CARRIZAL'**





El desarenador es de tipo convencional, fue construido en concreto reforzado en el año de 1997. Consta de 3 tapas de acceso para labores de operación y mantenimiento con sus respectivos candados y cámara para evacuación de aguas del lavado.

Se tiene instalada también, una cámara vertedero de excesos, donde el agua es descargada a una cámara recolección. Según el chequeo hidráulico, el desarenador tiene la capacidad para tratar un caudal máximo de 20,60 L/s.

#### **OBSERVACIONES**

El desarenador no cuenta con cerramiento completo, es por esta razón que se encuentra vulnerable a posibles daños de la infraestructura, ya que permite el ingreso de animales.

La infraestructura cuenta con algunas infiltraciones y desgastes porque ya ha pasado su vida útil.

#### **BOCATOMA 3. ‘EL CUCHO’**



Se encuentra ubicada en el sector El Cucho, fue construida hace más de 15 años; la estructura se encuentra en buenas condiciones. El agua captada se deriva a través de tubería PVC de Ø 6”, que pasa a la cámara de derivación, la cual tiene las siguientes dimensiones: 1,31m de largo por 1,31 m de ancho y 1,05 m de alto; 100 la válvula de purga y lavado es de Ø 6”, la cual se encuentra en regulares condiciones por ausencia del volante. De acuerdo al chequeo hidráulico realizado, la capacidad de la bocatoma es de 35,68 L/s. Según el operador de planta; en épocas de verano, se registra una disminución notable del caudal, debido a la gran deforestación, que se registra en las zonas aledañas a la captación, por ampliación de fronteras agrícolas y ganaderas.

En la actualidad la bocatoma el cucho se encuentra destruida, no cuenta con rejilla, y todo el concreto alrededor se observa con mucho desgaste y fisuras.



La bocatoma no cuenta con rejilla.

La línea de aducción, que transporta el caudal captado de la Quebrada El Cucho es en tubería de PVC de Ø 4" con una longitud de 55 m. En su recorrido hasta el desarenador, tiene instalada una válvula ventosa. En algunos tramos presenta vulnerabilidad a posibles daños ya que la tubería se encuentra expuesta.

#### OBSERVACIONES

La bocatoma se encuentra totalmente destruida ya que en inviernos pasados fue impactada por las rocas que trae la fuente, se debe considerar una reubicación para evitar el mismo inconveniente.

#### DESARENADOR 2 "EL CUCHO"



Se tienen instalados dos desarenadores para realizar el tratamiento primario al agua cruda proveniente de la quebrada El Cucho. El desarenador Nro. 1, es de tipo convencional, construido en concreto reforzado hace más de 20 años por lo cual se encuentra en mal estado, tiene instaladas dos tapas metálicas para el acceso del personal para labores de mantenimiento. La estructura está conformada por una cámara de entrada, zona de

sedimentación y cámara de desagüe. El desarenador Nro. 2, se encuentra ubicado cerca de la planta de tratamiento tipo FIME, fue construido en octubre y entró en operación en noviembre del año 2011.

### OBSERVACIONES

Tiene inconvenientes en el diámetro de tubería, ya que es muy reducido y no es suficiente ya que en tiempo de invierno no da abasto con el caudal de la fuente.

El desarenador no cuenta con cerramiento completo, es por esta razón que se encuentra vulnerable a posibles daños de la infraestructura, ya que permite el ingreso de animales.

La infraestructura cuenta con algunas infiltraciones y desgastes porque ya ha pasado su vida útil.

### PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE



La planta de tratamiento se encuentra ubicada en la parte alta del Municipio de Guaitarilla, en el Barrio Santa Bárbara, fue construida en el año 1997; diseñada para tratar aproximadamente un caudal de 12 L/s según operador de planta; sin embargo, debido a que no se cuenta con diseños de la planta no se pudo verificar dicho caudal. A la fecha trata un caudal de 25,40 L/s; más adelante se realiza la revisión hidráulica a cada unidad de tratamiento, para determinar la capacidad. La planta, cuenta con cerramiento en malla eslabonada con muros en mampostería con el fin de impedir el ingreso de personas y animales extraños.

