


**DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL CORREGIMIENTO
TUMBATORO Y LAS VEREDAS LA VICTORIA Y EL TOLIMA (MORROA, SUCRE)**

AUTOR:

GABRIELLE AMAYA ARROYO



**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR - CESAR
2022**



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL CORREGIMIENTO
TUMBATORO Y LAS VEREDAS LA VICTORIA Y EL TOLIMA (MORROA, SUCRE)**

AUTOR:

GABRIELLE AMAYA ARROYO

DIRECTOR / ASESOR:

JOSE MAURICIO PEREZ ROYERO

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR - CESAR**

2022



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



DEDICATORIA

A mi madre, por ser incondicional y promover mi desarrollo, ese apoyo extraordinario y único fueron pilar en todo momento.

A mi padre, por su dedicación, tolerancia, sabiduría y acompañamiento en todo este proceso.

A mis hermanos, por ser esos seres fundamentales que me obsequian motivación y felicidad.



AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme culminar con satisfacción este proyecto.

A mi familia, en especial a mis padres por sus oraciones y energía que durante este proceso formativo fueron vitales.

A mis asesores, por su tolerancia, acompañamiento e intervención en el desarrollo de prácticas, hago mención a ellos: Docente José Mauricio Pérez, Ingeniero Luis Alfredo Guardiola e Ingeniero Yesith Aroca.

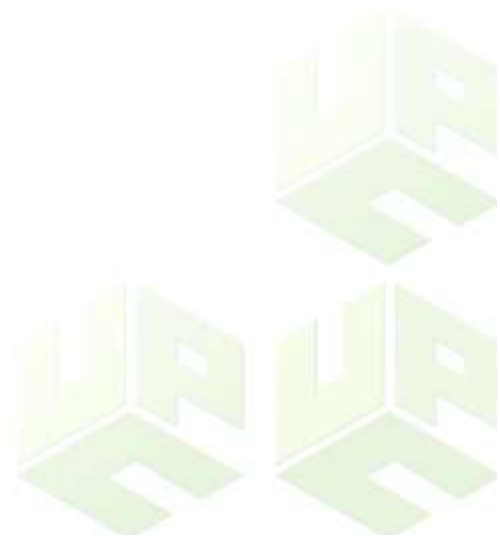


TABLA DE CONTENIDO

1.	Situación Problema en la Empresa o Institución	11
2.	Objetivos de la Práctica Académica	14
2.1	Objetivo General	14
2.2	Objetivos Específicos	14
3.	Justificación de la Práctica Académica	15
4.	Marco Referencial	16
4.1	Generalidades de la Empresa	16
4.1.1	Información básica	16
4.1.2	Planeación Estratégica	17
4.1.3	Organigrama	18
4.1.4	Mapa de Procesos y/o Portafolio de Productos y Servicios	18
4.2	Marco Contextual	19
4.2.1	Generalidades del Municipio	19
4.2.2	Distribución de la Población por Corregimientos	20
4.2.3	Concesión de Aguas	21
4.2.4	Sistema de Acueducto Rural	21
4.3	Marco Conceptual	22
4.4	Marco Legal	27
5.	Aspectos Metodológicos de la Práctica	29
5.1	Campo de Aplicación de la Práctica	29
5.2	Funciones Específicas a Desarrollar	29
5.3	Responsable de la Supervisión en la Empresa	29
5.4	Descripción de las Estrategias, Métodos, Técnicas y Procedimientos	30
5.4.1	Enfoque Metodológico	30
5.4.2	Fases de la metodología	30
6.	Cronograma	34
7.	Presupuesto	35
8.	Productos y Análisis Resultados	36

8.1	Fase I: Valoración el Estado Actual del Sistema de Acueducto y de los Diferentes Componentes de Infraestructura, Equipamiento y/o Accesorios de la Red.	36
8.1.1	Diagnóstico Técnico y Operativo del Sistema de Acueducto de Tumbatoro.....	36
8.1.2	Identificación de Escenarios de Riesgo Basados en el Formato de Diagnóstico del Suministro de Agua para Consumo Humano y Doméstico en Zonas Rurales	56
8.1.3	Dotación para el Corregimiento de Tumbatoro y las Veredas La Victoria y El Tolima.....	59
8.1.4	Levantamiento Planimétrico y Altimétrico de la Red de Acueducto	63
8.2	Fase II: Propuestas de Alternativas de Sistemas de Tratamiento de Aguas Adecuados como Planteamiento de Mejoras en la Prestación del Servicio del Acueducto Rural de Tumbatoro y las Veredas La Victoria y El Tolima.	70
8.2.1	Recolección de Información Primaria y Secundaria	70
8.2.2	Observaciones de la Infraestructura y Operación del Sistema.....	70
8.2.3	Propuestas de Alternativa PTAP	78
8.3	Fase III: Recomendaciones de acciones encaminadas a la sostenibilidad ambiental bajo las condiciones particulares de la fuente El Nido garantizando su subsistencia..	88
8.3.1	Acciones Encaminadas a la Sostenibilidad de la Fuente de Abastecimiento.	88
9.	Asuntos de Protección Legal.....	94
10.	Conclusiones	95
11.	Recomendaciones	96
12.	Referencias.....	97
	Anexos.....	99



LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1 Información básica.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 2 Distribución de la población por corregimientos.</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 3 Acueducto. Corregimientos de Tumbatoro y las veredas La Victoria Y El Tolima.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 4 Marco normativo</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 6 Condiciones climáticas.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 11 Características físico químicas y microbiológicas del agua para la verificación con el cumplimiento de la normativa legal vigente.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 7 Sectorización de recaudo</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 8 Escenarios de riesgo</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 5 Dotación Neta.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 9 Datos GPS Línea de aducción</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 10 Profundidades mínimas a cota clave de la tubería</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 12 Clasificación de fuentes de abastecimiento en función de unos parámetros de caracterización y el grado de tratamiento que se recomienda.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 13 Peligros típicos asociados a la fuente de abastecimiento.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 14 Resultado de la evaluación de peligros y riesgos</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 15 Funciones y controles ambientales para la fuente de abastecimiento.....</i>	<i>92</i>



LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 Planteamiento del problema</i>	<i>13</i>
<i>Figura 2 Organigrama. Fuente; Aguas de Morroa S.A E.S.P</i>	<i>18</i>
<i>Figura 3 Mapa de procesos. Fuente: Aguas de Morroa S.A E.S.P</i>	<i>18</i>
<i>Figura 4 Ubicación Morroa. Fuente: Google, gaitas-kuisis</i>	<i>19</i>
<i>Figura 5 Fuente de abastecimiento.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 6 Área de captación- aducción.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 7 Caseta, tubería de aducción</i>	<i>39</i>
<i>Figura 8 Sistema de bombeo, aducción.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 9 Tubería sanitaria añadida.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 10 Tubería impulsión PTAP</i>	<i>40</i>
<i>Figura 11 Torre de aireación.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 12 PTAP.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 13 Tanque de almacenamiento La Victoria</i>	<i>46</i>
<i>Figura 14 Tanque succión</i>	<i>46</i>
<i>Figura 15 Tanque de almacenamiento</i>	<i>50</i>
<i>Figura 16 Tubería de conducción.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 17 cámara de inspección</i>	<i>50</i>
<i>Figura 18 Estación de bombeo</i>	<i>51</i>
<i>Figura 19 Tubería de llenado y descarga del tanque</i>	<i>52</i>
<i>Figura 20 Tanque La Victoria</i>	<i>52</i>
<i>Figura 21 GPS.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 22 Imagen satelital, dibujo de Red</i>	<i>65</i>
<i>Figura 23 Redes de acueducto</i>	<i>66</i>
<i>Figura 24 Esquema Planta PTAP actual</i>	<i>79</i>
<i>Figura 25 Tren de tratamiento</i>	<i>80</i>
<i>Figura 26 Valores de diseño FGAS</i>	<i>86</i>
<i>Figura 27 Valores de diseño FDGi</i>	<i>86</i>
<i>Figura 28 Valores de diseño FLA.....</i>	<i>87</i>



CARTA DE APROBACIÓN DE LA PRACTICA



AGUAS DE MORROA S.A. E.S.P.
NIT. 900230374 – 0



Sincelejo, 12 de septiembre de 2022.

Señores:
Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.
Facultad de Ingeniería y Tecnológicas.
Universidad Popular del Cesar Valledupar - Cesar.

EL SUSCRITO GERENTE DE AGUAS DE MORROA S.A. E.S.P
CERTIFICA QUE:

El estudiante GABRIELLE AMAYA ARROYO, identificada con C.C. 1.005.435.785, del programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Popular del Cesar, desarrolló en esta empresa su opción de grado PASANTÍA para obtener su título profesional y culmina satisfactoriamente con los compromisos establecidos en la pasantía durante el periodo comprendido entre el 11 de abril de 2022 y el 12 de agosto de 2022 cumpliendo con una intensidad horaria mínima establecida por esta modalidad (640 horas), por lo tanto, la empresa AGUAS DE MORROA S.A. E.S.P da por terminada la pasantía.

La constancia se expide a petición de la parte interesada en Morroa-sucre a los 12 días del mes de septiembre del año 2022

Cordialmente,



LEONID SIERRA MENDOZA
Gerente.

Dirección: Carrera 7 # 9-37, Barrio La Plaza
E-Mail: aguasdemorroasaesp2020@hotmail.com
<https://aguasdemorroa.com.co>
Morroa-Sucre

INTRODUCCION

En el marco del cumplimiento de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), Colombia ha desarrollado acciones para las áreas rurales en lo relacionado al acceso de agua y de las soluciones de saneamiento básico. La débil capacidad institucional y las infraestructuras inadecuadas son algunos de los principales problemas identificados. Con la finalidad de satisfacer las necesidades de consumo, se adopta un sistema de compilación de datos y estrategias para reflejar la situación actual del sistema de acueducto del corregimiento de Tumbatoro y las veredas El Tolima y La Victoria.

Con el propósito de establecer un estado del arte de las condiciones del sistema se estudian los componentes del sistema de acueducto, entre ellos: la fuente de abastecimiento, almacenamiento, tratamiento y distribución en general y todo entorno influyente en el mismo, encontrando un sistema obsoleto y en circunstancias que comprometen la calidad del agua y el servicio en la valoración técnica y operativa; así mismo, el análisis e interpretación de los datos permiten proyectar conclusiones de la inactividad y deterioro; con lo que se proponen acciones encaminadas al buen funcionamiento y óptimo estado del sistema de servicio prestado a la comunidad.



1. Situación Problema en la Empresa o Institución

Aguas de Morroa opera los servicios de acueducto y alcantarillado, fundamentado en la captación, almacenamiento, desinfección y distribución en el área urbana y zona rural, en cumplimiento con la normativa colombiana para el acceso a agua y saneamiento en zonas rurales, a partir de la política pública del CONPES 3810 de 2014 y del Decreto 1077 de 2015 (adicionado por el Decreto 1898 de 2016).

Para funcionamiento del acueducto urbano y los corregimientos de Sabanas de Cali, El Rincón, Bremen, Las Flores y las veredas de Los Hatos y El Recre, el líquido es captado de fuentes subterráneas (Acuífero de la Formación Morroa), y para el funcionamiento del acueducto en el corregimiento de Tumbatoro y las veredas La victoria y El Tolima, el agua es captada de una fuente de abastecimiento superficial (Represa El Nido), objeto de valoración en este informe, que almacena aguas de la escorrentía superficial.

En el corregimiento de Tumbatoro opera un sistema de acueducto donde los procesos de tratamiento, conducción, distribución son deficientes para los núcleos poblacionales, el sistema de acueducto se construyó hace más de una década y desde ese entonces las administraciones no han invertido en el mantenimiento y optimización del sistema para mejorar la calidad y prestación del servicio.

El agua de la Represa El Nido es captada a través de una estación de bombeo conformada por una motobomba de 10 HP, que actualmente permite extraer teóricamente de 3-5 litros/seg, el agua posteriormente pasa a un proceso de tratamiento constituido por una planta compacta con torre de aireación, cámara de llegada, compartimiento de floculación, sedimentación y filtración, y un sistema de dosificación de químicos, actualmente fuera de servicio, y de ahí se almacena en

un tanque de succión y almacenamiento enterrado desde donde es bombeada hasta un tanque de almacenamiento superficial de concreto con capacidad de 115 metros cúbicos, construido en la vereda La Victoria y donde es enviada por gravedad a los centros poblados del corregimiento de Tumbatoro, la vereda La Victoria y El Tolima, a través de conducción, construida en tubería PVC RDE 21 de 3 pulgadas de diámetro y con una longitud de 1973 metros.

El proceso de desinfección se encuentra deteriorado y no funciona, situando a la población como un elemento potencial en materia de incidencia de enfermedades por el nulo tratamiento del agua distribuida. No existe contratación para el análisis de la calidad del agua cruda del punto de captación por parte del prestador.

Actualmente no se cuenta con información documentada y real, de las redes de distribución, catastro de usuario el cual esta desactualizado y del estado de la microcuenca, factores que contribuyen a una prestación discontinua del servicio a los usuarios del sistema, adicional a lo anterior, no existe límites de explotación y las actuaciones antrópicas sobre el área de recarga de la represa podrían implicar un manejo no sostenible de la misma.





Figura 1 Planteamiento del problema



2. Objetivos de la Práctica Académica

2.1 Objetivo General

- Diagnosticar el sistema de acueducto rural del corregimiento Tumbatoro y las veredas La Victoria y El Tolima en el municipio de Morroa, departamento de Sucre.

2.2 Objetivos Específicos

- Valorar el estado actual del sistema de acueducto y de los diferentes componentes de infraestructura, equipamiento y/o accesorios de la red.
- Proponer alternativas de sistemas de tratamiento de aguas adecuados como planteamiento de mejoras en la prestación del servicio del acueducto rural de Tumbatoro y las veredas La Victoria y El Tolima.
- Recomendar acciones encaminadas a la sostenibilidad ambiental bajo las condiciones particulares de la microcuenca hidrográfica El Nido garantizando su subsistencia.

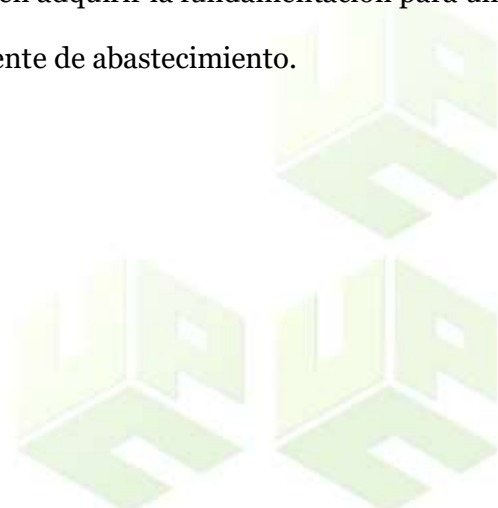


3. Justificación de la Práctica Académica

Los recursos naturales son un medio esencial para el hombre, algunos de estos constituyen los servicios básicos consagrados para toda persona. La empresa Aguas de Morroa S.A E.S.P dentro de las políticas de gestión en la prestación de los servicios de acueducto rural, se ha encaminado a implementar mejoras continuas en todos los componentes de los sistema para mejorar y garantizar la cantidad, calidad, continuidad y eficiencia del servicio de acueducto, de tal suerte que los beneficiarios puedan disfrutar de agua potable para consumo y sus actividades.

Tomando como referencia la Ley 142 de 1994 y la escritura pública No. 605 de 2008 de constitución de la empresa Aguas de Morroa, en el ejercicio de la práctica se propone acopiar información que fundamente el establecimiento de directrices en el ámbito estructural, organizacional y operacional en la mejora del sistema de acueducto, mediante diagnóstico de identificación en las deficiencias y condiciones de los distintos componentes, y se logre la implementación de acciones para optimizar la entrega de un buen servicio al usuario.

La conjetura de un enfoque en la identificación de las deficiencias del sistema en adición a las particularidades identificadas de la microcuenca, permiten adquirir la fundamentación para una utilidad ecológica integral, protectora y racional de la fuente de abastecimiento.



4. Marco Referencial

4.1 Generalidades de la Empresa

4.1.1 Información básica

Tabla 1 Información básica

NOMBRE, IDENTIFICACIÓN Y DOMICILIO	
Razón Social: AGUAS DE MORROA S.A E.S.P Nit: 900230374-0 Domicilio: Morroa	
UBICACIÓN	
Dirección del domicilio principal: Cr 5 barrio El Rosario Municipio: Morroa Correo electrónico: aguasdemorroasaesp2020@hotmail.com Teléfono comercial 1: 3046105923	
OBJETO SOCIAL	
La sociedad tendrá como objeto principal garantizar la prestación continua y eficiente de los servicios públicos de acueducto y saneamiento básico en el municipio de Morroa, para el efecto, la empresa se registrará en su integridad por lo dispuesto en la Ley 142 de 1994.	
RESEÑA HISTORICA	
Se constituyo por escritura pública el 14 de julio de 2008, posee una estructura organizacional acorde a sus necesidades, distribuidas en área administrativa y comercial, área financiera y área operativa con el personal idóneo y capacitado para la consecución de los objetivos de la Empresa y el bienestar del Municipio de Morroa. En el corto tiempo que lleva en gestión AGUAS DE MORROA S.A E.S.P ha trabajado duro en la ampliación y optimización den las redes de Acueducto y Alcantarillado, al igual que la creación de nuevos usuarios en los diferentes servicios; de igual forma se ha vinculado a los diferentes eventos deportivos y manifestaciones culturales y religiosas contribuyendo de esta manera en el desarrollo del Municipio de Morroa.	
EMPLEADOS	
AREA ADMINISTRATIVA: Gerente Asesor control interno Secretaria pagadora y recaudadora Auxiliar contable Coordinador PQRS	AREA OPERATIVA: Director operativo Operarios de acueducto y alcantarillado Celador Empleada oficios varios

4.1.2 Planeación Estratégica

MISION: AGUAS DE MORROA S.A.E.S.P., es una organización dedicada a la prestación de servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, de manera eficiente con innovación empresarial y talento humano comprometido con esta función social, consolidamos nuestra permanencia con principios, valores y políticas que nos permiten mantener un desarrollo sostenible.

VISION: Posicionar nuestra empresa con calidad, competitividad y liderazgo para ser reconocida como una de las mejores empresas prestadoras de servicios públicos a nivel regional y nacional.

POLÍTICA DE CALIDAD: Satisfacer al cliente a través de la continuidad, confiabilidad y cobertura del servicio, con excelente atención y cobro racional de tarifas, garantizando la sostenibilidad en el tiempo; utilizando los medios tecnológicos disponibles, optimizando la estructura financiera y propiciando desarrollo del talento humano, comprometido en la búsqueda del mejoramiento continuo.



