

**Diagnóstico de la Calidad del Agua de Suministro del Sistema de Abastecimiento  
Comunitario de la Vereda de Matarredonda de Chachagüí - Nariño**

Cristian Santiago López Nandar

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA

Tecnología en Saneamiento Ambiental

Septiembre 2023

**Diagnóstico de la Calidad del Agua de Suministro del Sistema de Abastecimiento  
Comunitario de la Vereda de Matarredonda de Chachagüí - Nariño**

Cristian Santiago López Nandar

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Tecnólogo en Saneamiento Ambiental

Directora:

Luisa Fernanda Calderón Vallejo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA

Tecnología en Saneamiento Ambiental

Septiembre 2023

### **Agradecimientos**

A Dios infinitas gracias, por haberme dado una nueva oportunidad, por permitirme terminar una carrera para comenzar una profesión apasionándome por la calidad del agua potable; a mi Mamá, que siempre me ha apoyado queriendo ver a su hijo profesional; a la profe Luisa Fernanda Calderón Vallejo, por fijarse en mi liderazgo y permitirme ser una semilla más en el CALIAMB; a los Fundadores del Acueducto Comunitario de Matarredonda, que me abrieron las puertas permitiendo la realización de este trabajo de grado; y a los que ya no están, que desde el cielo iluminan el día a día de mi vida para avanzar.

## Resumen

El objetivo principal de este proyecto aplicado fue realizar el diagnóstico de la calidad del agua de suministro a través del recorrido físico del sistema abastecimiento comunitario de la vereda de Matarredonda de Chachagüí - Nariño, con la finalidad de contribuir al vacío de información actual de dicho acueducto rural. Se pretendió con este proyecto aplicado proponer medidas de mejoramiento para la potabilidad del agua en la zona de estudio, dado que la mayoría de las veces para acueductos rurales, la comunidad no cuenta con los conocimientos necesarios en operación y mantenimiento de dichos sistemas.

El enfoque investigativo empleado en este proyecto fue mixto, lo que permitió analizar datos cuantitativos y cualitativos por medio de recorridos, registros fotográficos, testimonios, entrevistas y encuestas aplicadas a los funcionarios y suscriptores del acueducto comunitario para obtener la información de su gestión, operación, mantenimiento y percepción del agua tratada, y así comparar la calidad potable con los reportes del Instituto Nacional de Salud (INS) y presentar el diagnóstico.

Se concluyó que, la vereda de Matarredonda cuenta con dos sistemas de abastecimiento, el primero, en la parte alta de la vereda en el cual no se aplica desinfección al líquido y el segundo, en la parte baja, en el cuál si se aplica, pero de manera ineficiente. El agua del primer sistema aparenta ser segura para el consumo humano según la percepción de los suscriptores por ser de manantial y la del segundo no, al ser superficial y presentar contaminación por coliformes y aguas residuales, lo cual fue confirmado en los resultados obtenidos por la percepción de los usuarios y los reportes del INS como agua no potable.

Una vez analizados los resultados, se plantearon posibles soluciones a la problemática actual como la capacitación del fontanero y de los funcionarios en operación y mantenimiento de

acueductos, orientación en desinfección del agua por parte de un operador capacitado y la adquisición de un medidor multiparamétrico In-Situ, las cuales son soluciones que pueden gestionarse ante la Alcaldía Municipal para ser desarrolladas junto al SENA y EMPOCHACHAGÜÍ.

***Palabras clave:*** calidad del agua; abastecimiento de agua; comunidades rurales; salud ambiental; y desarrollo sostenible.

## Abstract

The main objective of this thesis was to diagnose the quality of the water supply through a physical assessment of the Matarredonda community aqueduct system of Chachagüí - Nariño. The aim was to address the current information gap concerning this rural aqueduct. This thesis sought to propose improvement measures for water potability in the study area, as rural communities often lack the necessary knowledge for operating and maintaining such systems.