La FIME está compuesta por las siguientes unidades:

- Cámara de quietamiento
- Filtro Grueso Dinámico (FGDi)
- Filtro Grueso Ascendente en Capas (FGAC)
- Filtro Lento en Arena (FLA)



Para el Filtro Grueso Dinámico se tiene instalada una unidad de filtración gruesa de flujo descendente, compuesta por cámara de entrada y de lavado, válvulas de apertura rápida y de cierre para evacuación de lodos. En el lecho filtrante se tienen instalados seis ramales de tubería perforada para cada compartimiento que divide la viga superior, en PVC de Ø 4", conectados a un colector principal de recolección de agua filtrada, en PVC de Ø 6"; a través de esta tubería el agua filtrada es conducida a una cámara de recolección con descarga al aire libre, y donde entrega el agua a un canal rectangular que llega hasta el filtro grueso de flujo ascendente en capas.

### OBSERVACIONES

El Filtro Grueso Dinámico sólo tiene una unidad de tratamiento instalada, dificultándose su funcionamiento y mantenimiento al tener que sacarlo de operación cuando se realiza la operación de raspado, no tiene la capacidad para tratar el caudal actual, generando condiciones de operación inadecuadas, también presenta grietas en la estructura, ocasionando fugas en el sistema.

Por otro lado, las válvulas de lavado se encuentran totalmente averiadas, tiene muy reducido el diámetro de gravilla, el repello de la estructura ya no tiene impermeabilización lo que causa fisuras y agrietamientos, al sistema le hace falta un by pass para que siga el curso del agua, ya que está conectado al filtro lento y no genera un funcionamiento adecuado.



Para el Filtro Rápido Ascendente en Capas se tienen instaladas dos unidades de filtración de flujo ascendente, las cuales constan de un canal rectangular de distribución desde donde, se reparten los caudales mediante dos vertederos triangulares a las dos unidades de filtración, que funcionan en paralelo y que tienen dimensiones largo/ancho iguales. Cuenta con dos válvulas metálicas tipo cortina para el control de flujo, cámara de distribución y drenaje, vertedero de excesos y sistema de retro lavado con dos válvulas de apertura rápida en HD de Ø 6" tipo tapón.

Cada unidad de tratamiento tiene instalada tubería perforada en la parte inferior (fondo) para la distribución de agua, la cual consta de ramales principales en tubería PVC Ø 6" y ramales secundarios en tubería perforada PVC Ø 3". Para la recolección de agua filtrada se tienen instalados por unidad tres ramales de 125 tubería, cada uno con cinco tramos de tubería perforada en PVC de Ø 3"; los cuales se conectan a dos colectores

principales en PVC de Ø 6". El agua filtrada es conducida a una cámara de recolección y posteriormente es enviada en tubería PVC Ø 6" hacia los Filtros Lentos en Arena.

### **OBSERVACIONES**

Las válvulas para el retro lavado se encuentran en regulares condiciones, presentan fugas por desgaste del material. Además, no son las ideales por lo que se dificulta su apertura y cierre, ya que son de tipo tapón. Se puede observar que los vertederos triangulares metálicos se encuentran oxidados y fisurados, no cumplen su función de repartición uniforme del caudal para cada unidad de tratamiento, también se presenta fugas por desgaste del concreto, además presenta un hundimiento en un costado del filtro por lo que puede afectar considerablemente la estabilidad de la estructura. También el diámetro de gravilla es muy reducido, las válvulas de lavado se encuentran en mal estado, es por eso por lo que se tapan con palos o varillas.