4.1.3 Organigrama

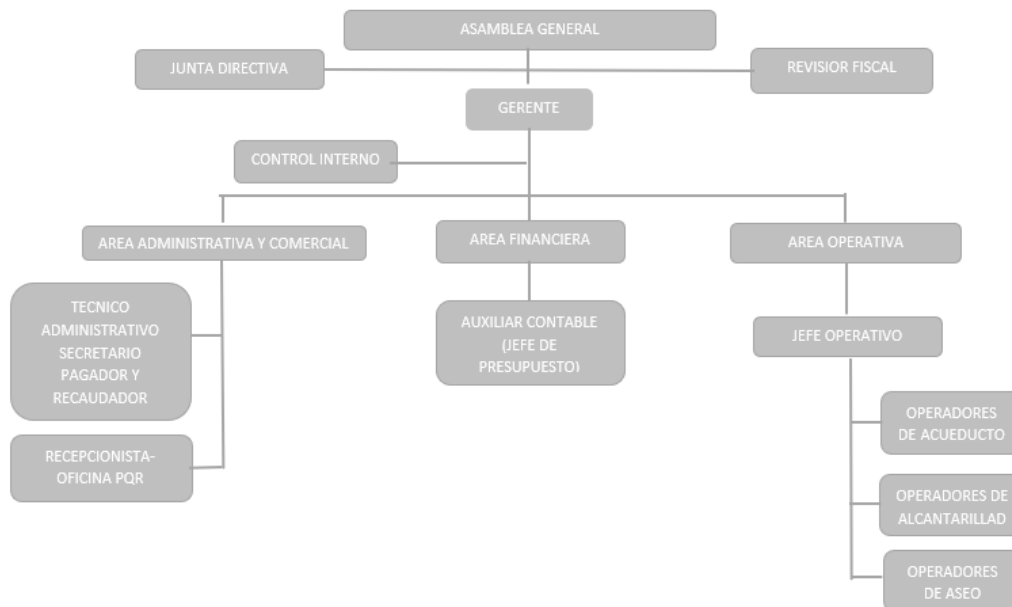


Figura 2 Organigrama. Fuente; Aguas de Morroa S.A E.S.P

4.1.4 Mapa de Procesos y/o Portafolio de Productos y Servicios.

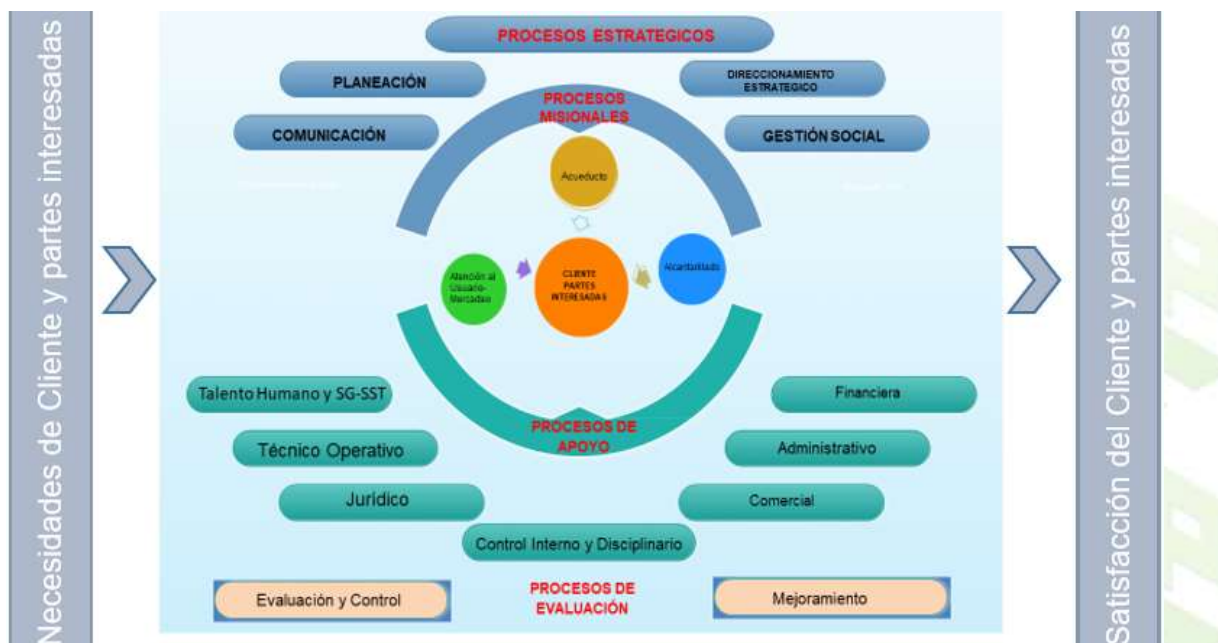


Figura 3 Mapa de procesos. Fuente: Aguas de Morroa S.A E.S.P

4.2 Marco Contextual

La zona de estudio se desarrolla en las veredas La Victoria y El Tolima, y en el corregimiento de Tumbatoro en el municipio de Morroa.

4.2.1 Generalidades del Municipio

El Municipio de Morroa se encuentra ubicado en la subregión Montes de María al noreste del Departamento de Sucre, Costa Atlántica, al norte con la República de Colombia.

El municipio tiene una extensión total de 168.000 hectáreas que representan el 1.57% de la superficie total del departamento, de la cual el 99.91 % corresponde al área rural, con una altura sobre el nivel del mar de 168 metros. (POT Morroa, 2020)

Montes de María



Figura 4 Ubicación Morroa. Fuente: Google, gaitas-kuisis

Morroa está conectada con el municipio de Corozal a través de una vía pavimentada en buen estado y con los Municipios de Sincelejo y Los Palmitos a través de la troncal de occidente, con el municipio de Colosó se comunica a través de una vía en pavimento asfáltico y con el municipio de Colosó y Toluviejo por vías terciarias, estos municipios están localizados geográficamente alrededor de Morroa.

4.2.2 Distribución de la Población por Corregimientos

La población total del municipio es de 15.858 habitantes según el Censo DANE 2018, estos se encuentran distribuidos porcentualmente en 59,85% en la cabecera municipal o centro urbano y 40,15% en la zona rural.

Esta distribución permite establecer que se tiene un total de 9.491 habitantes en lo urbano y 6.367 habitantes en lo rural y un promedio del 12,5% de la tasa de crecimiento anual. (POT Morroa, 2020). Para la población en el área rural se presenta la sectorización en la tabla 2.

Tabla 2 Distribución de la población por corregimientos.

CORREGIMIENTO	ÁREA (Hectáreas)	POBLACIÓN (Habitantes)
Las Flores	240	781
El Rincon	90	394
Cambimba	7800	279
Pichilín	2100	457
Sabaneta	863	254
El Yeso	2300	690
Tumbatoro	1500	541
Sabanas de Cali	650	1093
Bremen	240	1203
Brisas del Mar	700	676

Fuente: PDT Municipal con datos del Censo electoral 2019 RNEC.

4.2.3 Concesión de Aguas

Según el reporte de información de la SUPERSERVICIOS en 2019, realizado a la empresa Aguas de Morroa, ninguna de las fuentes de captación y abastecimiento cuenta con concesión de aguas. (POT Morroa, 2020)

4.2.4 Sistema de Acueducto Rural

Tabla 3 Acueducto. Corregimientos de Tumbatoro y las veredas La Victoria Y El Tolima

Localidad	Tumbatoro y las veredas La Victoria y EL Tolima		
Urbano /Rural (U/R)			
Población total habitantes	550	Demanda lps - cmd	N/P
Total usuarios acueducto	106	Total, usuarios alcantarillado	N/P
Cobertura acueducto %	100%	Cobertura de alcantarillado %	0%
Usuarios acueducto	No.Usuarios acueducto	Micromedidores instalados	Consumo medido
Resid. Estrato 1	103	N/P	N/P
Resid. Estrato 2	N/P	N/P	N/P
Resid. Estrato 3	N/P	N/P	N/P
Resid. Estrato 4	N/P	N/P	N/P
Resid. Estrato 5	N/P	N/P	N/P
Comerciales	N/P	N/P	N/P
Industriales	N/P	N/P	N/P
Institucionales	3	N/P	N/P
Especiales	N/P	N/P	N/P
TOTAL	106	N/P	N/P

Fuente: Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua de Morroa

4.3 Marco Conceptual

Se tienen en cuenta las siguientes definiciones para interpretar este documento, tomadas del Decreto 1575/2007 del Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, y del Título B. RAS

Acometida: Derivación de la red local del servicio de acueducto que llega hasta el registro de corte de un inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general. (Ley 142 de 1994).

Aeración: proceso en el que se produce paso del aire a través del agua con el objeto de oxigenarla o de excluir gases o sustancias volátiles.

Bocatoma: Estructura hidráulica que capta el agua desde una fuente superficial y la conduce al sistema de acueducto.

Calidad del agua: Es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua, con el contenido de las normas que regulan la materia.

Capacidad hidráulica: Caudal máximo que puede manejar un componente o una estructura hidráulica conservando sus condiciones normales de operación

Captación sumergida: consiste en un conjunto de conductos enterrados en el lecho del río, en el sentido transversal a la dirección de la corriente, terminando generalmente en un tubo de filtro o cámara sumergida. Captación aconsejable en cursos de agua con márgenes muy extendidas y navegables.

Caudal máximo diario (QMD): Consumo máximo durante veinticuatro horas, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

Caudal máximo horario (QMH): Consumo máximo durante una hora, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

Caudal medio diario: Consumo medio durante veinticuatro horas, obtenido como el promedio de los consumos diarios en un periodo de un año.

Coagulación: Aglutinación de las partículas coloidales suspendidas presentes en el agua, por efecto de cambio de carga eléctrica suscitado por la adición de coagulantes.

Conducción: Componente a través del cual se transporta agua potable, ya sea a flujo libre o a presión.

Caudal máximo diario (QMD): Consumo máximo durante veinticuatro horas, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

Caudal máximo horario (QMH): Consumo máximo durante una hora, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

Caudal medio diario: Consumo medio durante veinticuatro horas, obtenido como el promedio de los consumos diarios en un periodo de un año.

Cuenca hidrográfica: Área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar.

Dosis óptima: Concentración que produce la mayor eficiencia de reacción en un proceso químico.

Dosificación: Acción mediante la cual se suministra una sustancia química al agua.

Escorrentía. Volumen que llega a la corriente poco después de comenzada la lluvia.

Estación de bombeo: Componente destinado a aumentar la presión del agua con el objeto de transportarla a estructuras más elevadas

Fuente de abastecimiento de agua: Depósito o curso de aguas superficial o subterránea, utilizada en un sistema de suministro a la población, bien sea de aguas atmosféricas, superficiales, subterráneas o marinas.

Macromedición: Sistema de medición de grandes caudales, destinado a totalizar la cantidad de agua que ha sido tratada en una planta de tratamiento y la que está siendo transportada por la red de distribución en diferentes sectores.

Mantenimiento correctivo: Conjunto de actividades que se deben llevar a cabo cuando un equipo, instrumento o estructura ha tenido una parada forzosa o imprevista.

Mantenimiento preventivo: Conjunto de actividades que se llevan a cabo en un equipo, instrumento o estructura, con el propósito de que opere a su máxima eficiencia de trabajo, evitando que se produzcan paradas forzosas o imprevistas.

Micromedición: Sistema de medición de volumen de agua, destinado a conocer la cantidad de agua consumida en un determinado período de tiempo por cada suscriptor de un sistema de acueducto.

Optimización: La Optimización es el conjunto de acciones encaminadas a mejorar la capacidad, eficiencia y eficacia de la infraestructura componente del sistema de acueducto, alcantarillado y/o aseo, mediante su intervención parcial o total.

Pérdidas: Diferencia entre el volumen de agua que entra a un sistema de acueducto y aquel que sale o es facturado, dependiendo del sistema.

Plan de ordenamiento territorial: Conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo.

Planta de tratamiento de agua potable (PTAP): Conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos que permitan cumplir con las normas de calidad del agua potable.

Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA): De acuerdo a la Ley 373 de 1997: Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico.

Red de conducción: Serie de tuberías que transportan el agua desde las plantas de tratamiento hacia los tanques de almacenamiento y/o compensación, o entre tanques, sin conexión de suscriptores.

Red de distribución: Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo.

Sistema de potabilización de agua: Conjunto de procesos y operaciones unitarios para purificar el agua y que tienen por objeto hacerla apta para el consumo humano.

Tanque de succión: Tanque de almacenamiento desde el cual una bomba succiona el agua que impulsa hacia otro punto de una red.

Tecnología convencional tratamiento convencional (en potabilización): Tren de procesos de tratamiento bien conocidos y utilizados en la práctica. Generalmente se refiere a procesos de tratamiento por coagulación, floculación, sedimentación y filtración.

Tubería de impulsión: Tubería de salida de un equipo de bombeo.

Tubería de succión: Tubería de entrada a un equipo de bombeo.

Válvula: Accesorio cuyo objetivo es regular y controlar el caudal y la presión de agua en una red de conducción y/o distribución de agua potable.



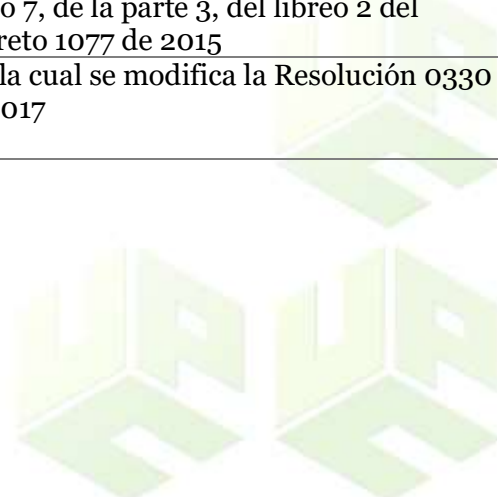
4.4 Marco Legal

Se presenta la normatividad nacional que acoge dentro del diagnóstico la reglamentación para el sector de agua potable y saneamiento básico; las leyes, decretos, resoluciones y acuerdos pertinentes, entre estos se hace especial mención a: El Reglamento Técnico Del Sector De Agua Potable Y Saneamiento Básico (RAS 2000).

Tabla 4 Marco normativo

DOCUMENTO/ FECHA	ENTIDAD QUE EMITE	PROPÓSITO
LEY 2811 DE 1974	El presidente de la república de Colombia	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
LEY 99 DE 1993	El Congreso de Colombia	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
LEY 142 DE 1994	El Congreso de Colombia	La cual establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios, así como de actividades que realicen las personas que los presten.
LEY 373 DE 1997	El Congreso de Colombia	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
DECRETO 1873 DE 2012	El presidente de la república de Colombia	Por el cual se reglamenta el artículo 250 de la Ley 1450 de 2011, se crea el Mecanismo Departamental de Evaluación, Viabilización y Aprobación de Proyectos del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico priorizados en el marco de los Planes Departamentales de Agua y de los programas regionales y/o departamentales que implemente el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, se establecen sus requisitos y se dictan otras disposiciones.
DECRETO 1575 2007	El presidente de la república de Colombia	Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano

DECRETO 1077 DE 2015	El presidente de la República de Colombia	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.
RESOLUCION 1096 DE 2000	El ministerio de desarrollo económico	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS
RESOLUCIÓN 2115 DE 2007	El ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial Y el Ministerio de protección social	Por medio de la cual se señala las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano
RESOLUCIÓN 811 DE 2008	El ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial Ministerio de protección social	Por medio de la cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución.
RESOLUCIÓN NO. 0330 DE 2017	El ministerio de vivienda, ciudad y territorio	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009
RESOLUCIÓN 0844 DE 2018	El ministerio de vivienda, ciudad y territorio	Por la cual se establecen los requisitos técnicos para los proyectos de agua y saneamiento básico de zonas rurales que se adelanten bajo los esquemas diferenciales definidos en el capítulo 1, del título 7, de la parte 3, del libro 2 del Decreto 1077 de 2015
RESOLUCIÓN 0799 DE 2021	El ministerio de vivienda, ciudad y territorio	Por la cual se modifica la Resolución 0330 de 2017



5. Aspectos Metodológicos de la Práctica

5.1 Campo de Aplicación de la Práctica

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Sostenibilidad y Gestión Ambiental.

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Gestión integral del recurso hídrico.

ÁREA TEMÁTICA SEGÚN LA SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseños de acueducto y diseños de alcantarillados.

5.2 Funciones Específicas a Desarrollar

El enfoque de las funciones se contempla en:

- Identificación de problemáticas en materia de infraestructura y operación en las instalaciones del sistema de acueducto.
- Análisis de la información recolectada.
- Apoyo en la construcción de estrategias para la implementación de proyectos orientados a mejorar la prestación del servicio público

5.3 Responsable de la Supervisión en la Empresa

El profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria Edilber Ortega Salcedo es egresado de la Universidad del Magdalena y actualmente se encuentra laborando como Director técnico y Operativo en la empresa Aguas de Morroa S.A E.S.P desde el 6 de enero de 2021.

5.4 Descripción de las Estrategias, Métodos, Técnicas y Procedimientos

5.4.1 Enfoque Metodológico

A partir de la problemática se establecen los enfoques metodológicos fraccionados o fases con la finalidad de poner a disposición de la empresa Aguas de Morroa S.A E.S.P, la fundamentación de un estudio correspondiente a la prestación del servicio público.

Las fases metodológicas para la elaboración del diagnóstico del sistema de acueducto se dividen en partes cuyos propósitos específicos permiten el buen desarrollo y organización del mismo.

5.4.2 Fases de la metodología

5.4.2.1 Fase I: Valoración el estado actual del sistema de acueducto y de los diferentes componentes de infraestructura, equipamiento y/o accesorios de la red.

I. Consulta de fuentes primarias y secundarias

Fuentes secundarias:

- Compilación de información a través de fuentes secundarias, documentos de la empresa y/o entidades públicas como el Plan de uso eficiente y ahorro del agua (PUEAA) y el Plan de Ordenamiento Territorial (POT)
- Reunión y clasificación de información por medio de páginas Web oficiales, normas técnicas y cartografía tomada en Google Earth.

Fuentes primarias:

- Entrevista al operario bajo la guía metodológica de diagnóstico de suministro de agua.

- Diálogos con ingenieros, interventores y personas de la comunidad para aclarar y conocer aspectos complementarios del sistema de acueducto y represa.

II. Revisión de los diferentes componentes del sistema

Fuente hídrica:

- Recorrido de campo en la zona de la represa con reconocimiento de su estado actual y de posibles escenarios de riesgo, y diálogos con personas de la comunidad y operario para contemplar los eventos o sucesos que anteceden la fuente hídrica.
- Determinación de las características físico químicas y microbiológicas del agua para la verificación con el cumplimiento de la normativa legal vigente.

ANÁLISIS	MÉTODO
Sabor	Organoléptico
Olor	Organoléptico
pH	Electrométrico
Conductividad	Electrométrico
Turbiedad	Nefelométrico
Color Real	Espectrofotométrico
Dureza Total	Volumétrico con EDTA
Cloruros	Argentométrico
Alcalinidad Total	Volumétrico
Sulfatos	Turbidimétrico
Hierro Total	Colorimétrico

Aluminio	Espectrofotométrico
Coliformes Totales	Sustrato definido (NMP)
Escherichia Coli	Sustrato definido (NMP)

Estructura del sistema:

- Visitas de campo para inspección visual de los componentes del sistema y descripción de la infraestructura y operación del sistema de acueducto basada en la guía metodológica de Diagnóstico del servicio de acueducto y de otras alternativas de suministro de agua en zonas rurales, evidencia fotográfica y recopilación de información.

Levantamiento Planimétrico y Altimétrico de la Red de Acueducto

- Levantamiento Planimétrico y Altimétrico del Sistema de Acueducto y Sus Componentes por medio del uso de un GPS como herramienta para la obtención de las coordenadas y elevaciones.

5.4.2.2 Fase II: Propuestas de alternativas de sistemas de tratamiento de aguas adecuados como planteamiento de mejoras en la prestación del servicio del acueducto rural de Tumbatoro y las veredas La Victoria y El Tolima.

Acorde a los resultados detallar el análisis e interpretación de la infraestructura y operación del sistema de acueducto en base a los datos recolectados en la fase anterior para finalmente proponer mejoras y alternativa de tratamiento para el adecuado rural; así mismo, para el sistema en su constitución operacional.

5.4.2.3 Fase III: Recomendaciones de acciones encaminadas a la sostenibilidad ambiental bajo las condiciones particulares de la fuente El Nido garantizando su subsistencia.

Posterior al análisis se realiza la instauración de acciones preventivas para la sostenibilidad de la fuente abastecedora de la población.