The research approach employed in this thesis was mixed, allowing for the analysis of quantitative and qualitative data through field visits, photographic records, testimonies, interviews, and surveys conducted with aqueduct officials and subscribers. This data was used to gather information about the management, operation, maintenance, and perception of treated water, and to compare water quality with reports from the National Institute of Health (INS) to present the diagnosis.

It was concluded that the Matarredonda area has two supply systems. The first, located in the upper part of the area, does not apply any water disinfection, while the second, in the lower part, does apply disinfection but in an inefficient manner. The water from the first system appears to be safe for human consumption according to subscribers' perceptions because it comes from a spring, whereas the water from the second system is not safe due to surface water sources and contamination by coliforms and wastewater. This was confirmed by user perceptions and INS reports, which categorized it as non-potable water.

After analyzing the results, possible solutions to the current issues were proposed. These solutions include training for the plumber and aqueduct officials in the operation and maintenance of aqueducts, guidance on water disinfection provided by a trained operator, and the

acquisition of an In-Situ multiparameter meter. These solutions can be managed through the Municipal Mayor's Office in collaboration with SENA and EMPOCHACHAGÜÍ.

***Key words:*** water quality; water supply; rural communities; environmental health; and sustainable development.

## Tabla de Contenido

Agradecimientos .....	3
Resumen.....	4
Abstract .....	6
Tabla de Contenido .....	8
Lista de Tablas .....	10
Lista de Figuras.....	12
Introducción .....	14
Planteamiento del Problema .....	17
Problema de Investigación .....	19
Pregunta de Investigación .....	19
Justificación .....	20
Objetivos .....	22
Objetivo General .....	22
Objetivos Específicos.....	22
Delimitación de Estudio.....	23
Localización Geográfica .....	23
Contexto Demográfico .....	24
Características Físicas del Territorio.....	24
Diversidad Ambiental .....	25
Vereda de Matarredonda .....	27
Marco de Referencia .....	30
Antecedentes .....	30
Antecedentes internacionales .....	30
Antecedentes nacionales.....	32
Antecedentes departamentales.....	35
Marco Teórico .....	37
Calidad de agua .....	37
Enfermedades del agua.....	38
Saneamiento básico rural.....	46
Sistemas de abastecimiento de agua.....	48

Marco Conceptual .....	56
Calidad del agua potable .....	56
Saneamiento rural del agua .....	62
Usos múltiples del agua rural .....	64
Acueductos comunitarios .....	65
Operación y mantenimiento en acueductos comunitarios .....	69
Marco Normativo .....	71
Metodología .....	78
Diseño Metodológico .....	78
Fase 1: Revisión bibliográfica .....	80
Fase 2: Recolección de información.....	80
Fase 3: Planteamientos de posibles soluciones .....	88
Resultados y Análisis .....	91
Resultado 1: Análisis de la Calidad del Agua de Suministro.....	92
Sistema de abastecimiento comunitario de Matarredonda .....	92
Calidad del agua tratada en el acueducto comunitario de Matarredonda .....	104
Otros hallazgos relevantes del acueducto comunitario de Matarredonda .....	111
Resultado 2: Planteamientos de Posibles Soluciones.....	117
Análisis DOFA .....	117
Análisis Matriz de Vester .....	119
Posibles soluciones .....	122
Conclusiones .....	133
Recomendaciones .....	135
Referencias.....	137
Anexos .....	152
Anexo A. Guion Entrevista para los Funcionarios del Acueducto Comunitario .....	152
Anexo B. Registro Fotográfico de la Entrevista .....	162
Anexo C. Cuestionario Cuantitativo de la Percepción de la Calidad del Agua Tratada .....	163
Anexo D. Registro Fotográfico de la Aplicación del Cuestionario Cuantitativo.....	166
Anexo E. Resumen Analítico Educativo (RAE) .....	167