El sistema de Filtros lentos está conformado por tres unidades que funcionan en paralelo, de iguales dimensiones largo/ancho. El agua ingresa a través de una pantalla rectangular en la parte superior de cada filtro; el lecho filtrante está conformado por capas de arena; en el fondo del lecho se encuentra instalado un múltiple recolector de agua filtrada consistente en una tubería perforada de Ø 6" con tuberías laterales de Ø 4", igualmente perforadas cubiertas con material de grava. Cada unidad de tratamiento consta de dos válvulas tipo mariposa en HD de Ø 4" para la regulación de caudal a la entrada; a la salida se tiene instalados vertederos triangulares para el aforo del caudal. El agua filtrada es conducida a una cámara de recolección y posteriormente enviada a la caseta de cloración en tubería PVC Ø 6".

### **OBSERVACIONES**

Los múltiples de recolección de agua filtrada, no se les ha realizado mantenimiento, por lo que pueden presentar taponamiento, dificultando el proceso de filtración. Desde que entró en operación, la unidad de filtración no les ha realizado un mantenimiento general ni cambio de material del lecho filtrante (arena) y de soporte de acuerdo a las especificaciones técnicas de granulometría y coeficiente de uniformidad. Por otro lado, los filtros lentos no cumplen con las longitudes máximas de lecho filtrante que corresponden a 1,05 m, incluyendo lecho de soporte.

Por otro lado, no cuentan con la arena adecuada ya que no tiene ningún tipo de desinfección, es por esta razón que se presenta taponamiento y se hace una biopelícula de algas, a los filtros les hace falta la instalación de una canaleta de recolección para poder realizar el respectivo lavado de material flotante, las llaves de cortina están en mal estado, el segundo y tercer filtro no cuentan con llave para poder realizar el lavado pertinente desde afuera, las cámaras cuentan con filtraciones y desgastes.

**SISTEMA DE DESINFECCIÓN**



El sistema de desinfección tipo granulado, en este punto se realiza la desinfección, mediante el sistema de cloro granulado con un tanque prefabricado de 500 litros que se encuentra en buen estado.





La caseta se encuentra ubicada a un costado de los FGAC. Está compuesta de los siguientes equipos: tanque de almacenamiento de 500 litros de capacidad marca Eterplast, balanza, implementos de aseo, un cilindro de cloro gaseoso de 68 Kg, dosificador de cloro gaseoso y una bomba de 0,5 HP.

#### **OBSERVACIONES**

El tanque utilizado para la dosificación de cloro granulado no tiene incorporado un sistema de mezcla en la parte inferior, presentándose sedimentación del insumo químico, lo que conlleva a una aplicación de concentraciones menores a las requeridas, no se cuenta con materiales, reactivos y equipos de laboratorio con el fin de determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua y determinar la eficiencia en todo el proceso productivo.

La caseta no cuenta con by pass para realizar el lavado de la cámara de aquietamiento del cloro gaseoso.

#### **TANQUES DE ALMACENAMIENTO**

El municipio de Guaitarilla cuenta con cuatro tanques de almacenamiento; tres se encuentran ubicados contiguamente, abastecen el sector central del casco urbano y el otro que abastece al Barrio Santa Bárbara. Los tanques Nro. 1 y 2, fueron construidos hace más de 20 años, mientras que el tanque Nro. 3 fue construido en el año 2004. Los sistemas de almacenamiento no cuentan con By Pass.





El tanque Nro.1 está compuesto por una tapa metálica para el acceso del personal para labores de operación y mantenimiento, una válvula de cortina con vástago sin fin en HD de Ø 6” para el lavado. Este sistema es alimentado por la línea de conducción de agua tratada proveniente de la planta de tratamiento en tubería PVC Ø 6” y el rebose del tanque de almacenamiento Santa Bárbara que llega en tubería PVC Ø 3”. El rebose alimenta al tanque Nro. 2. El volumen del tanque es de 81 m<sup>3</sup>.