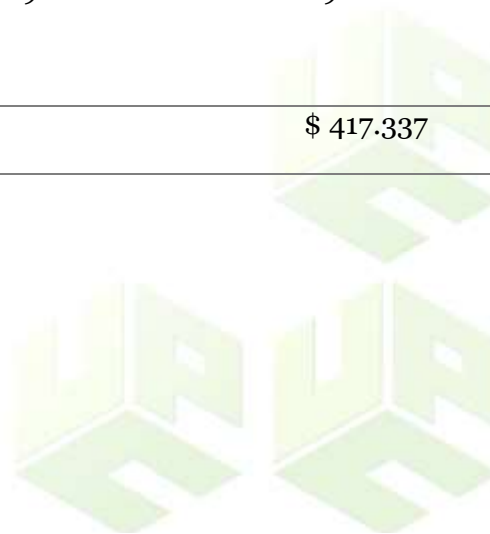


6. Cronograma

ACTIVIDADES/TAREAS	DURACIÓN (Semanas)	TIEMPO (MESES)																													
		MES I					MES II					MES III					MES IV					MES V									
		S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5					
ACTIVIDAD 1	14	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
TAREA 1																															
TAREA 2		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■	■										
ACTIVIDAD 2	4											■	■	■	■																
TAREA 1												■	■	■	■																
TAREA 2												■	■	■	■																
ACTIVIDAD 3	4																■	■	■	■							■	■	■	■	
TAREA 1																	■	■	■	■											
TAREA 2																											■	■	■	■	
ACTIVIDAD 4	9											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
TAREA 1												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
ACTIVIDAD 5	5																					■	■	■	■	■	■	■	■	■	
TAREA 1																						■	■	■	■	■	■	■	■	■	
TAREA 2																						■	■	■	■	■	■	■	■	■	
ACTIVIDAD 6	13											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
TAREA 1												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
TAREA 2												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

7. Presupuesto

Actividad	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total
desarrollada			
Papelería (impresiones, carpetas, copias)	46	500	23000
	2	2500	5000
	10	200	2000
Transporte hasta el corregimiento y/o veredas	4	17000	68000
Hidratación	3	5000	15000
Análisis de agua	1	184337	184337
Transporte de instrumentos para el análisis de agua	1	30000	30000
Transporte para entrega de muestra	1	90000	90000
TOTAL COSTOS			\$ 417.337



8. Productos y Análisis Resultados

8.1 Fase I: Valoración el Estado Actual del Sistema de Acueducto y de los Diferentes Componentes de Infraestructura, Equipamiento y/o Accesorios de la Red.

8.1.1 Diagnóstico Técnico y Operativo del Sistema de Acueducto de Tumbatoro

8.1.1.1 Generalidades de la Fuente Hídrica

La fuente de abastecimiento se encuentra ubicada en el corregimiento de Tumbatoro, en la finca El Nido donde se realizó la excavación y construcción de una represa en el año 2005, gracias a que el área presenta un sector bien definido en relación a la disponibilidad de agua en cantidad y calidad suficiente para satisfacer la demanda de la zona según los estudios previos al proyecto. El predio ocupa un área de 230.000 metros cuadrados y el espejo de agua en 1.4 hectáreas con profundidad de 4 metros y un volumen de área requerido de 56.497 metros cúbicos.



Figura 5 Fuente de abastecimiento



Figura 6 Área de captación- aducción

Resaltan en las orillas variedad de materiales orgánicos, madera y plantas acuáticas, resultado de la dinámica fluvial inactiva.

- Fenómenos meteorológicos

El municipio de Morroa presenta condiciones climáticas de bosque seco tropical, con un régimen pluviométrico mono modal con máximos en abril – mayo septiembre – octubre, su temperatura promedio es de 28° centígrados, según la zona de vida de Holdrige.

En el sistema de suministro de agua no se presentan amenazas de tipo meteorológico; sin embargo, en este último año se ha visto un considerable crecimiento en el volumen de agua de la represa producto de abundantes precipitaciones en meses consecutivos. Años anteriores se presentaron sequías en la zona, pero no comprometieron la disponibilidad del líquido.

Tabla 5 Condiciones climáticas

VARIABLE CLIMÁTICA	VALOR PROMEDIO (Anual)
Precipitación	1150 mm (anual)
Temperatura	28 °C
Humedad relativa	77% (mensual)
Velocidad del Viento	0,7 m/s (Mensual)
Evaporación Potencial	1623.2 mm (Anual)
Radiación Solar	420 cal/cm ² /día (mensual)
Nubosidad	7 Octas (mensual)

Fuente: IDEAM – Estación Meteorológica Aeropuerto Rafael Barbo de Corozal – Sucre

- Uso del suelo

Actualmente dentro del predio se practican actividades de agricultura y ganadería donde hacen uso de fertilizantes y/o pesticidas y se presentan variedad de animales alrededor y dentro de la cuenca puesto que esta no cuenta con un tipo de cerramiento o protección.



- Vertimientos

No fueron visibles en el área.

8.1.1.2 Estructura del Sistema

8.1.1.2.1 Captación y Línea de Aducción

La captación de agua del sistema de acueducto se realiza de un embalse o represa ubicado en la Finca El Nido. El sistema está integrado por una válvula tipo granada de bronce de 3 pulgadas de diámetro, instalada a 3 metros de profundidad, este accesorio está conectado a la línea de aducción de 18 metros de longitud, construida en tubería de hierro dúctil (HD) con diámetro de 3 pulgadas.

Para la captación de agua desde la Represa, el sistema se diseñó para trabajar con 2 Electrobombas, sin embargo, solo una está en funcionamiento. La Electrobomba en funcionamiento tiene un diámetro de succión y descarga de 2 pulgadas y una potencia de 5 Hp con un motor de 6 Hp. Teniendo en cuenta que la tubería de aducción es de 3 pulgadas de diámetro, se instalaron accesorios para reducir el diámetro de entrada a la Electrobomba, lo que supone una pérdida de eficiencia en el sistema, igual suceda a la descarga de la misma, donde se observa que el diámetro se amplía de 2 a 3 pulgadas, en la línea de impulsión hacia la planta de tratamiento.

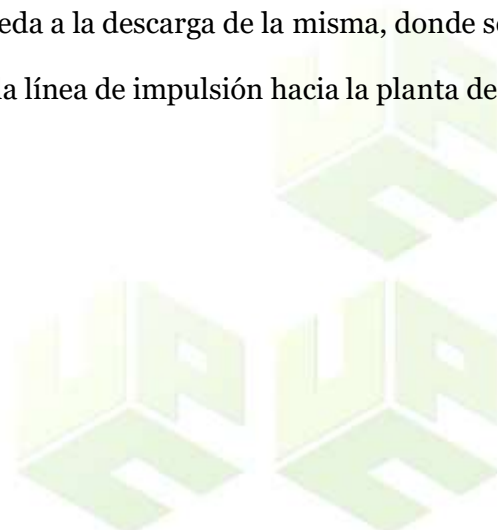




Figura 7 Caseta, tubería de aducción



Figura 8 Sistema de bombeo, aducción

La línea de impulsión entre la estación de bombeo y la planta de tratamiento se construyó en tubería de Hierro Dúctil de 3"; sin embargo, se encontró que un tramo de la misma se reemplazó por tubería PVC Sanitaria. La falta de mantenimiento de las tuberías y la exposición directa al oxígeno del aire y a la luz ultravioleta, muestran oxidación, desgaste y corrosión en la primera y roturas y rasgaduras en la segunda. La Luz Ultravioleta según FlowGuard (2019), ocasiona la decoloración de la tubería PVC, se aprecia en las figuras 9 y 10, y a largo plazo no solo presenta un problema estético, este afecta la durabilidad de la misma.



Figura 10 Tubería impulsión PTAP



Figura 9 Tubería sanitaria añadida

8.1.1.2.2 Tratamiento de Agua Potable

La planta de tratamiento es de tipo compacta, se estableció inicialmente para un caudal de 7 l/seg y está conformado por los siguientes componentes descritos en el Manual de Operación y Mantenimiento de la misma.

- a. Torre de aireación
 - Descripción

La Torre de Aireación se encuentra fabricada en PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio), consta de cinco (5) bandejas de geometría tronco-piramidal cuadrada invertida, con carbón COKE como relleno, de donde posteriormente sale por un colector ubicado en la última bandeja que conduce a un vertedero en PRFV (poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio).

- Funcionamiento

Como su nombre lo indica, se trata oxigenar el agua procedente de la fuente (Pozo) llega por medio de un equipo electromecánico, con el fin de oxidar los metales presentes en agua (hierro) llega a la bandeja de arriba, y es repartida uniformemente a través de una bandeja superior desde donde percola a las otras bandejas las cuales tienen carbón coque con lecho adsorbente.

- b. Cámara de llegada

- Descripción

La cámara de llegada se encuentra fabricada en PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio), consta de cuatro (4) compartimientos divididos con tres (3) tabiques, de donde el tercer tabique es un vertedero el cual posee una reglilla de medición que permite la lectura del caudal de llegada en litros por segundos (LPS) o metros cúbicos por hora (m³/h).

- Funcionamiento

El agua procedente de la Torre de Aireación llega por gravedad a la cámara, pasa por los tabiques, los cuales disipan y dan quietamiento al agua para formar un flujo laminar que al pasar por el vertedero facilite la lectura del caudal de llegada

El caudal de entrada de agua al sistema debe ser regulado por medio de la válvula instalada a la entrada del sistema, numerada como (V-01) (Ver esquema de Operación).

- c. Compartimiento de floculación

- Descripción

El comportamiento se encuentra construido en fibra de vidrio y consta de una cámara central de flujo ascendente, con una capacidad de 5.25 m³ lo cual significa un tiempo de

retención de 25 minutos aproximadamente que garantiza una adecuada reacción del floculante al contacto con el agua.

- Funcionamiento

El agua es llevada desde el compartimiento de mezcla rápida donde se realiza una buena homogenización entre los productos químicos (floculante) y el agua. Esta agua desciende y asciende por gravedad y se efectúa el proceso químico de formación de flocs. El agua una vez floculada, pasa a la zona inferior de la cámara de sedimentación.

- d. Compartimiento de sedimentación

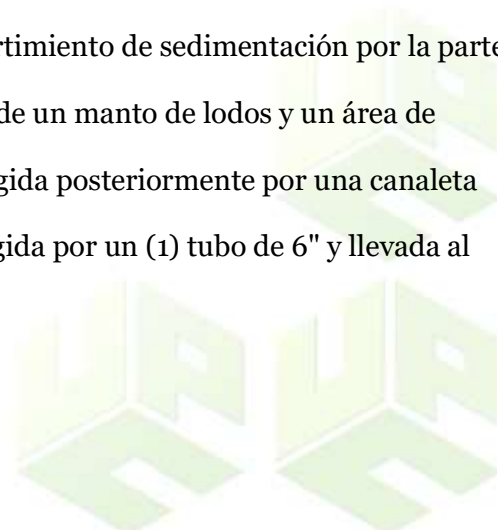
- Descripción

El compartimiento de sedimentación está construido en fibra de vidrio, con una capacidad de 7.35 m³ y un tiempo de retención de 35 minutos; está compuesto por una cámara de paso y distribución inferior, que nos garantiza un flujo laminar tipo ascendente uniforme en toda su área, además cuenta con un sistema de módulos de sedimentación acelerada de tipo colmena para mejorar la remoción de sólidos.

- Funcionamiento

El agua una vez floculada es conducida al compartimiento de sedimentación por la parte inferior de este, luego asciende pasando a través de un manto de lodos y un área de módulos de 2.62 m², inclinados 60°, siendo recogida posteriormente por una canaleta perimetral en la parte superior del tanque y recogida por un (1) tubo de 6" y llevada al tanque de filtración.

- e. Compartimiento de filtración



- Descripción

El tanque de filtración está construido en PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio), con un área de filtración de 2.5 m². Está conformado por un tanque de carga e internamente por dos (2) cámaras, la cámara inferior está conformada por lechos de arena, grava y antracita y un sistema de tubos con ranuras distribuidoras y recolectoras de agua de diámetro 2" en PVC, recubiertos con PRFV y conducidas a la cámara superior del filtro, en esta cámara tenemos agua filtrada y clorada (Agua Potable).

- Funcionamiento

El agua proveniente del sedimentador entra al filtro, distribuida de manera uniforme sobre los lechos de arena, grava y antracita, para luego ser colectada en la parte inferior, por un sistema de tubos ranurados que la conducen a la parte superior del filtro para luego ser conducida hacia el tanque de almacenamiento.

f. Sistema de dosificación de químicos

- Descripción

El sistema de dosificación para el floculante (sulfato de aluminio tipo A), el estabilizador de pH (soda caustica o cal) y el desinfectante (hipoclorito de sodio) se realiza por un sistema con bombas dosificadoras tipo diafragma y tres (3) tanques plásticos, de 250 litros de capacidad, el llenado de los tanques se realiza con la manguera y la tubería dejada para tal fin abriendo la válvula (V-10).

- Funcionamiento

Una vez preparada la solución, las bombas conducen el producto hasta la caja de medición para lograr una mezcla homogénea y dar inicio al proceso de coagulación para graduar los diferentes caudales del dosificador a diferente concentración de la solución

del producto químico de acuerdo al caudal de agua que se encuentra entrando al sistema, estos dosificadores aseguran una cantidad adecuada conforme a la necesidad del proceso

- g. Tablero de control
- Aspectos generales

El TABLERO DE CONTROL DE LA P.T.A.P. Es un tablero de control también conocido como C.C.M (centro de control de motores), el cual realiza la función de darle mando manual o automático a los motores que intervienen en el proceso de tratamiento de aguas potable que se toma del pozo profundo.

La infraestructura de la planta de tratamiento, específicamente los tanques y la torre de aireación de material PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) e presenta deterioro y desgaste por el tiempo y la falta de mantenimiento, a pesar de sus características de durabilidad y propiedades anticorrosivas.

Se deduce que sus procesos son deficientes por el color y los sólidos presentes en el agua que llega a los hogares del corregimiento de Tumbatoro y las veredas La Victoria y el Tolima.

Se evidencia que el proceso de tratamiento no se realiza, el agua pasa por la planta sin que le sea aplicado un producto químico; además, la torre de aireación no cuenta con carbón COKE, material necesario y establecido en el diseño para realizar dicho proceso de forma efectiva.

En las fotografías 11 y 12 se presentan las condiciones antes mencionadas.

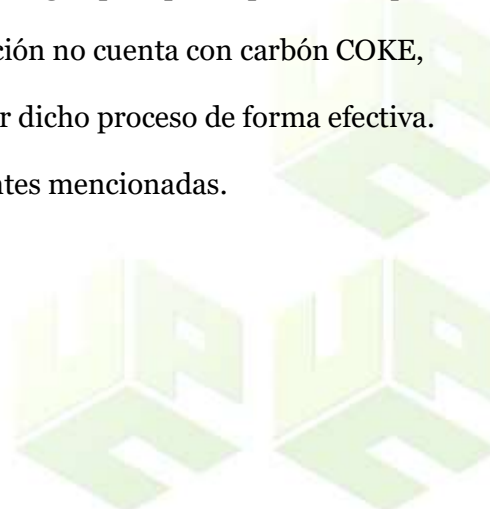




Figura 12 PTAP



Figura 11 Torre de aireación

◦ ***Desinfección***

El proceso posee un sistema de dosificación de químicos; el floculante (sulfato de aluminio tipo A), el estabilizador de pH (soda caustica o cal) y el desinfectante (hipoclorito de sodio), realizado por medio de bombas dosificadoras tipo diafragma.

Actualmente el sistema de dosificación, incluyendo la desinfección no está en funcionamiento, ha permanecido en esas condiciones hace siete años, desde su construcción y puesta en marcha no ha recibido operaciones de mantenimiento o rehabilitación. Al momento de hacer el diagnóstico, las bombas no se encontraban en actividad. Se encontró un tanque vacío, el cual almacenaba el hipoclorito en el área de la alberca profunda.

◦ *Calidad del agua*

No se encontraron registros de análisis de la calidad del agua en la documentación de la empresa. Se anexan las imágenes tomadas en el tanque de succión y el que está ubicado en La Victoria para contemplar su estado actual.



Figura 14 Tanque succión



Figura 13 Tanque de almacenamiento La Victoria

Por lo anterior, se realizó el análisis de la calidad del agua para determinar las condiciones actuales y el planteamiento de la reestructuración y/o alternativas de mejoras en el sistema, quien será la guía para la determinación de las condiciones del proceso de potabilización.

Tabla 6 Características físico químicas y microbiológicas del agua para la verificación con el cumplimiento de la normativa legal vigente.

Parámetros físicoquímicos	Método	Resultado	Unidades	Observaciones (RES 2115)
Sabor	Organoléptico	Aceptable	No Aplica	Cumple
Olor	Organoléptico	Aceptable	No Aplica	Cumple
pH	Electrométrico	6,89	pH	Cumple
Conductividad	Electrométrico	130	μS/cm	Cumple
Turbiedad	Nefelométrico	40,70	NTU	No cumple
Color Real	Espectrofotométrico	35,2	UPC	No cumple
Dureza Total	Volumétrico con EDTA	54,51	mg CaCO ₃ /L	Cumple
Cloruros	Argentométrico	<6,9	mg Cl ⁻ /L	Cumple
Alcalinidad Total	Volumétrico	48,00	mg CaCO ₃ /L	Cumple
Sulfatos	Turbidimétrico	7,64	mg SO ₄ ²⁻ /L	Cumple
Hierro Total	Colorimétrico	2,17	mg Fe/L	No cumple
Aluminio	Espectrofotométrico	<0,02	mg Al/L	Cumple
Parámetros Bacteriológicos	Método	Resultado	Unidades	Observaciones (DEC 1594)
Coliformes Totales	Sustrato definido (NMP)	8920	NMP/ 100 mL	No cumple
Escherichia Coli	Sustrato definido (NMP)	1880	NMP/ 100 mL	No cumple

Se hace uso de uno de los instrumentos básicos para la medición del riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de la calidad del agua para consumo humano.

ÍNDICE DE RIESGO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO – IRCA

Se asigna el puntaje de riesgo contemplado en el cuadro N°6 del artículo 13°, capítulo IV de la Resolución 2115 de 2007.

➤ CÁLCULO DEL IRCA

Cálculo del IRCA por muestra:

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{\sum \text{puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\sum \text{puntajes de riesgo asignados a todas las características analizadas}} \times 100$$

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{22.5}{100} \times 100$$

$$\text{IRCA (\%)} = 22.5$$

El IRCA resulta entre los 14.1 – 35 en la clasificación con nivel de riesgo medio por muestra según el cuadro N°7 del artículo 15° de la resolución 2115 de 2007.

CONSIDERACIONES

Los análisis de calidad de agua se hicieron bajo los parámetros físicos, químicos y microbiológicos básicos comprendidos por la resolución 2115, donde se obtiene un porcentaje del índice de riesgo de la calidad del agua (IRCA) importante, con este se deduce que de ser realizados los muestreo en la frecuencia que rige la normativa, las acciones a tomar caerían en manos de la entidad prestadora de servicios calificando el agua como no apta para consumo humano.

Se resalta la condición de la fuente de abastecimiento de sufrir por fenómenos meteorológicos (medio de recarga) posibles arrastres de sedimentos, plaguicidas y otras sustancias químicas caracterizadas como cancerígenas, mutagénicas y teratogénicas por el Ministerio de Salud y

Protección Social, provenientes de actividades cercanas a la zona, situación presentada como vulnerabilidad de la fuente, por lo que se considera realizar un análisis de agua completo, con la caracterización de plaguicidas.