### Lista de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Gestión del bienestar social de Matarredonda. ....	28
<b>Tabla 2.</b> Características del agua y parámetros de medición. ....	38
<b>Tabla 3.</b> Enfermedad diarreica aguada (EDA). ....	40
<b>Tabla 4.</b> Enfermedades transmitidas por el agua. ....	41
<b>Tabla 5.</b> Enfermedades con base u originadas en agua. ....	42
<b>Tabla 6.</b> Enfermedades de origen vectorial. ....	43
<b>Tabla 7.</b> Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (ETAS). ....	45
<b>Tabla 8.</b> Factores del agua y su saneamiento en las zonas rurales. ....	46
<b>Tabla 9.</b> Procesos unitarios en el tratamiento de potabilización del agua en plantas convencionales. ....	49
<b>Tabla 10.</b> Valores de las características físicas aceptables. ....	57
<b>Tabla 11.</b> Valores y técnicas de las características microbiológicas aceptables. ....	57
<b>Tabla 12.</b> Valores de las características químicas diferentes a plaguicidas aceptables. ....	58
<b>Tabla 13.</b> Características químicas con implicaciones sobre la salud humana. ....	58
<b>Tabla 14.</b> Características químicas con mayores consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana. ....	59
<b>Tabla 15.</b> Puntaje de riesgo. ....	60
<b>Tabla 16.</b> Sistemas de agua para consumo humano y doméstico. ....	63
<b>Tabla 17.</b> Esquemas administradores comunitarios. ....	66
<b>Tabla 18.</b> Tratados internacionales de la calidad del agua potable. ....	71
<b>Tabla 19.</b> Artículos de la Constitución Política de Colombia que protegen el agua y el saneamiento básico. ....	73
<b>Tabla 20.</b> Normativas para la vigilancia y control de la calidad de agua. ....	74
<b>Tabla 21.</b> Normativas del agua potable y saneamiento básico rural. ....	76
<b>Tabla 22.</b> Ficha técnica para cada unidad del sistema de abastecimiento comunitario de Matarredonda. ....	81
<b>Tabla 23.</b> Ficha metodológica investigativa de la calidad del agua tratada para los funcionarios del acueducto comunitario de Matarredonda. ....	82
<b>Tabla 24.</b> Viviendas de Matarredonda relacionados con la ubicación del sistema de abastecimiento correspondiente. ....	86

<b>Tabla 25.</b> Ficha técnica de las muestras de agua para las viviendas seleccionadas de Matarredonda. ....	87
<b>Tabla 26.</b> Planteamientos de solución para garantizar calidad de agua potable tratada en Matarredonda. ....	90
<b>Tabla 27.</b> Captación La Aguada 1.....	94
<b>Tabla 28.</b> Almacenamiento del agua del sistema de abastecimiento de la parte alta de Matarredonda. ....	95
<b>Tabla 29.</b> Captación La Aguada 2.....	97
<b>Tabla 30.</b> Desarenador del sistema de abastecimiento de la parte baja de Matarredonda. ....	98
<b>Tabla 31.</b> Cloración del sistema de abastecimiento de la parte baja de Matarredonda.....	99
<b>Tabla 32.</b> Almacenamiento del sistema de abastecimiento de la parte baja de Matarredonda. .	100
<b>Tabla 33.</b> Evaluación técnico-normativa del sistema de abastecimiento comunitario de Matarredonda. ....	101
<b>Tabla 34.</b> Características de la calidad del agua del sistema de la parte baja de Matarredonda.	104
<b>Tabla 35.</b> Características físicas aparentes del agua tratada en Matarredonda. ....	105
<b>Tabla 36.</b> Percepción de la calidad del agua tratada en el acueducto comunitario de Matarredonda. ....	108
<b>Tabla 37.</b> Funciones de los miembros de la Junta Administradora de Acueducto de Matarredonda. ....	113
<b>Tabla 38.</b> Cobros por el servicio de acueducto en Matarredonda. ....	115
<b>Tabla 39.</b> Posibles planteamientos de solución para mejorar la calidad del agua de suministró del acueducto comunitario de Matarredonda.....	122
<b>Tabla 40.</b> Resumen de acciones comunitarias ante las posibles soluciones implementadas. ....	131