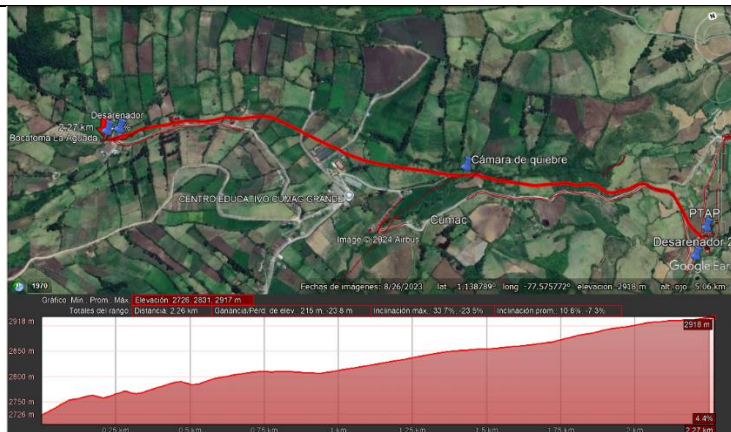
El tanque Nro. 2, tiene instalada una tapa en HF de Ø 0,6 m para labores de mantenimiento y una válvula para lavado HD de Ø 6”; el rebose alimenta el tanque Nro.3 a través de una tubería PVC Ø 4” con una longitud de 4 m. El volumen del tanque es de 133 m<sup>3</sup>.

El tanque Nro. 3, cuenta con una válvula para el lavado en HD de Ø 4”, rebose PVC Ø 3” y una tapa en concreto de Ø 0,6 m; La red de distribución hacia el sector central del casco urbano parte desde éste tanque en tubería PVC Ø 6” y para la apertura y cierre se tiene instalada una válvula de compuerta HD Ø 6”. El volumen del tanque es de 170 m<sup>3</sup>.

### OBSERVACIONES

Los Tanques Nro. 1 y 2 presenta fugas, por desgaste del concreto y fisuras; de otra parte, no cumplen con las pendientes de fondo para la evacuación de lodos, además no cuenta con un sistema de By-pass, con el fin de facilitar las labores de operación y mantenimiento.

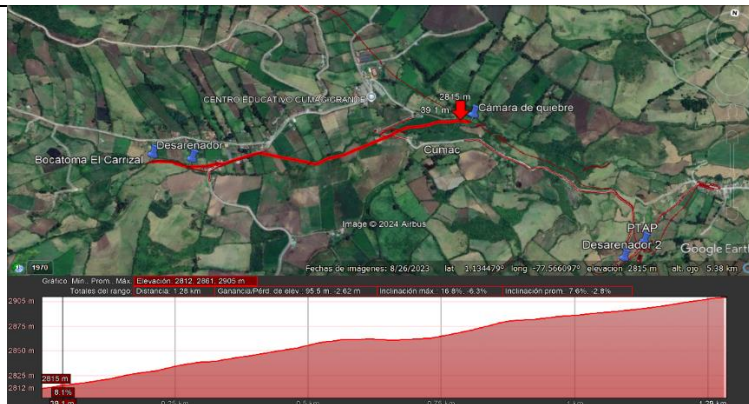
#### RED DE CONDUCCIÓN BOCATOMA 1. “LA AGUADA”



En la imagen se muestra el perfil de la red de conducción de la bocatoma “La Aguada”, que se considera desde los 2918 m.s.n.m hasta aproximadamente los 2726 m.s.n.m.

La línea de conducción Aguada es en tubería de PVC de Ø 4”, Ø 3”, Ø 2 1/2” y Ø 2” con una longitud de 1217.30 m desde el desarenador Aguada hasta la cámara de quiebre. Los diámetros de la tubería van disminuyendo a lo largo de su recorrido.