Ahora bien, los parámetros microbiológicos entregados por el laboratorio fueron realizados por el método de Sustrato definido (NMP) con Unidades de NMP/ 100 mL. El resultado en estas unidades es presentado en el Decreto 1594 de 1984, siendo permisibles, con la observación de los resultados de la Escherichia Coli próximos al límite establecido. Por ser un indicador preciso, y al no poder realizar el análisis con información actualizada, se propone llevar a cabo un nuevo análisis microbiológico y/o bacteriológico para poder analizar el parámetro con la normativa legal vigente, resaltando la presencia de estos con la metodología mencionada.

Además, según el numeral 9.6 de Título J del RAS, de la no aceptabilidad del agua que estas características físicas producen en los consumidores, está el riesgo de la contaminación microbiológica por parásitos, bacterias o virus patógenos que se protegen en esas partículas en suspensión. Mencionando que dentro de la fuente de abastecimiento se presentan otros riesgos asociados a la presencia de obras y/o actividades humanas y la no existencia de la protección de la misma permitiendo el ingreso de animales.

Finalmente, el parágrafo 2 del artículo 30 de la R-799 o en su defecto el artículo 107 de la R-330 modificado, establece que, en el caso en que se utilice como fuente de agua un cuerpo de agua léntico, deberá complementarse la medición con estudio algal.

8.1.1.2.3 Línea de Conducción

A diferencia de la aducción, la conducción no presenta daños severos visibles y está compuesta por una tubería de PVC RED de 3", una estación de bombeo, ventosas de 2" de diámetro y

anclajes. En algunos tramos de la línea de aducción, la tubería es visible, propensa a daños por acciones humanas o generados por la exposición al medio.

Se desconoce si en los 980 metros lineales de la tubería de conducción impulsión no visibles se presenta desgaste y/o roturas. La figura 15 es una cámara de inspección donde que presenta daños visibles y no contiene ningún tipo de accesorio, según la información suministrada debería estar instalada una válvula ventosa.

Las líneas de aducción y conducción no cuentan con sistema de macromedición.



Figura 17 cámara de inspección



Figura 16 Tubería de conducción

8.1.1.2.4 Estación de Bombeo

El sistema de bombeo funciona de manera intermitente, por un periodo de diez a doce horas cuando el agua se distribuye a la comunidad, la electrobomba de caudal tiene una potencia de 12

Hp y el motor 10 Hp, el sistema para ser eficiente requiere una electrobomba con las mismas características, pero de Presión.

En el diseño inicial se implementaron dos bombas de 3" de diámetro, actualmente solo existe una de 2" de diámetro con las conexiones de la línea de succión e impulsión de 3" de diámetro, lo que podría implicar la generación de deficiencias, problemática que también se presenta en el sistema de aducción. La bomba presenta deterioro por uso y no cuenta con la capacidad necesaria y/o requerida en el sistema.



Figura 18 Estación de bombeo

8.1.1.2.5 Almacenamiento

El almacenamiento del sistema cuenta con dos tipos de tanque, uno enterrado y otro de tipo superficial; el primero se considera tanque de succión por la presencia de bombas que se encargan de llevar el agua tratada hacia el segundo tanque con capacidad de 115 metros cúbicos,

que se ubica en una altura de 207 msnm para generar la presión necesaria en la distribución a la comunidad mediante gravedad.

No se presenta información de acciones de rehabilitación o mantenimiento, la limpieza a estos se realiza de manera semestral, en cuanto a su infraestructura el tanque enterrado presenta dificultad en el monitoreo y el control de posibles filtraciones, mientras que el tanque a nivel del suelo, presenta exfiltraciones y humedad en la zona de rebose a causa de fisuras allí presentes, ver figura 12, también, se evidencia obstrucción en los tubos de ventilación, se desconoce si estuvieron cumpliendo su función desde su construcción.



Figura 20 Tanque La Victoria



Figura 19 Tubería de llenado y descarga del tanque

8.1.1.2.6 Redes de Distribución

La distribución del sistema está compuesta por tubería PVC, RDE 32,5 con las siguientes longitudes y accesorios:

- 10 ml de 4”,
- 1.550 ml de 3”,
- 2.000 ml de 2” y
- Una válvula

La válvula se encuentra entre la salida del tanque de almacenamiento y el corregimiento de la victoria. La red fue proyectada para la instalación de 240 acometidas de PVC 1/2” y longitud de 8 metros.

Así como en la conducción, en algunos tramos de la red de distribución, la tubería es visible, propensa a daños por acciones humanas o generados por la exposición al medio. No se tiene conocimiento de la presencia de desgaste, obstrucción, rotura y/o fugas en la tubería; se han presentado daños por acciones antrópicas con reparaciones menores.

8.1.1.2.7 Micromedición y Continuidad

Los consumos de agua no son medidos, no se cuenta con micromedidores o sistema para la medición del volumen total distribuido, adicionando a ello la existencia de conexiones no autorizadas hace compleja dicha medición.

El suministro se realiza periódicamente (tres veces en la semana) los días de servicio son conocidos por la comunidad, se asume la modalidad por costos asociados a la operación.

8.1.1.2.8 Gestión Organizacional

La empresa Aguas de Morroa es el ente encargado del suministro de agua a la comunidad de Morroa, la institución inició sus actividades en el año 2008 y se ubica en la cabecera municipal, identificada con NIT: 900230374-0 como una empresa prestadora de servicios públicos domiciliarios pública. El suministro de agua es de forma colectiva.

- **Costos**

Dentro del manejo de costos, realiza la recuperación con tarifas fijas y definidas por el suministro. El recaudo se recibe por estratos como se indica en la tabla 5 con periodicidad mensual.

Tabla 7 Sectorización de recaudo

ESTRATO O SECTOR	TARIFA ANTES DE SUBSIDIO (PESOS)	SUBSIDIO OTORGADO	TARIFA APLICADO SUBSIDIO (PESOS)
Estrato 1	21.549	70%	9.700
Estrato 2	21.549	40%	18,689
Estrato 3	21.549	15%	27.369
Zona rural (No se factura Alcantarillado)			6.495

Fuente: Aguas de Morroa S.A E.S.P

En la zona rural solo se reciben pagos por parte de los corregimientos de Bremen, El Recreo, Las Flores y Sabanas de Cali, a algunos de los restantes incluyendo el corregimiento de Tumbatoro, se envía recibo de cobro, pero los habitantes no realizan el pago.

Aguas de Morroa conserva un libro de ingresos y egresos al día (libro de costos, gastos y recaudo) y cuenta con fondos disponibles; sin embargo, estos no son suficientes para suplir cualquier necesidad que se presente en materia de insumos. En base a los recaudos menos del 50% de las viviendas conectadas (3320) pagan el servicio.

- **Personal**

En el sistema de acueducto de Tumbatoro labora un operario, hace aproximadamente 1 año ingresó para realizar las operaciones y mantenimiento necesarios para su funcionamiento. El personal no cuenta con certificado para sus labores. Existe un reglamento para la prestación del servicio; sin embargo, este se aplica de forma parcial.



8.1.2 Identificación de Escenarios de Riesgo Basados en el Formato de Diagnóstico del Suministro de Agua para Consumo Humano y Doméstico en Zonas Rurales

Tabla 8 Escenarios de riesgo

Persona que diligencia	Gabrielle Amaya Arroyo
Identificación de escenarios de riesgo en la fuente abastecedora	
Si se abastece de agua superficial: ¿Ha identificado algunas acciones u obras que puedan afectar la calidad del agua de la fuente?	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO ¿Cuál? Ingreso de animales, construcción de viviendas en zonas aledañas
¿Existe alguno de estas amenazas de contaminación del agua por presencia de actividad agrícola y/o ganadera cerca a la fuente de abastecimiento?	<input type="checkbox"/> Pastoreo de animales (a menos de 10 metros) <input checked="" type="checkbox"/> Uso de fertilizante y/o pesticidas <input type="checkbox"/> Otro ¿Cuál?
Identificación de escenarios de riesgo en la captación	
¿Cómo es la funcionalidad del sistema de bombeo?	<input type="checkbox"/> Es permanente <input checked="" type="checkbox"/> Es intermitente <input type="checkbox"/> Es eventual ¿Por qué?
En el caso de emplear sistema de bombeo, ¿presenta daños o averías?	<input type="checkbox"/> No hay daños o averías <input checked="" type="checkbox"/> Deterioro por uso <input checked="" type="checkbox"/> Daños Visibles <input type="checkbox"/> Los daños comprometen el funcionamiento
¿La antigüedad de la infraestructura de captación puede generar peligro al sistema?	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO ¿Por qué? Porque no se le han realizado acciones de reparación y/o mantenimiento
Identificación de escenarios de riesgo en la aducción y conducción	
¿La línea de conducción, incluida la aducción, tiene antecedentes de daños por cambio de las condiciones naturales de la fuente?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO ¿Cuál?
¿Tiene conocimiento acerca de la presencia de alguna de las siguientes situaciones en la conducción (Aducción / Conducción)?	<input type="checkbox"/> Obstrucción <input checked="" type="checkbox"/> Fuga <input type="checkbox"/> Abrasión <input type="checkbox"/> Rotura <input checked="" type="checkbox"/> Desgaste <input type="checkbox"/> Aplastamiento <input checked="" type="checkbox"/> Corrosión <input type="checkbox"/> Otro

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

AMBIENTAL Y SANITARIA

¿La antigüedad de la infraestructura puede generar falla a la línea de aducción/ conducción?

SI NO

¿Por qué? Parte de la tubería se encuentra en malas condiciones

Identificación de escenarios de riesgo en el tratamiento

¿Se han identificado algunos de estos problemas que puedan ocasionar escenarios de riesgo en el tratamiento del agua del sistema?

- Variabilidad en la calidad del agua de la fuente
- Deterioro de la infraestructura
- Funcionamiento inadecuado o daño en los equipos del sistema
- Falta de acceso a las sustancias químicas para tratar el agua
- Falta de equipos de protección y seguridad para quienes manejan los químicos del tratamiento
- Deficiencias en el diseño de la infraestructura o equipos de tratamiento

¿La infraestructura de tratamiento de agua presenta daños o averías?

- No hay daños
- Deterioro por uso
- Daños visibles
- Los daños comprometen el funcionamiento

¿El estado de higiene y mantenimiento del tratamiento puede generar riesgo para el sistema?

SI NO

¿Cómo?
Contaminación del agua y deterioro de la infraestructura

¿El almacenamiento de las sustancias químicas usadas en el tratamiento del agua puede generar riesgos?

SI NO

¿Cómo?

¿La antigüedad de la infraestructura puede generar riesgo al sistema de tratamiento?

SI NO

¿Por qué?
Se pueden presentar daños en la infraestructura y la discontinuidad de la prestación del servicio

Identificación de escenarios de riesgo del almacenamiento

¿Ha identificado alguno de los siguientes problemas en el almacenamiento?

- Daños en la infraestructura u obra
- Ausencia o daño en las cubiertas

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

	<input checked="" type="checkbox"/> Condiciones inadecuadas de aseo en el almacenamiento <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de mantenimiento inadecuadas
¿El almacenamiento se encuentra aislado de focos de contaminación?	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Cerca al almacenamiento existen amenazas por presencia de:	<input type="checkbox"/> Descargas de aguas residuales <input type="checkbox"/> Descarga de basuras o residuos sólidos <input checked="" type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> Ninguno
¿La infraestructura de almacenamiento de agua presenta daños o averías?	<input type="checkbox"/> No hay daños <input checked="" type="checkbox"/> Deterioro por uso <input checked="" type="checkbox"/> Daños visibles <input type="checkbox"/> Los daños comprometen el funcionamiento
¿El estado de higiene y mantenimiento del almacenamiento puede generar riesgo para el sistema?	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
¿Faltan partes o piezas en el almacenamiento de agua?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
¿Considera que los materiales de construcción empleados en el almacenamiento pueden causar fallas o contaminación del agua?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO ¿cuáles? <input type="checkbox"/> Infiltraciones <input type="checkbox"/> Fuga <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Otro
¿La antigüedad de la infraestructura puede generar riesgo al sistema?	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Identificación de escenarios de riesgo en la distribución (por red)	
¿Tiene conocimiento acerca de la presencia de alguna de las siguientes situaciones en la distribución?	<input type="checkbox"/> Obstrucción <input type="checkbox"/> Fuga <input type="checkbox"/> Desgaste <input type="checkbox"/> Rotura <input type="checkbox"/> Corrosión <input checked="" type="checkbox"/> Ninguno
¿La antigüedad de la infraestructura puede generar fallas en la red de distribución?	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

8.1.3 Dotación para el Corregimiento de Tumbatoro y las Veredas La Victoria y El Tolima

Para complementar el análisis del diagnóstico y determinar la capacidad real del sistema se realiza una estimación de la dotación para el corregimiento y las veredas a las que abastece el sistema de acueducto, se hace uso de la Resolución 330 y del Título B de la norma RAS 2000.

- Proyección de la población. Ver anexo 5
- Dotación neta

La dotación neta corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un suscriptor o de un habitante, dependiendo de la forma de proyección de la demanda de agua, sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto. La dotación neta por habitante se establece en el artículo 43 de la R-330, tabla 1, para el acueducto se tomó 140 l/hab*día de acuerdo a la latitud de la población.

Tabla 1. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida.

Tabla 9 Dotación Neta

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB*DÍA)
> 2000 m.s.n.m	120
1000 – 2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m	140

➤ Dotación bruta

De acuerdo con el artículo 44 de la Resolución 0330, la dotación bruta para el diseño de cada uno de los elementos que conforman un sistema de acueducto, indistintamente del nivel de complejidad, se debe calcular teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$D. bruta = \frac{d_{neta}}{1 - \%p}$$

Donde:

D.bruta: dotación bruta

dneta: dotación neta

%p: pérdidas máximas admisibles

El porcentaje de pérdidas máximas admisibles no deberá superar el 25%.

$$D. bruta = \frac{140 \text{ l/habxdía}}{1 - 0.25}$$

$$D. bruta = 186,66 \text{ l/habxdía}$$

➤ Caudal medio diario

El caudal medio diario, Qmd, es el caudal calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada. Corresponde al promedio de los consumos diarios en un período de un año y puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

La dotación bruta debe estar dada en L/hab•día.

$$Qmd = \frac{p * d_{bruta}}{86400}$$

Donde:

Qmd: caudal medio diario

dbruta: dotación bruta, dada en L/hab•día.

$$Qmd = \frac{946 \text{ hab} \times 187 \text{ l/habxdía}}{86400 \text{ sg/día}}$$

$$Qmd = 2,04 \text{ l/sg}$$

➤ Caudal máximo diario

El caudal máximo diario, QMD, corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas a lo largo de un período de un año.

Para el cálculo del caudal máximo diario correspondiente a las proyecciones de población, se debe tener en cuenta la siguiente ecuación:

$$QMD = Qmd \times k_1$$

Donde:

QMD: caudal máximo diario

Qmd: caudal medio diario

k₁ : coeficiente de consumo máximo diario

N. Hab < ó = 12500 habitantes Factor k₁ < ó = a 1,3

$$QMD = 2,04 \text{ l/sg} \times 1,3$$

$$QMD = 2,65 \text{ l/sg}$$

➤ Caudal máximo horario

El caudal máximo horario, QMH, corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio

Para el cálculo del caudal máximo horario en aquellos casos en que se utilice la proyección de población, se debe tener en cuenta lo establecido en el literal B.2.8.2.3.

$$QMH = QMD \times k_2$$

Donde:

QMH: caudal máximo horario

Qmd: caudal medio diario

K2: coeficiente de consumo máximo horario

N. Hab < ó = 12500 habitantes Factor $k_2 < ó = a 1,6$

$$QMH = 2,65 \text{ l/sg} \times 1,6$$

$$QMH = 4,24$$



8.1.4 Levantamiento Planimétrico y Altimétrico de la Red de Acueducto

Se realiza un recorrido de la Red de distribución, y se tomaron alturas y coordenadas de cada punto sobre la red para trazar el perfil en un plano, el levantamiento se hizo utilizando un GPS y cinta métrica, los datos levantados en campo fueron dibujados con el software de diseño AutoCAD para la representación del perfil.

Se constató el material y las pulgadas de la línea de conducción y la Red en las vías de:

- Tumbatoro- La Victoria,
- La Victoria y
- Tumbatoro- El Tolima

Se especifica en cada figura los puntos más relevantes como lo son el tanque de almacenamiento La Victoria, la estación de bombeo y la fuente de abastecimiento. Se resalta que para estos y otros puntos tenidos en cuenta en el recorrido de la línea de aducción se presentan las alturas en la tabla 9, las distancias consideradas para cada punto son entre los 20 y 30 metros, a excepción de la vía La Victoria y la entrada al Tanque de almacenamiento con una distancia de 20 m y desde el punto de cerramiento del Tanque de almacenamiento con la base del mismo con una distancia de 10 m.



Figura 21 GPS

Tabla 10 Datos GPS Línea de aducción

Datos GPS			
COORDENADA X	COORDENADA Y	ALTURA	OBSERVACIÓN
1528099	858945	131	Estación de bombeo
1528046	858910	138	Conducción
1528037	858863	142	Conducción
1528020	858819	139	Conducción
1527997	858756	132	Conducción
1527985	858721	127	Conducción
1527957	858623	141	Represa de pesca
1527960	858549	146	Caja de inspección
1527960	858529	147	Vía Tumbatoro- La Victoria
1527877	858516	150	Vía Tumbatoro- La Victoria
1527797	858502	150	Vía Tumbatoro- La Victoria
1527745	858507	151	Alcantarilla sobre vía
1527591	858490	157	Vía Tumbatoro- La Victoria
1527506	858524	155	Vía Tumbatoro- La Victoria
1527427	858551	153	Vía Tumbatoro- La Victoria
1527354	858584	154	Vía Tumbatoro- La Victoria
1527264	858690	161	Vía Tumbatoro- La Victoria
1527178	858810	162	Vía Tumbatoro- La Victoria
1527118	858929	165	Vía Tumbatoro- La Victoria
1527050	859003	178	Vía Tumbatoro- La Victoria
1527039	859046	183	Alcantarilla sobre vía
1527988	859101	190	Vía Tumbatoro- La Victoria
1527961	859135	193	Vía Tumbatoro- La Victoria
1527967	859183	202	Entrada Tanque La Victoria
1527948	859191	205	Base Tanque La Victoria
1527948	859191	207	Loza superior Tanque La Victoria