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Reportes ÍRCA 2022 de los acueductos comunitarios de Chachagüí. ....	18
<b>Figura 2.</b> Ubicación geográfica del municipio de Chachagüí. ....	23
<b>Figura 3.</b> División político-administrativa del municipio de Chachagüí. ....	24
<b>Figura 4.</b> Reservas naturales de la sociedad civil de Chachagüí. ....	25
<b>Figura 5.</b> Microcuencas del municipio de Chachagüí. ....	26
<b>Figura 6.</b> Ubicación geográfica de la vereda de Matarredonda de Chachagüí. ....	27
<b>Figura 7.</b> Actividades agropecuarias de la vereda de Matarredonda. ....	28
<b>Figura 8.</b> Interacciones de enfermedades vehiculizadas por el agua. ....	39
<b>Figura 9.</b> Diagrama de líneas de acción. ....	47
<b>Figura 10.</b> Diagrama de un sistema de acueducto. ....	48
<b>Figura 11.</b> Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento. ....	50
<b>Figura 12.</b> Sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento. ....	51
<b>Figura 13.</b> Sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento. ....	51
<b>Figura 14.</b> Sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento. ....	52
<b>Figura 15.</b> Captación de agua lluvia. ....	53
<b>Figura 16.</b> Filtro lento de arena. ....	53
<b>Figura 17.</b> Filtros cerámicos. ....	54
<b>Figura 18.</b> Filtros de vela. ....	54
<b>Figura 19.</b> Método Sodis. ....	55
<b>Figura 20.</b> Hervir el agua. ....	55
<b>Figura 21.</b> Desinfección con cloro. ....	56
<b>Figura 22.</b> Cálculo del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (ÍRCA). .....	61
<b>Figura 23.</b> Clasificación del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (ÍRCA). ....	61
<b>Figura 24.</b> Promedio de demanda de agua por tipo de actividad. ....	64
<b>Figura 25.</b> Estructura organizativa propuesta. ....	68
<b>Figura 26.</b> Conocimientos y funciones del operador de PTAP. ....	70
<b>Figura 27.</b> Fases del diseño metodológico. ....	79

<b>Figura 28.</b> Ubicación geográfica de las viviendas seleccionadas de Matarredonda de acuerdo con su sistema de abastecimiento correspondiente. ....	86
<b>Figura 29.</b> Diagnóstico DOFA de la calidad del agua del sistema de suministro de Matarredonda. ....	89
<b>Figura 30.</b> Distribución geoespacial de sistema de abastecimiento comunitario de Matarredonda. ....	92
<b>Figura 31.</b> Distribución geoespacial del sistema de abastecimiento de la parte alta de Matarredonda. ....	93
<b>Figura 32.</b> Distribución geoespacial del sistema de abastecimiento de la parte baja de Matarredonda. ....	96
<b>Figura 33.</b> Diagnóstico DOFA de la calidad del agua del sistema de suministro de Matarredonda. ....	117
<b>Figura 34.</b> Puntuación de Vester de problemáticas en el tratamiento de agua de Matarredonda. ....	120
<b>Figura 35.</b> Clasificación de Vester de problemáticas en el tratamiento de agua de Matarredonda. ....	121

## Introducción

El acceso al agua potable es esencial para la salud y el bienestar de la población. Sin embargo, en la actualidad más de 2 mil millones de personas en el mundo no cuentan con agua potable y saneamiento básico. Los más perjudicados son los habitantes de las zonas rurales ocasionando un grave problema de salud pública y un obstáculo para el desarrollo económico en estos lugares (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2022).

Según Carrión (2019), el agua es un recurso limitado, dado que de la masa total del planeta solo el 0,007% está disponible para el consumo humano, la cual es susceptible a contaminarse antrópica o naturalmente generando enfermedades, infecciones y propagación de vectores que ponen en riesgo la salud de la población. Por lo que siempre será importante un tratamiento previo de potabilización antes de su consumo (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF], 2019).