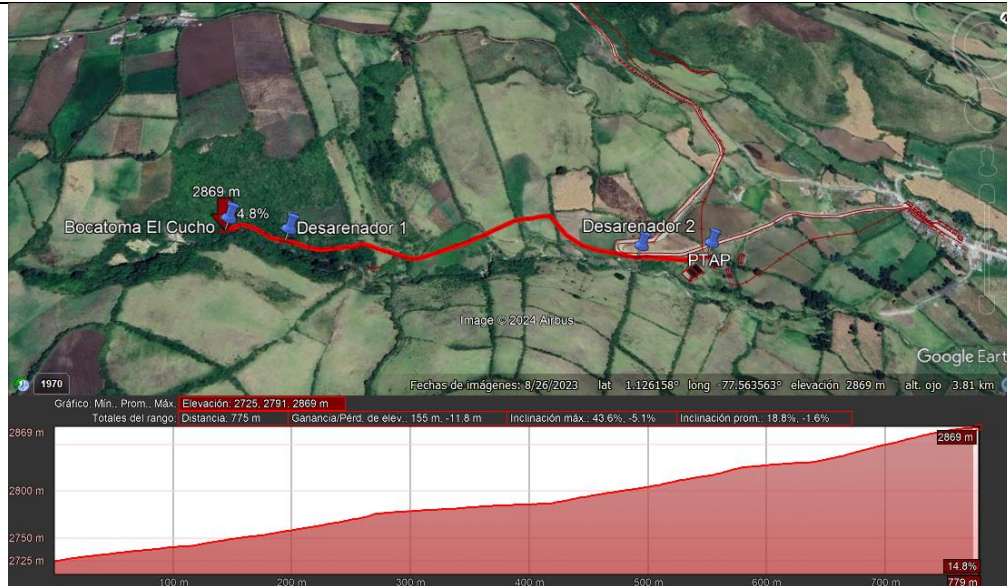
#### RED DE CONDUCCIÓN BOCATOMA 2. “EL CARRIZAL”



En la imagen se muestra el perfil de la red de conducción de la bocatoma “El Carrizal”, que se considera desde los 2905 m.s.n.m hasta aproximadamente los 2726 m.s.n.m.

La línea de conducción proveniente del desarenador Carrizal es en tubería de PVC de  $\text{Ø } 21/2''$  y  $\text{Ø } 2''$  con una longitud de 1.136,09 m hasta llegar a la cámara de quiebre donde confluye también la línea de conducción Aguada. En la cámara de quiebre donde confluyen las dos líneas de conducción (Carrizal y Aguada) continúa una sola línea hasta la planta de tratamiento en tubería de PVC de  $\text{Ø } 4''$ , con una longitud de 1.089,28 m. En todo su recorrido hasta la planta de tratamiento, se tienen instaladas 10 ventosas convencionales, dos válvulas de purga en HD de  $\text{Ø } 4''$  y un cámara de quiebre.

### RED DE CONDUCCIÓN BOCATOMA 3. "EL CUCHO"



En la imagen se muestra el perfil de la red de conducción de la bocatoma 'El Cucho', que se considera desde los 2869 m.s.n.m hasta aproximadamente los 2726 m.s.n.m.

La línea de conducción de agua cruda es a gravedad, en tubería en PVC de  $\text{Ø } 4''$ , con una longitud total desde el desarenador hasta la planta de tratamiento de 672,71m. En su recorrido tiene instalada una ventosa y una cámara de quiebre. Después del desarenador se encuentra instalada una cámara de quiebre donde se realiza una derivación para suministrar agua al tanque de almacenamiento ubicado en la parte alta del barrio Santa Bárbara. El sistema de almacenamiento abastece a dicho barrio ya que no es posible suministrar agua de la red principal por problemas de cota de servicio; el caudal derivado es de 1,5 L/s aproximadamente. La línea de conducción es en tubería PVC de  $\text{Ø } 4''$ , con una longitud de 1,4 Km aproximadamente.