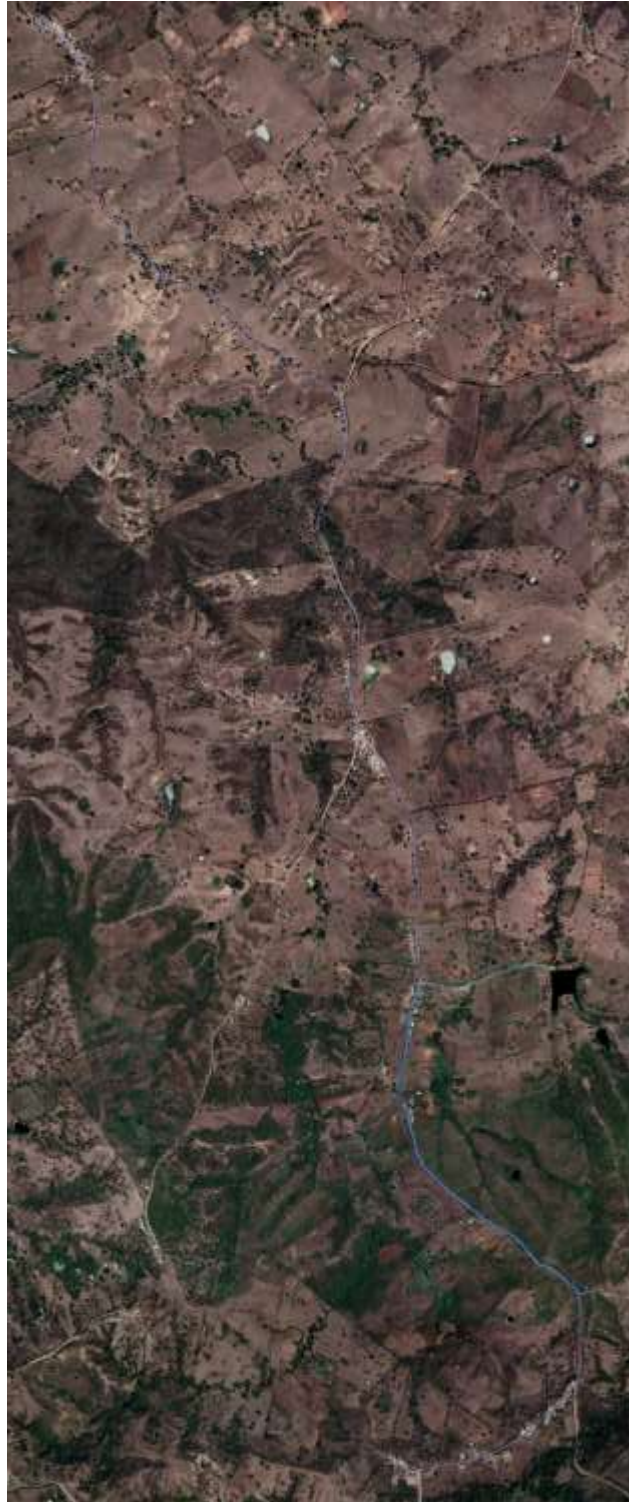


Figura 22 Imagen satelital, dibujo de Red

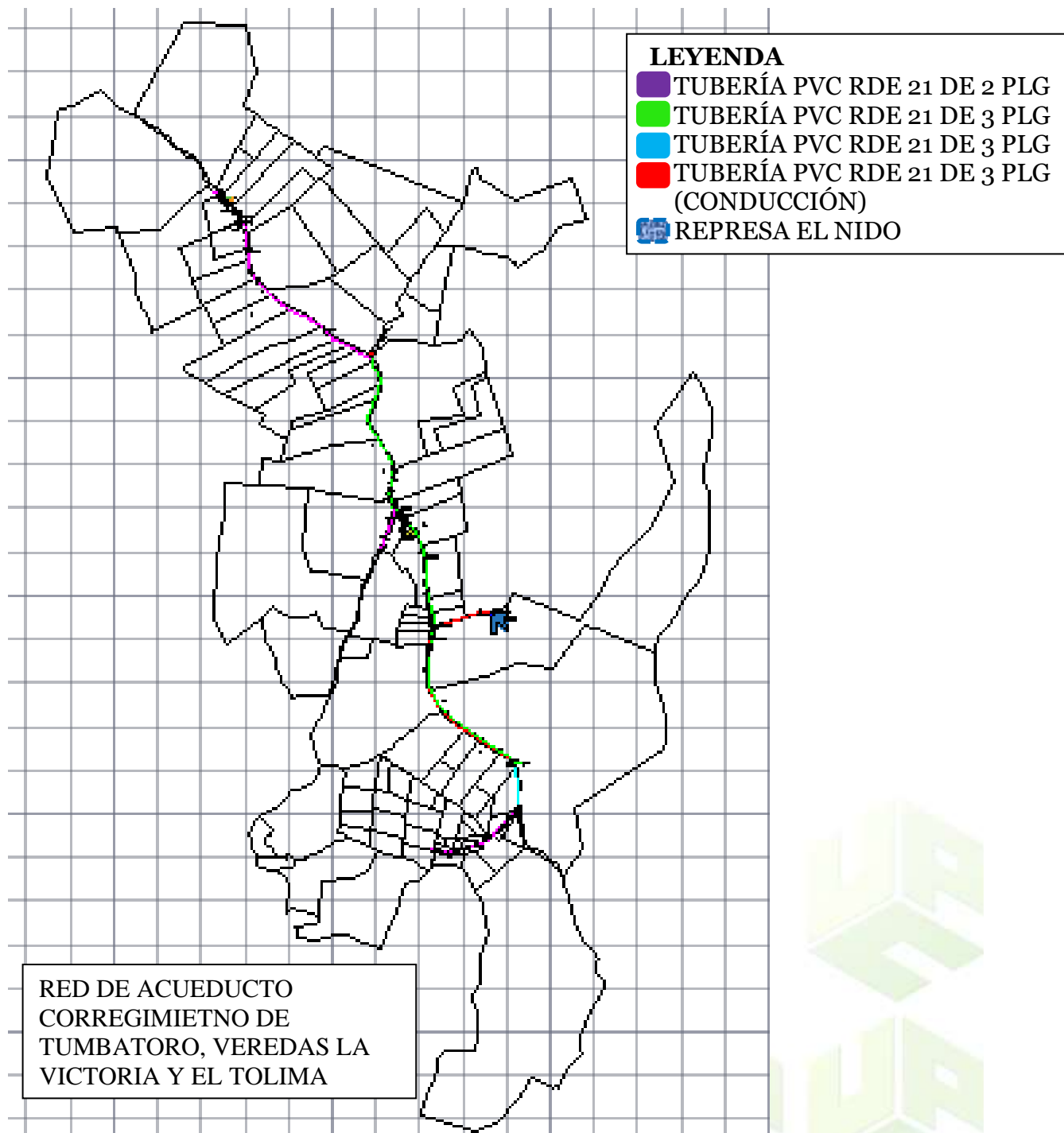
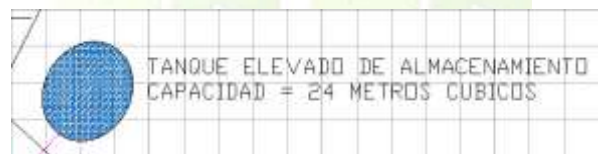
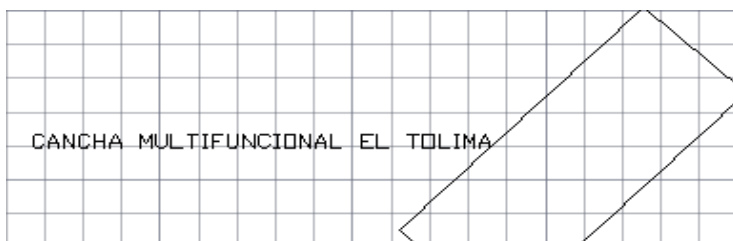
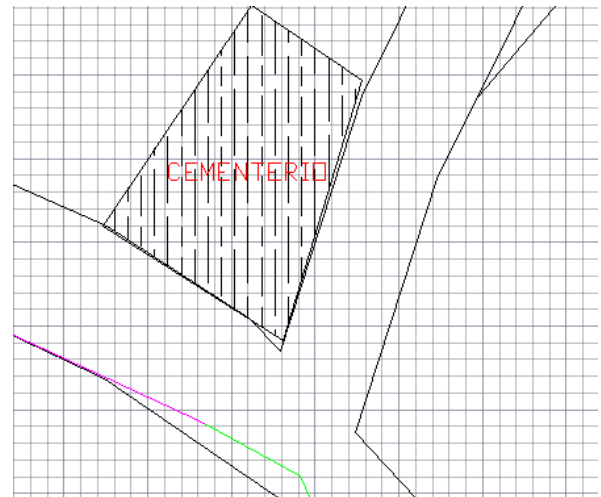
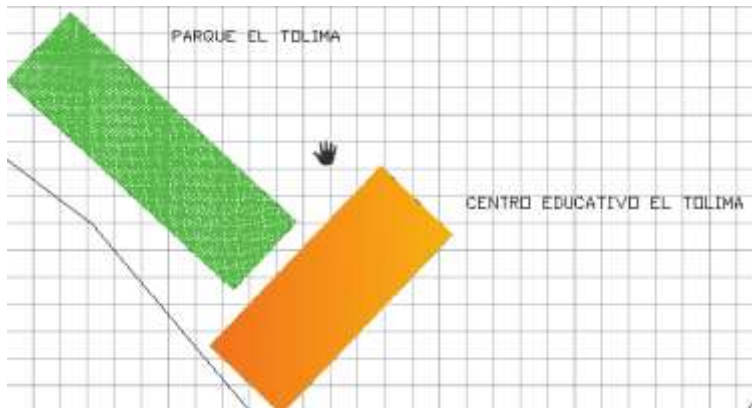
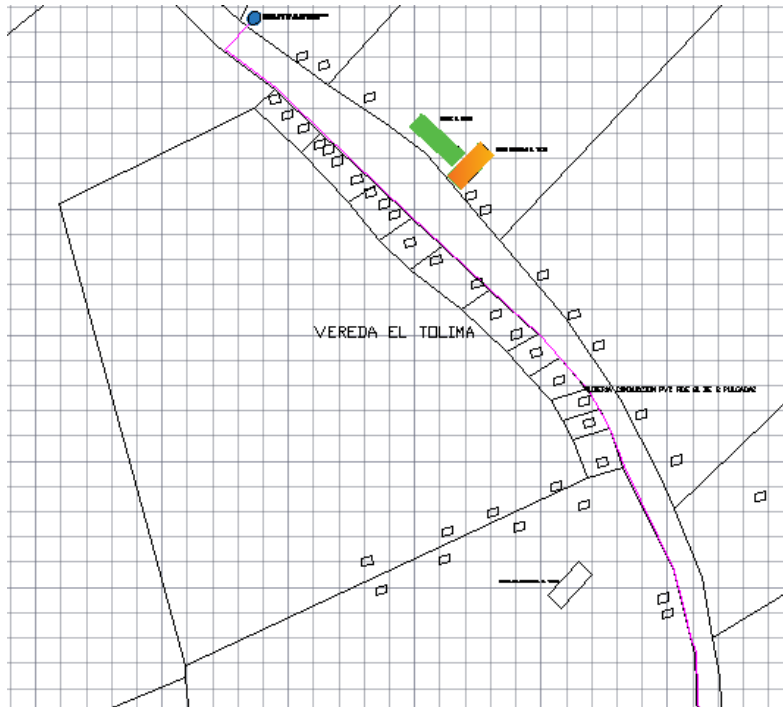
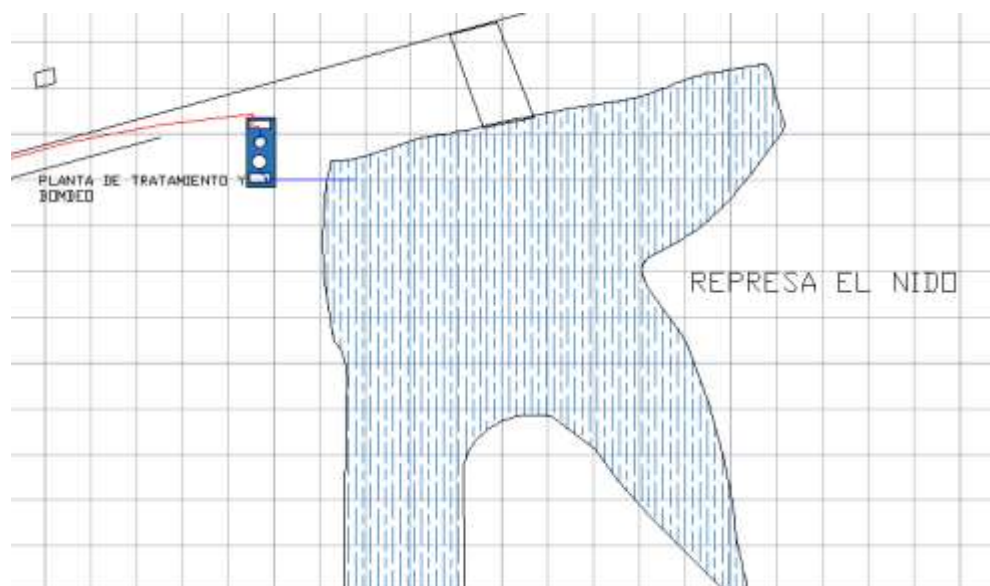
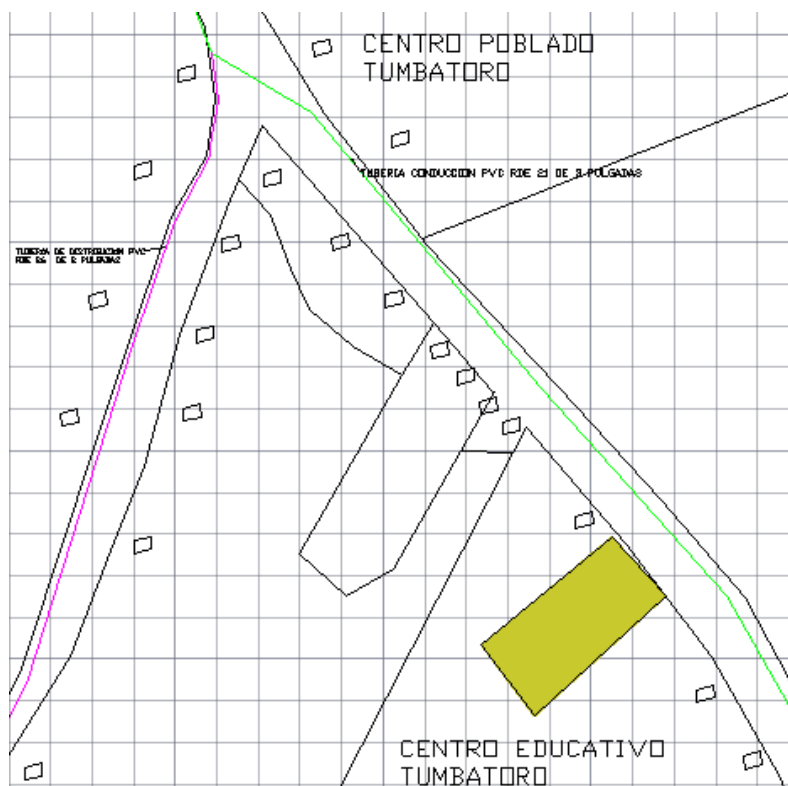


Figura 23 Redes de acueducto

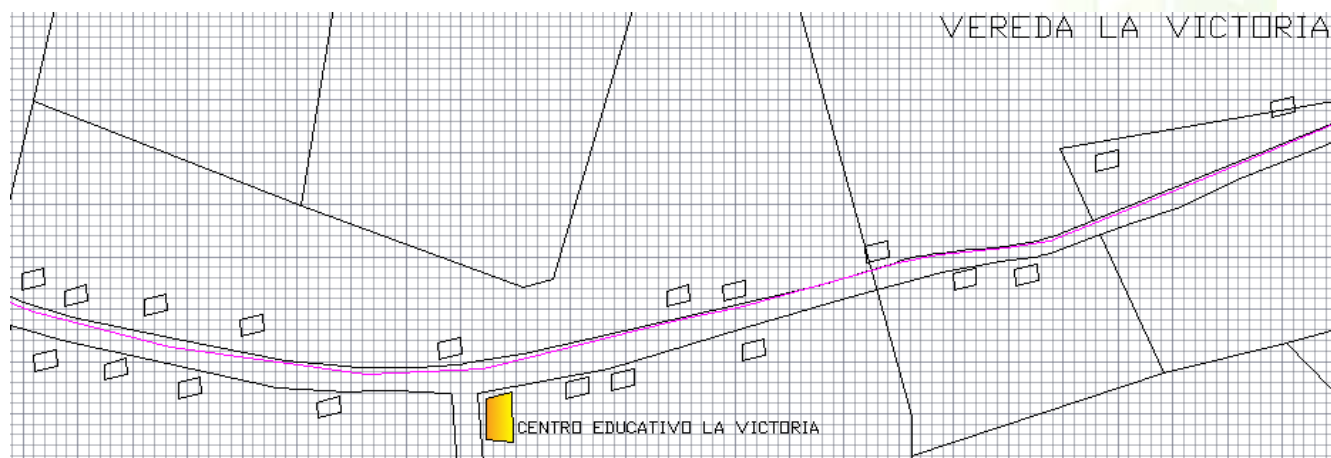
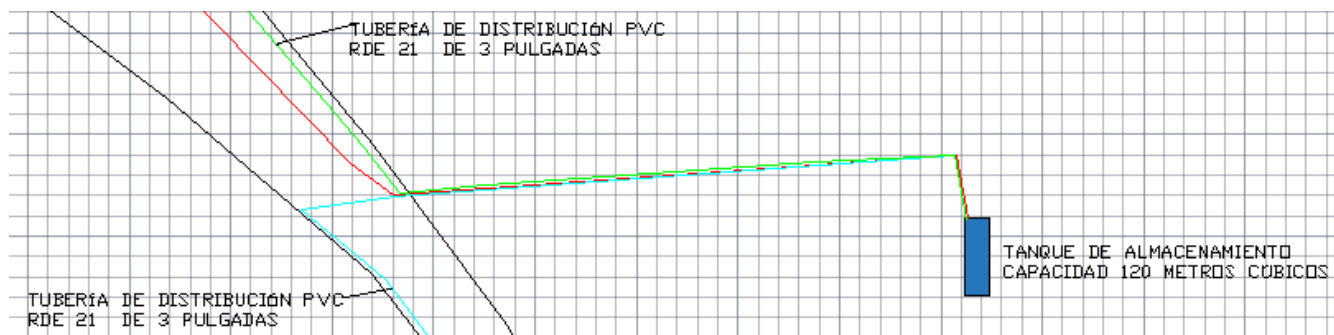
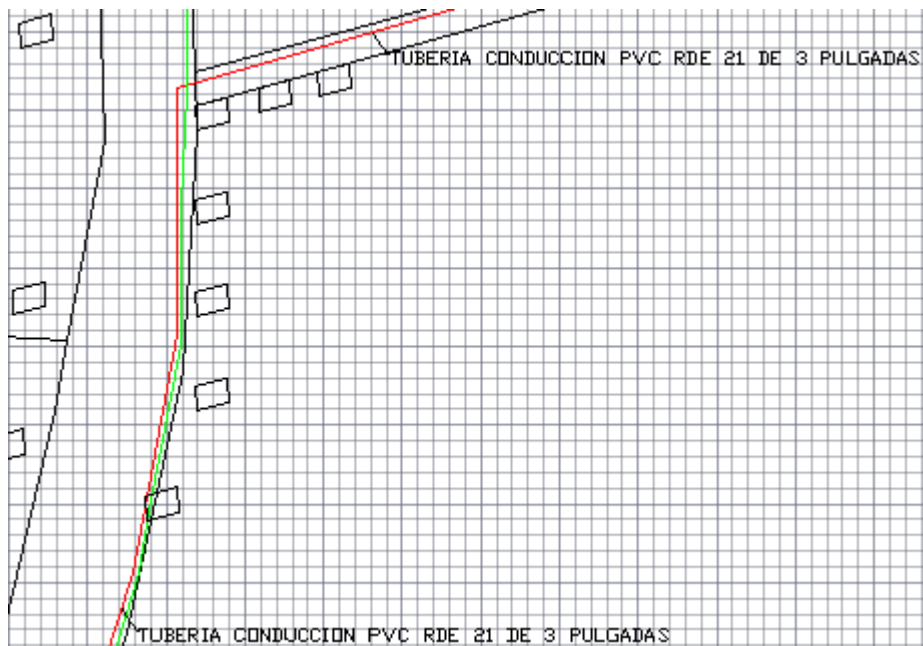
Centro poblado, vereda El Tolima



Centro poblado, corregimiento de Tumbatoro.



Centro poblado, vereda La Victoria.



8.2 Fase II: Propuestas de Alternativas de Sistemas de Tratamiento de Aguas Adecuados como Planteamiento de Mejoras en la Prestación del Servicio del Acueducto Rural de Tumbatoro y las Veredas La Victoria y El Tolima.