En Colombia para Fernández & Suárez (2021), 6,2 millones de habitantes cuentan con el servicio de agua en sus hogares, 368.000 de ellos presentan altos índices de contaminantes bien sean físicos, químicos o microbiológicos, esto no quiere decir que el resto tengan agua segura para el consumo por lo que 1 de cada 3 municipios cuenta con agua potable en sus hogares. A juzgar por Fernández & Suárez (2021), en los demás hogares esta agua sigue siendo de alto riesgo al presentar grandes cantidades de microorganismos patógenos como Amebas, Escherichia coli o Platelminfos que pueden ocasionar graves infecciones diarreicas que ponen en riesgo de muerte a menores de 5 años, mujeres embarazadas y adultos mayores, siendo estas las poblaciones de más alto riesgo en enfermarse o en casos más graves llegar a morir.

El Instituto Nacional de Salud (INS) en el año 2016, reportó en el país 1.209 muertes por agua contaminada y 8 de cada 10 estaban relacionadas con menores de 5 años (Fernández &

Suárez, 2021). Adicionalmente, las zonas rurales son un punto crítico, dado que en varias ocasiones carecen de centros de atención médica y de sistemas de abastecimiento en buenas condiciones de infraestructura para la recolección, almacenamiento, desinfección y la distribución del líquido de manera potable y segura (UNESCO, 2019).

Según Gil Antonio et al. (2014), la gestión de acueducto rural debe ser impajaritadamente de forma comunitaria si se quiere acceder al líquido, lo que limita muchas veces a la comunidad en conocimientos técnicos, financieros o de cobertura para el acceso, tratamiento y desinfección del líquido de forma segura y potable para atender las necesidades de la población (p. 60). En Colombia los acueductos comunitarios surgieron ante la falta de necesidad para el acceso al recurso bajo limitaciones técnicas y financieras, que permitieron crear sistemas de abastecimiento muy lejanos a las condiciones óptimas de las normativas para la prestación de servicios. No obstante, estos acueductos lograron contribuir a abastecer gran parte de la población en el país con agua para el uso doméstico en las zonas más alejadas como las rurales o dispersas (Urrego Estrada & Gutiérrez-Ossa, 2021, p. 112).

El municipio de Chachagüí se ve beneficiado por prestación del servicio de suministro de agua por parte de la Empresa de Servicios Públicos de Acueducto y Alcantarillado de Chachagüí (EMPOCHACHAGÜÍ), con una cobertura para abastecer a la población urbana y suburbana con agua potable de muy buena calidad (Alcaldía Municipal de Chachagüí, 2016, pp. 96–99). Sin embargo, los corregimientos y veredas del municipio no cuentan con este privilegio, dado que el servicio del acceso al agua de suministro domiciliario es regulado por la junta administradora de acueducto correspondiente de manera comunitaria, careciendo muchas veces de asistencia técnica e infraestructura para el almacenamiento, tratamiento, desinfección y distribución hasta los hogares. Los índices de calidad de agua en las veredas de Chachagüí son “Inviabiles

Sanitariamente” para el consumo humano, por lo que se considera un agua no potable, se destaca que esta es una problemática persistente desde hace muchos años (Alcaldía Municipal de Chachagüí, 2020, pp. 96–99).

En los corregimientos y veredas del municipio de Chachagüí no existen diagnósticos e investigaciones que proporcionen información de la situación actual de la calidad del agua de suministro, de los acueductos comunitarios y de la operación y mantenimiento de estos. Por lo anterior, es importante contribuir al vacío de información de estos sistemas comunitarios como se fue planteado en este proyecto aplicado, tomando como caso de estudio el sistema de abastecimiento o acueducto comunitario de Matarredonda.

La investigación del diagnóstico de la calidad del agua de suministro para el consumo humano tratada por el sistema de abastecimiento comunitario de la vereda de Matarredonda se dividió en 3 fases: primero, revisión bibliográfica de fuentes secundarias; segundo, recolección de la información de las fuentes primarias por la inmersión en el zona de estudio; y tercero, planteamiento de posibles de soluciones que permitan el mejoramiento de la potabilidad del agua en el suministro comunitario. Con lo mencionado anteriormente, se espera que en futuras investigaciones se pueda proporcionar más información de la calidad del agua para el consumo humano, de los acueductos comunitarios, de su operación y mantenimiento en las zonas rurales del municipio de Chachagüí.