8.2.1 *Recolección de Información Primaria y Secundaria*

En la búsqueda de la información se presentaron limitaciones en la documentación presente en la empresa, gran parte de información relacionada al clima, topografía y el corregimiento en general provienen de documentos externos como el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y personal entrevistado, para la información del sistema con sus componentes se contó con la Licencia Ambiental del proyecto inicial del año 2009.

8.2.2 *Observaciones de la Infraestructura y Operación del Sistema*

Acorde al análisis e interpretación de los resultados de la fase preliminar y la fase diagnóstico se plantean mejoras y/o alternativas para el sistema en su constitución de infraestructura y operación.

8.2.2.1 Estructura del Sistema

8.2.2.1.1 *Captación y línea de aducción*

◦ *Captación*

El diseño garantiza la protección y estabilidad de la captación, sin embargo, su localización no es de fácil acceso imposibilitando los monitoreos y/o reparaciones.

La captación no cuenta con elementos que eviten el ingreso del material flotante, estos pueden generar daños a la infraestructura, por lo que se pueden diseñar e implementar en apocas de verano cuando los niveles de agua estén bajos, alternativas como:

- Los dispositivos de rejillas y cribado necesarios para evitar el ingreso de objetos gruesos,
 - Pantallas para limitar el ingreso de material flotante,
 - Filtro de toma de acuerdo a análisis de agua que se realicen en la fuente de abastecimiento o bien,
 - Implementar la captación o el filtro sobre una estructura flotante anclada al fondo o a una de las orillas como lo indica el Ítem 4.3.1.3 y el 4.5.3.3.
- ***Aducción***

La tubería presenta desgaste, oxidación y corrosión. Son necesarios mantenimientos como la remoción con cepillos metálicos para las superficies que contengan oxido y realizarse cuando estos se presenten nuevamente, o bien realizar mantenimiento preventivo aplicando sobre la tubería pintura o haciendo uso de un recubrimiento especializado. En cuanto a la tubería de impulsión en material PVC, localizado al pasar la bomba de succión se requiere cambio debido a que presenta deterioro, fugas, entre otros factores que pueden ocasionar rotura del material y la contaminación del agua. Se sugiere que para las tuberías de este tipo o de tipo polipropileno se proteja con pintura u otro material que lo proteja de la exposición al medio y a los rayos solares.

Los cálculos de la aducción no sobrepasan la velocidad mínima de 0.5 m/s requerida por la normativa. El cambio de la tubería de 3 pulgadas a una de 2 pulgadas o el aumento del caudal a más de 9 l/s, teóricamente son la solución para cumplir el requisito.

Con el funcionamiento de una única Electrobomba, objeto que presenta desgaste y severas averías en su constitución eléctrica y de soporte, como se evidencia en la sección 9.2.1. Se recomienda sustituirla por una de 3 pulgadas con mayor capacidad teniendo en cuenta que las tuberías de succión e impulsión tienen esas medidas.

La electrobomba fuera de funcionamiento se debe sustituir, o en su defecto reacondicionar para un trabajo eficaz y evitar que se presenten pérdidas de carga.

La caseta sobre la cual se ejerce la presión del soporte de la electrobomba, presenta daños y signos de deterioro en concreto y mampostería, estos deben tener reparaciones, también se recomienda establecer un soporte adecuado para el sistema de bombeo.

8.2.2.1.2 Tratamiento de agua potable

La tratabilidad del agua dentro del diagnóstico se consideró obsoleta y se ratifica en los resultados del análisis de agua, donde los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos de Hierro Total, Turbiedad, Color Real no cumplen con la normativa legal vigente, la infraestructura no es apta para las condiciones iniciales de la fuente de abastecimiento y/o las condiciones generales de la zona donde se encuentra, esta presenta exfiltración, desgaste e ineficiencia en sus procesos de aireación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección, teniendo presente los pocos años de construcción cuando su diseño se proyecta de 25 a 30 años.

8.2.2.1.3 Conducción

Actualmente la tubería no presenta desgaste o fuga, se sugiere realizar mantenimiento preventivo aplicando sobre la tubería expuesta pintura o un recubrimiento especializado o realizando el debido cubrimiento en el terreno.

También; según el artículo 56 de la Resolución 799 de 2021, contemplar el diseño de los sitios de salida para mediciones piezométricas y de caudal, los cuales pueden ser de uso permanente, o intermitente; deben localizarse al comienzo y al final de las líneas de conducción y/o aducción y en intervalos de máximo 1.500 m cuando la longitud de la tubería sea mayor que 2.000 m, antes y después de las válvulas y después de cada derivación de la conducción.

8.2.2.1.4 Estación de bombeo

El sistema de bombeo de la conducción tuvo un cambio del motor, cambio que genera mayor tiempo de empleo para llenar el tanque de almacenamiento, en el caudal calculado para el tanque de La Victoria se evidencia un caudal de 1,774 l/sg, valor cercano al mínimo establecido por la normativa, se deduce una capacidad de operatividad menor en el bombeo o la existencia de conexiones ilegales en el tramo de la tubería desde la caseta hasta el tanque de almacenamiento ubicado a casi 2 km de distancia.

Para dar cumplimiento a la norma y al caudal de diseño de 5 l/sg, resultante del caudal máximo diario por el factor de horas de bombeo, corresponde a la empresa el cambio del sistema de bombeo, por lo que se realizó la revisión de diversas bibliografías y normas considerando:

- Una bomba centrífuga horizontal de fácil operatividad y apropiada para el medio rural, según estudios son las más apropiadas para pequeñas instalaciones como las existentes en el medio rural.
- Motor eléctrico en conformidad con el sistema eléctrico monofásico de 220v.

- Operatividad de más de 7 HP para cumplir con la potencia requerida, resaltando una consideración en la variación de altura de 80 m.

Para el funcionamiento de la estación de bombeo se cuenta con la conexión directa a la red de energía eléctrica, la cual presenta variaciones en el voltaje que emite posibilitando daños. Se considera seguir lo establecido en el código eléctrico colombiano (NTC 2050) la protección de los circuitos eléctricos, protección contra sobre recargas, conductores y asilamiento, y la norma técnica NTC 1483 para la protección contra incendios.

Se recomienda seguir los lineamientos de las labores de mantenimiento preventivo en los equipos de bombeo según el numeral 8.9.3. del Título B RAS.

- Como actividad diaria debe realizarse una inspección general a los equipos de bombeo, el tablero de control y los niveles del agua. De igual forma, debe prestarse especial atención a las condiciones de operación, tales como cantidad de ruido y vibración.
- Con una frecuencia de un mes como mínimo, debe realizarse limpieza de los equipos de bombeo, verificación de la calidad del aceite de los motores y de las instalaciones eléctricas.
- Con una frecuencia de una vez cada año, o menor, debe realizarse alineación de los motores de las bombas y verificación del estado de las protecciones eléctricas.

8.2.2.1.5 Almacenamiento

La estructura del tanque presenta daños y signos de deterioro en concreto y mampostería, estos deben tener reparaciones, la construcción debe estar sujeta a las presiones ejercidas por el agua, se desconoce si la infraestructura es vulnerable a la deformación del suelo por problemas topográficos y/o geológicos.

También, la ventilación de la cual se desconoce si estuvo en funcionamiento al momento de la construcción del tanque, debe repararse o modificarse de acuerdo al numeral 9.7.2 del Título B RAS “Los tanques de almacenamiento y/o compensación deben tener ductos de ventilación que permitan la entrada y salida del aire. Los ductos de ventilación deben estar acompañados con mallas de 5 mm para evitar la entrada de insectos”.

El caudal de entrada a los tanques de almacenamiento presentando un periodo de bombeo inferior a las 24 horas, corresponde al caudal medio diario (Qmd) multiplicado por un factor igual que 24 horas dividido por el número de horas efectivas de bombeo. Actualmente el caudal de llenado se encuentra por debajo de 2,5 l/s incumpliendo el requisito técnico.

El almacenamiento del sistema cuenta con facilidad de acceso para la realización de labores de limpieza, sin embargo, el tanque superficial ubicado en la vereda La Victoria no cuenta con ningún tipo de vigilancia o cerramiento, adicional a eso se sugiere realizar limpieza en la zona de acceso, siendo ya difícil por la deformación del suelo causado por problemas geológicos y/o topográficos.

8.2.2.1.6 Red de distribución

El estado de la red, visiblemente presenta buenas condiciones, algunas zonas en las vías de Tumbatoro- La Victoria, La Victoria y Tumbatoro- El Tolima se encuentra expuestas, siendo propensas a que diversos factores puedan ocasionar el desgaste, la rotura del material y la contaminación del agua. Se sugiere que para las tuberías de este tipo o de tipo polipropileno se cubra con pintura u otro material que lo proteja de la exposición al medio y a los rayos solares, o bien hacer el debido cubrimiento, estableciendo las profundidades como lo dicta el artículo 60 de la R-799. Profundidades máximas y mínimas para la instalación de tuberías, se debe cumplir con lo establecido en la tabla.

Tabla 11 Profundidades mínimas a cota clave de la tubería

SERVIDUMBRE	PROFUNDIDAD A LA CLAVE DE LA TUBERÍA (M)	
	Zona Urbana	Zona rural
Vías peatonales o zonas verdes o agrícolas	0,60	1,00
Vías vehiculares	1,00	1,00

Dentro de la Red no se presenta control de perdidas, fugas y demás factores que puedan generar una mala operación del sistema. Se recomienda elaborar una metodología para el control de pérdidas en la red.

8.2.2.1.7 Macromedición y continuidad

La medición del caudal en las aducciones y conducciones es de vital importancia operativa, además sirve para la evaluación y el control de las pérdidas técnicas y el desperdicio de agua entre otros factores según numeral 6.7.8.2 Título B RAS.

El no contar con macro y micro medición en el sistema, no permite localizar pérdidas del sistema, facilitar reparaciones y controlar los consumos de los usuarios.

El artículo 19 de la R-799. Mediciones de caudal, estima que la medición debe hacerse como mínimo en los siguientes puntos:

- a. En la entrada de las plantas de tratamiento, por cada una de las fuentes.
- b. En la salida de sistemas de bombeo, superficial o pozo profundo.
- c. En la salida de las plantas de tratamiento.
- d. En la red de abastecimiento, en la entrada a los sectores hidráulicos.

Por lo que, se recomienda según Parágrafo 4°, diseñar e implementar en la entrada de agua cruda a la planta de tratamiento y en la salida del agua tratada en tanque de almacenamiento La Victoria macromedidores como:

- Vertederos de placa fina triangulares o rectangulares, estos son de fácil elaboración por su diseño simple, representando economía en construcción, pero no en operación y mantenimiento.
- Medidores de tipo proporcional o de derivación que, según investigaciones realizadas en la universidad tecnológica de Pereira es una alternativa tecnológica y confiable para pequeñas localidades y/o zonas rurales (Fuentes, 2009).
- Tipo Woltman con la particularidad que puede medir fluidos turbios o con impurezas y suelen ser más baratos; sin embargo, se deben superar los caudales actuales ya que se usa a partir de los 15 metros cúbicos por hora.

8.2.2.2 Gestión organizacional

Los fondos recolectados no son suficientes para cubrir accidentes que se puedan presentar en el sistema de acueducto de Tumbatoro o cualquiera de los demás sistemas que se encuentren en la administración de la empresa Aguas de Morroa.

De los 3.320 usuarios del sistema, solo el 25% paga la factura y se debe a que la empresa se ha visto envuelta en temas políticos en las administraciones anteriores (la comunidad casi en su totalidad dejó de pagar el servicio), también por el ineficiente servicio entregado, lo que le imposibilita a la empresa recurrir a la suspensión del servicio cuando este no es pago, y a su vez, se ven reducidas las posibilidades de invertir en mejoras y/o mantenimiento.

8.2.3 Propuestas de Alternativa PTAP

La constitución actual de la planta de tratamiento compacta de agua potable para el sistema de acueducto, no cumple con la función específica y presenta un nivel de calidad de fuente deficiente de acuerdo a la tabla 12.

Tabla 12 Clasificación de fuentes de abastecimiento en función de unos parámetros de caracterización y el grado de tratamiento que se recomienda.

Parámetros	Nivel de calidad de acuerdo al grado de contaminación			
	1. Fuente aceptable	2. Fuente regular	3. Fuente deficiente	4. Fuente muy deficiente
Turbiedad (UNT)	<2	2 - 40	40 – 150	>= 150
Color verdadero (UPC)	<10	10 -20	20 – 40	>= 40
GRADO DE TRATAMIENTO				
Necesita un tratamiento convencional	NO	NO	Sí, hay veces	SI
Necesita unos tratamientos específicos	NO	NO	NO	SI
Procesos de tratamiento utilizados	(1) = Desinfección + Estabilización	(2) = Filtración Lenta o Filtración Directa + (1)	(3) = Pretratamiento + [Coagulación + sedimentación + Filtración Rápida] o [Filtración Lenta diversas etapas] + (1)	(4) = (3) + Tratamientos específicos

Fuente: Elaborada a partir de Título C RAS. Tabla C.2.1 Calidad de la fuente

Así mismo, el artículo 114 de la R-779 establece que debe desarrollarse un estudio de alternativas multicriterio, con el fin de definir el tipo de tecnología por lo que, se representa el actual sistema y se sugieren tres alternativas de tratamiento:

I. Adecuación y ampliación de la PTAP existente.

Esta adecuación representa el aprovechamiento de la estructura existente en el área disponible sin necesidad de demoler.

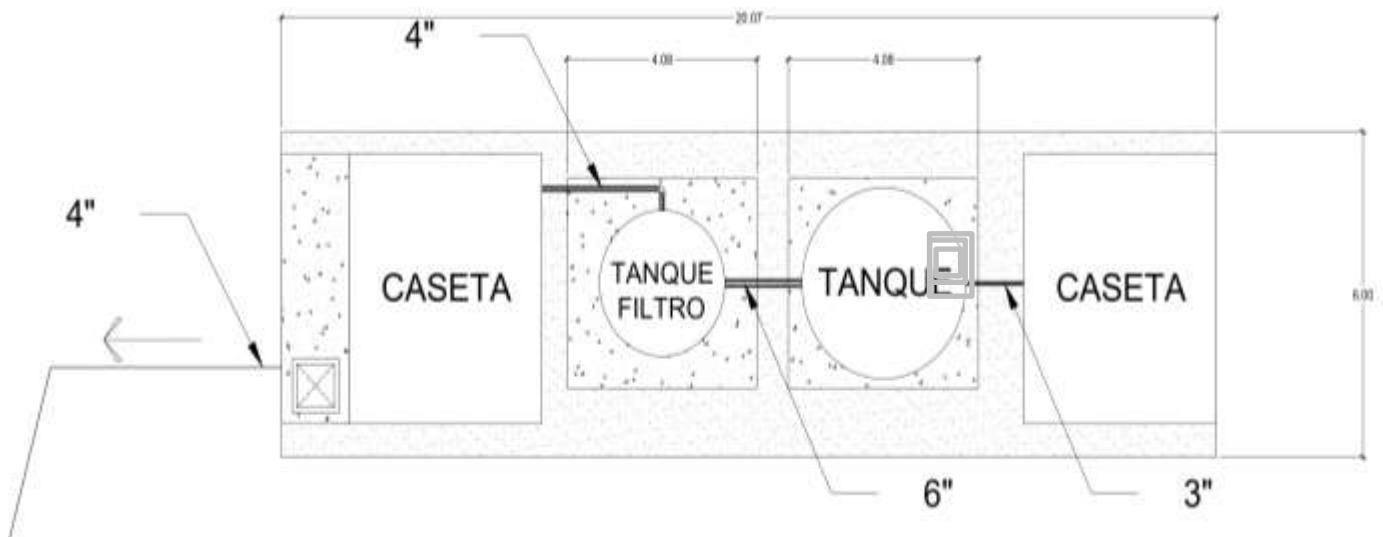


Figura 24 Esquema Planta PTAP actual

- La implementación de un filtro de toma para el material en suspensión de las aguas.
- La adecuación de la tubería de succión y el reemplazo de la tubería de e impulsión de la PTAP.
- Un componente de aireación complementario para los niveles de Hierro presentados en el análisis de agua.
- Revisión técnica y adecuación de los componentes internos.
- Un sistema de dosificación y desinfección adecuado para la eliminación de microorganismos y/o bacterias.

II. PTAP convencional

A manera de orientación se propone una Planta Convencional como un tratamiento integral para las aguas superficiales, teniendo en cuenta los valores de Turbiedad y Color Real, los cuales duplican los máximos permisibles por la Resolución 2115, así como el Hierro Total (ver tabla 7). También, se toma como referencia el numeral 9. Del Título J del RAS “Soluciones apropiadas para clarificación, filtración y desinfección de agua para vivienda rural dispersa”, la Tabla C.2.1 “Calidad de la fuente” y el artículo 109 de la Resolución 799 “Tecnologías de tratamiento de potabilización”, estableciendo los componentes presentados en la figura 21:

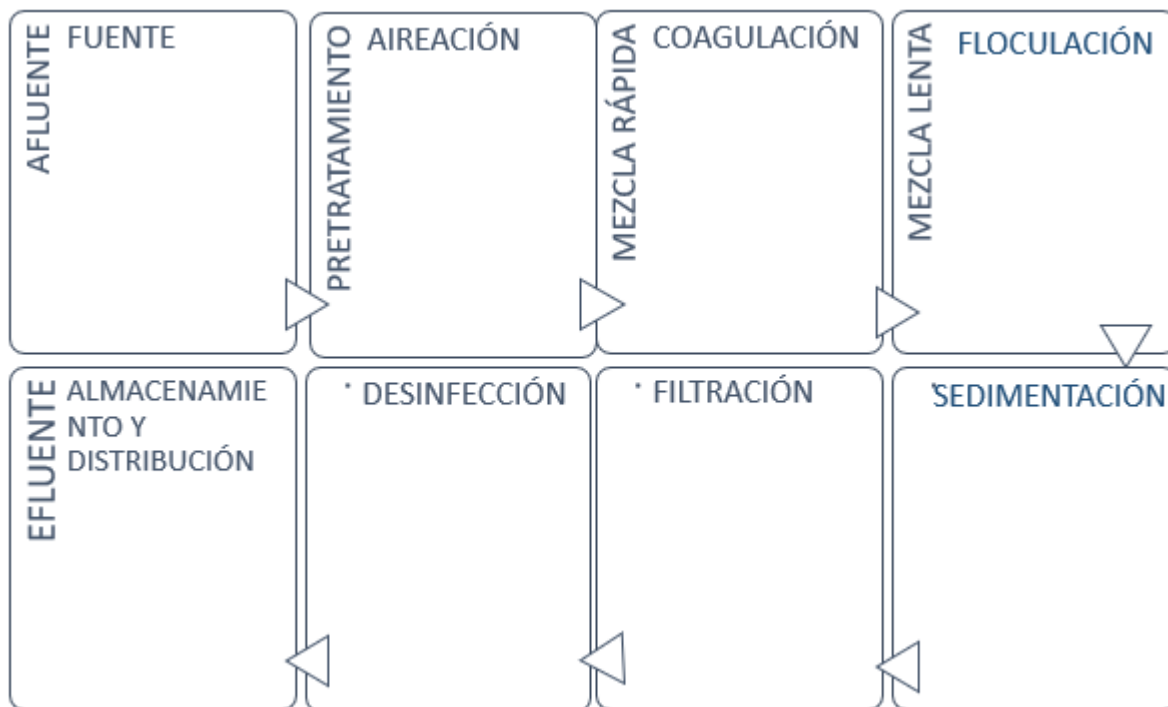


Figura 25 Tren de tratamiento

- Pretratamiento; procedimientos sencillos y prácticos que permiten mejorar las características físicas del agua cruda eliminando el material flotante, los sólidos suspendidos y los sólidos sedimentables.
- Coagulación y/o floculación; Estos procesos en el agua no solamente remueven en mayor o menor grado la turbiedad, sino que éste arrastra consigo un importante porcentaje de bacterias, virus y parásitos.

La adición del coagulante y floculante debe ser rápida y homogénea, las unidades hidráulicas son las recomendadas para los niveles de complejidad de sistema bajo. Se destaca la unidad de flujo horizontal para la floculación.

En la dosificación, las pruebas o ensayos de jarras se pueden usar para la determinación de dosis óptima de coagulantes y floculantes. La realización de este ensayo se determina en la Norma ICONTEC NTC 3903 y el literal C.2.5.1 del Título C.

- Sedimentación; El proceso de sedimentación debe realizarse siempre que se tiene que producir coagulación de barrido o por adsorción, para poder remover la turbiedad. En otros casos es opcional de acuerdo con los ensayos de laboratorio o planta piloto según el literal C.3.5.1 del Título C.

Para los niveles de complejidad de sistema bajo y medio se acepta el empleo del sedimentador de flujo horizontal. Se deben realizar estudios de tratabilidad en el laboratorio para determinar los parámetros de diseño o tomar como guía la tabla 5 del artículo 113 de la R- 799.

- Filtración; El agua pasa a través de unas capas de material poroso o granular, con el fin de retener bacterias y partículas suspendidas en el líquido.
- Desinfección; se busca eliminar cualquier microorganismo patógeno que haya logrado superar las barreras anteriormente mencionadas en especial para la calidad del agua que se va a usar para bebida y cocción de alimentos en la vivienda rural.

La desinfección con sales de cloro conocidas como hipocloritos son la mejor garantía de un agua microbiológicamente apta para el consumo humano debido a su relativamente bajo costo, pero principalmente por su efecto germicida residual.

En síntesis, el proceso recomendado para hacerle un tratamiento integral a estas aguas comienza por retener el material flotante con una malla o criba y la disminución de los niveles de hierro por medio de oxidación con una unidad de aireación, seguido de un proceso de coagulación, floculación y sedimentación para clarificarlas, luego filtrarlas y finalmente desinfectarlas para dar cumplimiento con la normativa y mejorar sus condiciones físicas, químicas y biológicas, obteniendo de esta forma agua apta para consumo humano.



III. Filtros lentos de arena (FLA)

- Descripción general del sistema

La filtración lenta en arena – FLA es un sistema antiguo de tratamiento de agua y consiste en un conjunto de procesos físicos y biológicos que además del cernido de las partículas suspendidas en el agua, destruye los microorganismos patógenos debido a que en su superficie se forma una biopelícula o capa gelatinosa llamada schmutzdecke donde se desarrollan comunidades microbianas, no solamente capaces de inactivar patógenos, sino que también metaboliza algunos contaminantes químicos.

- Proceso

Cuando la calidad del agua excede algunos parámetros, se pueden comprender los procesos de desarenado, presedimentación y sedimentación como alternativas de pretratamiento o la filtración gruesa o filtración en grava comprendidas en las FiME para acondicionar el agua los límites aceptables por la filtración lenta.

Filtración lenta en múltiples etapas (FiME).

La FiME se recomienda para el acondicionamiento o pretratamiento de fuentes superficiales de agua, cuya calidad puede interferir en los mecanismos de purificación o superar la capacidad de remoción de la filtración lenta en arena produciéndose efluentes de calidad deficiente. Puede estar conformada por dos o tres procesos de filtración: Filtros Gruesos Dinámicos (FGDi), Filtros Gruesos Ascendentes en Capas (FGAC) y Filtros Lentos de Arena (FLA). CEPIS (2005)



Filtro grueso dinámico (FGDi)

Los filtros dinámicos son tanques que contienen una capa delgada de grava fina (6 a 13mm) en la superficie, sobre un lecho de grava más grueso (13-25mm) y un sistema de drenaje en el fondo. CEPIS (2005)

Filtro grueso ascendente (FGAS)

Consiste en un compartimiento principal donde se ubica un lecho filtrante de grava. El tamaño de los granos de grava disminuye con la dirección del flujo.

Para el caso de un filtro de flujo ascendente se tiene un sistema de tuberías, ubicado en el fondo de la estructura, permite distribuir el flujo de agua en forma uniforme dentro del filtro. CEPIS (2005).

En la filtración en múltiples etapas, se indica el número de procesos que debe tener la planta para diferentes rangos de turbiedad, color y contaminación en los cuadros 3-4 Límites de calidad del agua para tratamiento mediante filtración lenta, en el capítulo III del Manual I: Teoría Tomo I CEPIS.

Información que también se presenta en la tabla 8 de la Resolución 0799 de 2021, donde se consideran los rangos de tasa de Filtración lenta en múltiples etapas así:

Parámetro	Filtración lenta en arena	Filtro grueso dinámico	Filtro grueso ascendente
Tasa de filtración (m ³ /m ² . día)	3,6 - 8,6	48- 72	180- 250
Profundidad del medio (m)	0,8- 1,0	0,6 (0,2 en cada capa)	0,4- 0,9

- Consideraciones de diseño

A grosso modo, partiendo de la guía de diseño de PTAP FiME se presentan algunos criterios de diseño en los procesos antes mencionados. Se toma como referencia la clasificación de fuente media según el rango de calidad y la velocidad de filtración grueso ascendente en capas de 0,45 m/h indicada en la tabla 2. Modelo para la selección de un sistema de tratamiento de agua por filtración en múltiples etapas, FiME. (Todas las opciones incluyen FGD_i 2.0 y FLA0.15)

Unidad	Elementos
Filtro grueso dinámico	a) cámara de filtración, b) lechos filtrantes y de soporte, c) estructuras de entrada y salida, d) sistema de drenaje y cámara de lavado y e) accesorios de regulación y control.
Filtro grueso ascendente	a) cámaras de filtración, b) lecho filtrante, c) estructuras de entrada y salida, d) sistema de drenaje y cámara de lavado y e) accesorios de regulación y control.
Filtro lento de arena	a) caja de filtración y estructura de entrada, b) sistema de drenaje, c) lecho filtrante, d) capa de agua sobrenadante y e) dispositivos para regulación, control y rebose.

Anexo el resumen de los Parámetros de Diseño y Dimensionamiento de los procesos del sistema de potabilización dados en las tablas 3, 4 y 5 de la Guía Para Diseño De Sistemas De Tratamiento De Filtración En Múltiples Etapas, CEPIS.

Tabla 3. Resumen de valores de diseño para el FDGi.

Criterio	Valores Recomendados
Periodo de diseño (años)	8 - 12
Periodo de operación (h/d) (*)	24
Velocidad de filtración (m/h)	2 - 3
Número mínimo de unidades en paralelo	2
Area de filtración por unidad (m ²)	< 10
Velocidad superficial del flujo durante el lavado superficial (m/s)	0.15 - 0.3
Lecho Filtrante	
. Longitud (m)	0.6
. Tamaño de gravas (mm)	Según Tabla
Altura del vertedero de salida (m)	0.03-0.05 (**)

Figura 27 Valores de diseño FDGi

Tabla 4. Guías de Diseño para Filtros Gruesos Ascendentes.

Criterio	Valores Recomendados
Periodo de diseño (años)	8 - 12
Periodo de operación (h/d)	24
Velocidad de filtración (m/h)(*)	0.3 - 0.6
Número de unidades en serie	
. FGAC	1
. FGAS	2 - 3
Lecho Filtrante	
Longitud total (m)	
. FGAC	0.60 - 0.90
. FGAS	1.15 - 2.35
Tamaño (mm)	Según tabla
Lecho de soporte total	
. Longitud (m)	0.30 - 1.25
. Tamaño (mm) (**)	Según tabla
Altura sobrenadante de agua (m)	0.10 - 0.20
Carga estática de agua para lavado en contraflujo (m)	2.5 - 3.0
Area de filtración por unidad (m ²)	15 - 25

Figura 26 Valores de diseño FGAS

Tabla 5. Granulometría del lecho filtrante.

Criterios de Diseño	Valores Recomendados
Altura de arena (m)	
Inicial	1.00
Mínima	0.50
Diámetro efectivo (mm)	0.15 - 0.35
Coefficiente de uniformidad	
Aceptable	< 3
Deseable	1.8 – 2.0
Altura del lecho de soporte, incluye drenaje (m)	0.1 – 0.3

Figura 28 Valores de diseño FLA

- Dimensionamiento

Otros detalles presentados en la guía a considerar son los bordes libres del FLA entre los 0.2 y 0.3 m, también la altura del lecho filtrante que puede variar entre 1.0 y 1.50 m y un área calculada de 17.5 m estableciendo con criterio propio un mínimo de 2 unidades, un caudal de diseño de 7 m³/h y una velocidad de filtración de 0.2 m/h.

Se resalta que, al solo tener una muestra de análisis como línea base de caracterización del agua del sistema y no contar la documentación de estudios previos o los análisis técnicos, económico y financieros, institucionales, social y de las capacidades locales de construcción y operación de la planta, estas propuestas solo comprenden un esquema o base para realizar el diseño apropiado u optimización según la normativa legal vigente. Así mismo, al contar con los análisis de los parámetros microbiológicos con el método de sustrato definido el cual no esta contemplado en la resolución actual de la calidad del agua, no se considera con exactitud los niveles de estos dentro de las propuestas antes mencionadas.

8.3 Fase III: Recomendaciones de acciones encaminadas a la sostenibilidad ambiental bajo las condiciones particulares de la fuente El Nido garantizando su subsistencia.

8.3.1 Acciones Encaminadas a la Sostenibilidad de la Fuente de Abastecimiento.

8.3.1.1 Gestión de la información

Ya mencionada en el numeral 8.1 del presente documento, la cuenca presenta riesgos naturales y antrópicos que podrían generar impacto en la sociedad como lo indica la Guía para la elaboración de planes de acción para mejorar la disponibilidad y la calidad del agua (PAMDA); sin embargo, se hace uso de del Manual para el desarrollo de Planes de Seguridad del Agua para profundizar y darle significancia a las vulnerabilidades del espejo de agua.

8.3.1.2 Condiciones geográficas y límites

La geografía del área de la cuenca que abarca 23 hectáreas; así como, gran parte del corregimiento de Tumbatoro y las demás áreas rurales presenta una zona de lomerío, zona que se identifica en el área circundante a la represa, expuesta en el literal 9.1 del presente documento.

8.3.1.3 Uso de tierras

El POT establece que la zona rural presenta campesinos y núcleos familiares dedicados a la producción agropecuaria o siembras pequeñas para la canasta familiar como yuca, maíz, ñame y ahuyama, situación que se presenta en la zona de la cuenca, las viviendas o predios cercanos poseen siembra de cultivos bien sea para producción y venta o consumo propio.

8.3.1.4 Peligros y eventos peligrosos

Según el Manual para el Desarrollo de Planes de Seguridad del Agua (2009), los peligros se definen como agentes físicos, biológicos, químicos o radiológicos que pueden dañar la salud pública y los eventos peligrosos se definen como eventos que introducen peligros (o impiden su eliminación) en el sistema de abastecimiento de agua. En la tabla a continuación se evidencian los peligros típicos.

Tabla 13 Peligros típicos asociados a la fuente de abastecimiento

Evento peligroso (fuente de peligro)	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Fenómenos meteorológicos y climáticos	Frecuentes lluvias en época de invierno; cambios en la calidad del agua de la fuente
Agricultura	Contaminación microbiológica; posibles plaguicidas y abonado con estiércol
Explotación forestal	Hidrocarburos poliaromáticos (fuegos)
Minería	No Aplica
Transporte: carreteras	No Aplica
Desarrollo urbanístico o de la vivienda rural	Escorrentía
Fauna	Contaminación microbiológica
Demanda de agua para otros usos	Cantidad suficiente
Almacenamiento de agua cruda	Floraciones de plantas acuáticas
Seguridad deficiente / vandalismo	Contaminación

8.3.1.4.1 Resultado de la evaluación de peligros y la evaluación de riesgos

Se presenta la estimación de la probabilidad y consecuencia de los peligros y riesgos de la fuente abastecedora.

Tabla 14 Resultado de la evaluación de peligros y riesgos

Evento peligroso (fuente de peligro)	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación del riesgo
Fenómenos meteorológicos y climáticos	Fuente de entrada de posibles agentes patógenos y químicos en época de lluvias	3	3	9	Medio
Agricultura	Mezcla de plaguicidas procedentes de usos agrícolas	3	5	15	Alto
Explotación forestal	Posibilidad de vertido no regulado de residuos sólidos o materia orgánica	2	3	6	Medio
Minería	Contaminación química	0	0	0	Bajo
Transporte: carreteras	Plaguicidas; sustancias químicas	0	0	0	Bajo
Desarrollo urbanístico o de la vivienda rural	Posibilidad de vertido no regulado de residuos sólidos o químicos y materia orgánica	3	5	15	Alto

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Fauna	Congregación y/o presencia de animales que pueden defecar en el agua	5	4	20	Muy alto
Demanda de agua para otros usos	Posibilidad del uso de agua para diferentes actividades	2	1	2	Bajo
Almacenamiento de agua cruda	Presencia de algas o plantas acuáticas	2	3	6	Medio
Seguridad deficiente / vandalismo	Contaminación por ingreso de personal no autorizado	1	2	2	Bajo

Los caracteres de Probabilidad y Gravedad son tomados en un rango del 1 al 5, quedando la valoración del riesgo así:

Puntuación del riesgo	<6	6- 9	10- 15	>15
Clasificación del riesgo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto

8.3.1.4.2 Resumen de observaciones en la evaluación de riesgos y peligros.

- ∴ Posible contaminación por agentes químicos como plaguicidas y otras sustancias provenientes de actividades de agricultura, así como cambios en el suelo.
- ∴ Se presenta evidencia de tala en zonas aledañas, por lo que es susceptible de fenómenos de erosión y arrastre de sólidos a la fuente.
- ∴ Contaminación por el ingreso de animales a la fuente de abastecimiento.
- ∴ Presencia de viviendas con riesgo de generar vertimientos de desechos.

- ∴ Contaminación en áreas de recarga hídrica.
- ∴ Disminución de la cobertura vegetal.
- ∴ Afectaciones al ecosistema propio de la zona.

8.3.1.5 Participación estratégica y medidas de control de peligros para la sostenibilidad

Tabla 15 Funciones y controles ambientales para la fuente de abastecimiento.

Funciones	Descripción	Medidas de control
Hidrológicas	Conservar la calidad del agua evitando realizar actividades relacionadas a la agricultura y ganadería en la zona de lomerío que circunda la represa, así mismo, cualquier tipo de vertimiento relacionado a actividades humanas.	Restricción del acceso a la fuente de captación. Monitoreo continuo de las tomas de agua para los cambios de la calidad. Elaboración de un Plan de Gestión del Riesgo.
Ecosistémicas	Prohibición de tala en el área establecida para el abastecimiento. Implementar la reforestación en zonas afectadas por erosión.	Comunicación con, y educación de, las personas que se encuentran en la zona de recarga.
Ambientales	Prohibición del uso del suelo en la zona de lomerío alrededor de la fuente. Elaboración y/o implementación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico. Crear cerramiento y/o delimitación del área del espejo de agua o área de recarga hídrica.	Alejamiento de las explotaciones agropecuarias de lugares sensibles. Realizar cerramiento o cercado.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

<p>Socio-cultural</p>	<p>Sensibilización y participación de la comunidad en la conservación y buenas prácticas ambientales en la fuente de abastecimiento.</p> <p>Mejora de la estructura institucional y organizativa para la gestión de cuencas y/o fuentes de abastecimiento.</p>	<p>Planificación de medidas de control.</p> <p>Inspecciones periódicas de las instalaciones y la fuente de abastecimiento.</p> <p>Educación de los consumidores.</p>
-----------------------	--	--



9. Asuntos de Protección Legal



AGUAS DE MORROA S.A. E.S.P.
NIT. 900230374 – 0



Sincelejo, 12 de septiembre de 2022.

Señores:
Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.
Facultad de Ingeniería y Tecnológicas.
Universidad Popular del Cesar Valledupar - Cesar.

CARTA DE AUTORIZACION DE ACCESO A INFORMACIÓN

La empresa AGUAS DE MORROA S.A. E.S.P. identificada con nit: 900230374 – 0, manifiesta haber autorizado y permitido que la estudiante GABRIELLE AMAYA ARROYO, identificada con C.C. 1.005.435.785 tuviera acceso a la documentación e información correspondiente a la empresa. Esto fue necesario para el desarrollo de sus funciones y pasantías como opción de grado en nuestra empresa. Siendo así, a través de la presente acta se deja en manifiesto que los datos y accesos autorizados tuvieron seguimiento especial por parte del equipo administrativo de la empresa con el propósito de suministrar a la pasante información acertada.

La presente acta se firma a los 12 días del mes de septiembre del año 2022.

Cordialmente,



LEONID SIERRA MENDOZA
Gerente.

Dirección: Carrera 7 # 9-37, Barrio La Plaza
E-Mail: aguasdemorroasaesp2020@hotmail.com
<https://aguasdemorroa.com.co>
Morroa-Sucre

10. Conclusiones

El sistema de acueducto del corregimiento de Tumbatoro y las veredas La Victoria y El Tolima, no suministra agua potable a sus usuarios.

La actual planta de tratamiento presenta en su constitución daños estructurales en la torre de aireación, cámara de llegada, sistema de dosificación y tablero de control, imposibilitando que se lleven a cabo los procesos necesarios para la potabilización del líquido.

El sistema de bombeo no cumple con las necesidades de caudal que actualmente requiere el acueducto.

El sistema de acueducto no cuenta con equipo para medición de caudales.

No existe un manejo sostenible de la represa, dentro de su área de recarga se considera el riesgo de contaminación en el cuerpo de agua.

A la fecha no existe gestión por parte de la empresa y el municipio de Morroa para optimizar el sistema de acueducto.



11. Recomendaciones

Se recomienda a la empresa Aguas de Morroa:

Gestionar el diseño y construcción de la Planta de Tratamiento que garantice el suministro agua potable a la comunidad.

Construir la captación o el filtro sobre una estructura flotante en el centro del espejo de agua, anclada al fondo y a las orillas del mismo.

Para la PTAP se considera la adecuación y ampliación del sistema actual para el aprovechamiento de la estructura existente.

Considerar y estudiar la implementación de alternativas de suministro de energía limpias para el funcionamiento del sistema.

La empresa Aguas de Morroa debe adelantar en el corto plazo programas y/o acciones tendientes a mejorar la calidad en la prestación del servicio.

Actualizar el catastro de redes de conducción y distribución del sistema de acueducto.

Fortalecer la gestión comercial y técnico- operativa para mejorar el recaudo y garantizar la sostenibilidad de la empresa y los servicios prestados.

Elaborar un soporte de procesos para los monitoreos requeridos en planta; así mismo, soportes para el registro de la calidad del agua.

Realizar monitores periódicos en el espejo de agua de la represa El Nido para determinar la contaminación por agroquímicos usados en prácticas agrícolas.

Presentar ante el concejo municipal un proyecto de acuerdo para declarar zona protegida y de especial significancia ambiental en el área de recarga de la represa El Nido, para contrarrestar el riesgo de contaminación generado por las practicas agropecuarias y la acción antrópica.

12. Referencias

Bartram J, Corrales L, Davison A, Deere D, Drury D, Gordon B, Howard G, Rinehold A, Stevens M.

Blanco, D. A y Palacios J. L. (2011). Filtros biológicos para la potabilización del agua, posibilidades de uso de fla (filtros lentos de arena) con agua superficial de nuestra región. Universidad de Cuenca.

Corporación Autónoma Regional De Cundinamarca (2019). Guía para la elaboración de planes de acción para mejorar la disponibilidad y la calidad del agua en cuencas de cuarto orden. Cundinamarca.

Mantilla, W. C. (2016). Estado del arte del agua y saneamiento rural en Colombia. Revista de Ingeniería.

Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua: metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, 2009.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS-2000: TÍTULO B, Sistemas de acueducto. Bogotá D.C.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2010). Alternativas Tecnológicas en Agua y Saneamiento para el Sector Rural RAS-2000: TÍTULO J, Sistemas de acueducto. Bogotá D.C.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2019). Diagnóstico del servicio de acueducto y de otras alternativas de suministro de agua en zonas rurales. Guía Metodológica. Bogotá D.C.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2019). Diagnóstico del servicio de acueducto y de otras alternativas de suministro de agua en zonas rurales. Guía Metodológica. Bogotá D.C.

Pérez Carrión, J. M. y Vargas, L. El agua. Calidad y tratamiento para consumo humano. Manual I, Serie Filtración Rápida. Programa Regional HPE/CEPIS/OPS de Mejoramiento de la Calidad del Agua.

Vargas, L. (2004). Plantas de filtración lenta. Tratamiento de agua para consumo humano. Manual I: Teoría Tomo I.



Anexos

ANEXO 1. Evidencia fotográfica



ANEXO 2. Cálculo de caudales

Se realiza la estimación de caudal por el método volumétrico para los tanques de la PTAP y de distribución ubicado en la vereda La Victoria.

$$Q = \frac{V}{T}$$

Siendo:

V: Volumen en m^3

T: Tiempo en segundos

- Caudal tanque de la PTAP

Capacidad volumétrica del tanque: $60 m^3$

Tiempo de llenado: 4 horas

$$Q = \frac{60 m^3}{4 \text{ hrs}}$$

$$Q = \frac{60 m^3}{4 \text{ hrs}} \times \frac{1000l}{1m^3} \times \frac{1hr}{3600sg}$$

$$Q = 4,166 l/sg$$

- Caudal tanque La Victoria

Capacidad volumétrica del tanque: $115 m^3$

Tiempo de llenado: 18 horas

$$Q = \frac{115 m^3}{18 \text{ hrs}}$$

$$Q = \frac{115 m^3}{18 \text{ hrs}} \times \frac{1000l}{1m^3} \times \frac{1hr}{3600sg}$$

$$Q = 1,774 l/sg$$

ANEXO 3. Análisis de la calidad del agua

 AMBIELAB S.A.S.	AMBIELAB S.A.S REPORTE DE RESULTADOS
---	---

Fecha de Revisión: 12/02/2021	Versión: 07	Código de Formato: FA-CLI-001	Página 1 de 1
-------------------------------	-------------	-------------------------------	---------------

Reporte de análisis No.: 22- 2671	Fecha de emisión: 30/08/2022
-----------------------------------	------------------------------

CLIENTE: AGUAS DE MORROA S.A E.S.P	ORDENADO POR: GABRIELLE AMAYA ARROYO
DIRECCIÓN: Cra 5 B/ El Rosario, Morroa Sucre	NIT ó C.C 900.230.374-0

Tipo de muestra: Agua Natural	Punto de recolección: Alberca Tanque
Recolectada por: Gabrielle Amaya	Fecha/Hora de Recolección: 24/08/2022 11:00
Fecha/Hora de Recepción: 24/08/2022 16:35	Análisis Solicitados: Físicoquímico y Microbiológico
Plan de muestreo: Muestra Externa	No. de Submuestra: Dos (2)
Código interno muestra(s): EN-240822-07	

Parámetros Físicoquímicos	Método	Referencia	Resultado	Unidades	Decreto 1594 de 1984 *	Fecha De Análisis
pH (NA)	Electrométrico	SM: 4500-H+ B	6,89	pH	5,0 - 9,0	24/08/22
Conductividad (AC)	Electrométrico	SM: 2510 B	130	µS/cm	NR	24/08/22
Turbiedad (NA)	Nefelométrico	SM: 2130 B	40,70	NTU	NR	24/08/22
Color Real (NA)	Espectrofotométrico	SM: 2120 C	35,2	UPC	75	24/08/22
Sabor (NA)	Organoléptico	SM: 2160 A	Aceptable	No Aplica	NR	24/08/22
Olor (NA)	Organoléptico	SM: 2150 B	Aceptable	No Aplica	NR	24/08/22
Dureza Total (AC)	Volumétrico con EDTA	SM: 2340 C	54,51	mg CaCO ₃ /L	NR	24/08/22
Cloruros (AC)	Argentométrico	SM: 4500-Cl B	<6,9	mg Cl ⁻ /L	250	24/08/22
Alcalinidad Total (AC)	Volumétrico	SM: 2320 B	48,00	mg CaCO ₃ /L	NR	24/08/22
Sulfatos (AC)	Turbidimétrico	SM: 4500-SO ₄ ²⁻ E	7,64	mg SO ₄ ²⁻ /L	400	26/08/22
Hierro Total (NA)	Colorimétrico	SM: 3500-Fe B	2,17	mg Fe/L	NR	25/08/22
Aluminio (NA)	Espectrofotométrico	SM: 3500-Al B	<0,02	mg Al/L	NR	27/08/22
Sólidos Disueltos Totales (AC)	Gravimétrico - Secado a 180° C	SM: 2540 C	115,00	mg SDT/L	NR	29/08/22
Parámetros Bacteriológicos	Método	Referencia	Resultado	Unidades	Norma	Fecha De Análisis
Coliformes Totales (NA)	Sustrato definido (NMP)	9223 B	8920	NMP/ 100 mL	20000	24/08/22
Escherichia Coli (NA)	Sustrato definido (NMP)	9223 B	1880	NMP/ 100 mL	2000	24/08/22

AC : Acreditado bajo resolución IDEAM N° 1590 del 22 de diciembre 2021

NA : No Acreditado, NR : No referencia

* Artículo 38. Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico. e indican que para su potabilización se requiere solamente tratamiento convencional.

Observaciones:



NOTA IMPORTANTE:

Los anteriores resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente. El Laboratorio asegura la confidencialidad de los resultados presentados en este informe. No se permite la reproducción parcial o total del informe sin la autorización escrita de AMBIELAB S.A.S.
AMBIELAB S.A.S no se hace responsable del método de obtención de muestras ni de sus condiciones antes de recibirlos, cuando estos procedimientos no estuvieron a cargo del personal del laboratorio, por tanto, en estos casos no se harán interpretaciones con respecto a la representatividad o validez de las muestras.

Revisado por:


ROBERT PATRICIA URIBE
C.F. MSc Ciencias Ambientales
Director Técnico
Registro Profesional 03005722302902244
Colegio Nacional de Químicos Farmacéuticos

Calle 23 No. 2-31 Tel: 7918509* Telefax: 7814291* Celular: 3116730542
E-mail: ambielabcas@gmail.com-NIT.812.004.917-2
Mantecilla-Córdoba.

Revisado Oficial de Calidad Documental: 	Aprobado Gerente General: 
Fecha de revisión: 12/02/2021	Fecha de revisión: 12/02/2021

ANEXO 4. Cálculos de proyección de población

El método de cálculo para la proyección de la población depende del nivel de complejidad del sistema según se muestra en la tabla B.2.1. Se calculará la población utilizando uno cualquiera de los siguientes modelos matemáticos: aritmético, geométrico y exponencial, seleccionando el modelo que mejor se ajuste al comportamiento histórico de la población.

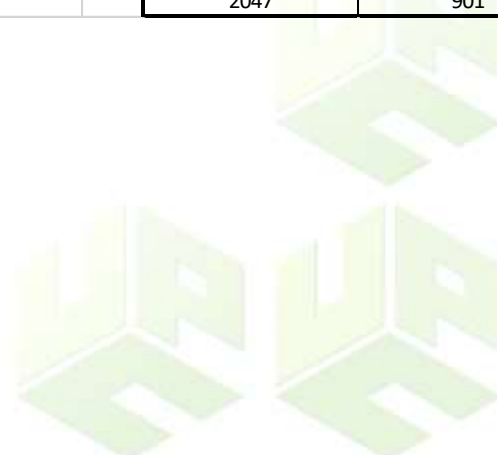
Tabla B.2.1 Métodos de cálculo permitidos según el nivel de complejidad del sistema para la proyección de la población.

Método por emplear	Nivel de Complejidad del Sistema			
	Bajo	Medio	Medio alto	Alto
Aritmético, geométrico y exponencial	X	X		
Aritmético, geométrico, exponencial, otros			X	X
Por componentes (demográfico)			X	X
Detallar por zonas y detallar densidades			X	X
Método gráfico	X	X		

Para el nivel de complejidad bajo, se escogen los métodos Aritmético, Geométrico y Exponencial, los cuales se calculan en el programa de Excel con un formato desarrollado en la asignatura Sistemas de Acueducto.

Proyección de Población de Diseño y Cálculo de Caudales						
Censo (DANE)	Población (No. Habitante)					
2016	472					
2017	490					
2018	502					
2019	511					
2020	524					
2021	539					
					Tf	2047
					Periodo de Diseño	25
					Funcionabilidad del Proyecto (Año)	2022

Método Aritmetico					
Para Hallar "Pf (1-5)"		(Puc - Pci)	067	Años de Proyección	Población Proyectada
Dato	Valor	(Tuc - Tci)	5		
Puc	539	(Puc - Pci)/(Tuc - Tci)	13,40		
Pci	472	$Pf = Puc + \frac{Puc - Pci}{Tuc - Tci} * (Tf - Tuc)$		2018	502
Tuc	2021			2019	511
Tci	2016			2020	524
Tf	2023			2021	539
pf	566			2022	566
				2023	579
				2024	593
				2025	606
		2026	619		
		2027	633		
		2028	646		
		2029	660		
		2030	673		
		2031	686		
		2032	700		
		2033	713		
		2034	727		
		2035	740		
		2036	753		
		2037	767		
		2038	780		
		2039	794		
		2040	807		
		2041	820		
		2042	834		
		2043	847		
		2044	861		
		2045	874		
		2046	887		
		2047	901		



Metodo Geometrico

Para Hallar "r (2021-2020)"

Dato	Valor
Puc	539
Pci	524
Tuc	2021
Tci	2020
Valor "r"	0,029

Promedio rata de crecimiento
Metodo Geometrico

r (2023-2022)	0,029
r (2023-2020)	0,027
r (2023-2018)	0,024
Promedio	0,0265

Años de Proyección

Población Proyectada

2020	525
2021	539
2022	553
2023	567
2024	582
2025	597
2026	612
2027	628
2028	645
2029	662
2030	679
2031	696
2032	714
2033	733
2034	752
2035	772
2036	792
2037	812
2038	833
2039	855
2040	877
2041	900
2042	924
2043	948
2044	972
2045	997
2046	1.023
2047	1.050

Para Hallar "r (2021-2019)"

Dato	Valor
Puc	539
Pci	511
Tuc	2021
Tci	2019
Valor "r"	0,027

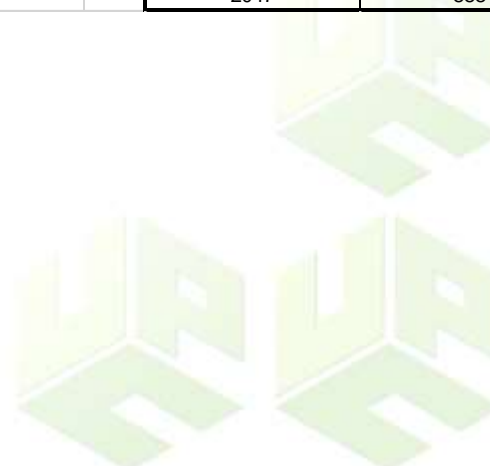
Para Hallar "Pf (2020)"

Dato	Valor
Puc	539
Tf	2020
Tuc	2021
r	0,0265
Valor "Pf 2020"	525

Para Hallar "r (2021-2018)"

Dato	Valor
Puc	539
Pci	502
Tuc	2021
Tci	2018
Valor "r"	0,024

Metodo Exponencial																																																																										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Promedio k Metodo Exponencial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>k(1-2)</td> <td>0,024</td> </tr> <tr> <td>k (2-3)</td> <td>0,018</td> </tr> <tr> <td>k (3-4)</td> <td>0,027</td> </tr> <tr> <td>Promedio</td> <td>0,02</td> </tr> </tbody> </table>		Promedio k Metodo Exponencial		k(1-2)	0,024	k (2-3)	0,018	k (3-4)	0,027	Promedio	0,02			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Años de Proyección</th> <th>Población Proyectada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2020</td><td>517</td></tr> <tr><td>2021</td><td>528</td></tr> <tr><td>2022</td><td>538</td></tr> <tr><td>2023</td><td>549</td></tr> <tr><td>2024</td><td>560</td></tr> <tr><td>2025</td><td>572</td></tr> <tr><td>2026</td><td>583</td></tr> <tr><td>2027</td><td>595</td></tr> <tr><td>2028</td><td>607</td></tr> <tr><td>2029</td><td>619</td></tr> <tr><td>2030</td><td>632</td></tr> <tr><td>2031</td><td>645</td></tr> <tr><td>2032</td><td>658</td></tr> <tr><td>2033</td><td>671</td></tr> <tr><td>2034</td><td>684</td></tr> <tr><td>2035</td><td>698</td></tr> <tr><td>2036</td><td>712</td></tr> <tr><td>2037</td><td>727</td></tr> <tr><td>2038</td><td>741</td></tr> <tr><td>2039</td><td>756</td></tr> <tr><td>2040</td><td>772</td></tr> <tr><td>2041</td><td>787</td></tr> <tr><td>2042</td><td>803</td></tr> <tr><td>2043</td><td>819</td></tr> <tr><td>2044</td><td>836</td></tr> <tr><td>2045</td><td>853</td></tr> <tr><td>2046</td><td>870</td></tr> <tr><td>2047</td><td>888</td></tr> </tbody> </table>	Años de Proyección	Población Proyectada	2020	517	2021	528	2022	538	2023	549	2024	560	2025	572	2026	583	2027	595	2028	607	2029	619	2030	632	2031	645	2032	658	2033	671	2034	684	2035	698	2036	712	2037	727	2038	741	2039	756	2040	772	2041	787	2042	803	2043	819	2044	836	2045	853	2046	870	2047	888
Promedio k Metodo Exponencial																																																																										
k(1-2)	0,024																																																																									
k (2-3)	0,018																																																																									
k (3-4)	0,027																																																																									
Promedio	0,02																																																																									
Años de Proyección	Población Proyectada																																																																									
2020	517																																																																									
2021	528																																																																									
2022	538																																																																									
2023	549																																																																									
2024	560																																																																									
2025	572																																																																									
2026	583																																																																									
2027	595																																																																									
2028	607																																																																									
2029	619																																																																									
2030	632																																																																									
2031	645																																																																									
2032	658																																																																									
2033	671																																																																									
2034	684																																																																									
2035	698																																																																									
2036	712																																																																									
2037	727																																																																									
2038	741																																																																									
2039	756																																																																									
2040	772																																																																									
2041	787																																																																									
2042	803																																																																									
2043	819																																																																									
2044	836																																																																									
2045	853																																																																									
2046	870																																																																									
2047	888																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Para Hallar "k(1-2)"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dato</td> <td>Valor</td> </tr> <tr> <td>Ln Pcp</td> <td>6,21860012</td> </tr> <tr> <td>Ln pca</td> <td>6,19440539</td> </tr> <tr> <td>Tcp</td> <td>2018</td> </tr> <tr> <td>Tca</td> <td>2017</td> </tr> <tr> <td>Valor "k(1-2)"</td> <td>0,024</td> </tr> </tbody> </table>		Para Hallar "k(1-2)"		Dato	Valor	Ln Pcp	6,21860012	Ln pca	6,19440539	Tcp	2018	Tca	2017	Valor "k(1-2)"	0,024																																																											
Para Hallar "k(1-2)"																																																																										
Dato	Valor																																																																									
Ln Pcp	6,21860012																																																																									
Ln pca	6,19440539																																																																									
Tcp	2018																																																																									
Tca	2017																																																																									
Valor "k(1-2)"	0,024																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Para Hallar "k(2-3)"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dato</td> <td>Valor</td> </tr> <tr> <td>Ln Pcp</td> <td>6,24</td> </tr> <tr> <td>Ln pca</td> <td>6,22</td> </tr> <tr> <td>Tcp</td> <td>2019</td> </tr> <tr> <td>Tca</td> <td>2018</td> </tr> <tr> <td>Valor "k(2-3)"</td> <td>0,018</td> </tr> </tbody> </table>		Para Hallar "k(2-3)"		Dato	Valor	Ln Pcp	6,24	Ln pca	6,22	Tcp	2019	Tca	2018	Valor "k(2-3)"	0,018	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Para Hallar "Pf (2020)"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dato</td> <td>Valor</td> </tr> <tr> <td>Pci</td> <td>472</td> </tr> <tr> <td>Tf</td> <td>2020</td> </tr> <tr> <td>Tci</td> <td>2016</td> </tr> <tr> <td>Tf-tci</td> <td>4,000</td> </tr> <tr> <td>Valor "Pf (2020)"</td> <td>517</td> </tr> </tbody> </table>		Para Hallar "Pf (2020)"		Dato	Valor	Pci	472	Tf	2020	Tci	2016	Tf-tci	4,000	Valor "Pf (2020)"	517																																											
Para Hallar "k(2-3)"																																																																										
Dato	Valor																																																																									
Ln Pcp	6,24																																																																									
Ln pca	6,22																																																																									
Tcp	2019																																																																									
Tca	2018																																																																									
Valor "k(2-3)"	0,018																																																																									
Para Hallar "Pf (2020)"																																																																										
Dato	Valor																																																																									
Pci	472																																																																									
Tf	2020																																																																									
Tci	2016																																																																									
Tf-tci	4,000																																																																									
Valor "Pf (2020)"	517																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Para Hallar "k(3-4)"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dato</td> <td>Valor</td> </tr> <tr> <td>Ln Pcp</td> <td>6,29</td> </tr> <tr> <td>Ln pca</td> <td>6,24</td> </tr> <tr> <td>Tcp</td> <td>2021</td> </tr> <tr> <td>Tca</td> <td>2019</td> </tr> <tr> <td>Valor "k(3-4)"</td> <td>0,027</td> </tr> </tbody> </table>		Para Hallar "k(3-4)"		Dato	Valor	Ln Pcp	6,29	Ln pca	6,24	Tcp	2021	Tca	2019	Valor "k(3-4)"	0,027																																																											
Para Hallar "k(3-4)"																																																																										
Dato	Valor																																																																									
Ln Pcp	6,29																																																																									
Ln pca	6,24																																																																									
Tcp	2021																																																																									
Tca	2019																																																																									
Valor "k(3-4)"	0,027																																																																									



Promedio de Población de los tres Métodos				
Años de Proyección	Met. Aritmético	Met. Geométrico	Met. Exponencial	Promedio
	Población Proyectada	Población Proyectada	Población Proyectada	Población Proyectada
2020	524	525	517	522
2021	539	539	528	535
2022	566	553	538	552
2023	579	567	549	565
2024	593	582	560	578
2025	606	597	572	592
2026	619	612	583	605
2027	633	628	595	619
2028	646	645	607	633
2029	660	662	619	647
2030	673	679	632	661
2031	686	696	645	676
2032	700	714	658	691
2033	713	733	671	706
2034	727	752	684	721
2035	740	772	698	737
2036	753	792	712	752
2037	767	812	727	769
2038	780	833	741	785
2039	794	855	756	802
2040	807	877	772	819
2041	820	900	787	836
2042	834	924	803	853
2043	847	948	819	871
2044	861	972	836	890
2045	874	997	853	908
2046	887	1.023	870	927
2047	901	1.050	888	946