## Planteamiento del Problema

La vereda de Matarredonda del municipio de Chachagüí no cuenta con agua de buena calidad para el consumo humano a pesar de poseer su propio acueducto comunitario que trata el líquido para este fin, siendo un panorama que ha persistido durante los últimos años. El Instituto Nacional de Salud (INS, 2023a), en el año 2022 reportó índices y parámetros físicos, químicos y microbiológicos de alto riesgo en el agua de suministro que trata el acueducto comunitario de la vereda de Matarredonda, considerándola “Inviabile sanitariamente” para el consumo humano.

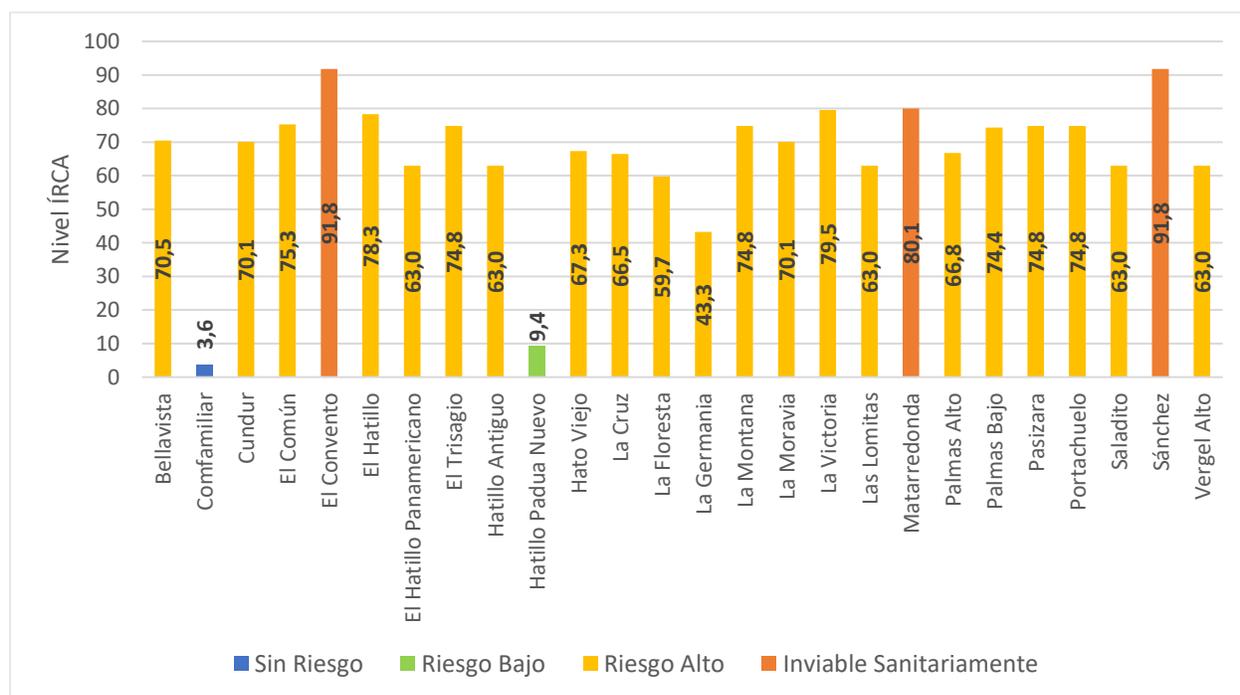
La bocatoma principal del acueducto comunitario de Matarredonda “La Aguada”, pertenece a la cuenca del Rio Juanambú, que presenta contaminación fecal por ganado bovino, aguas residuales, explotación de fique y sacrificio animal (Corporación Autónoma Regional de Nariño [CORPONARIÑO], 2017). Lo anterior dificulta el tratamiento y potabilización del líquido por parte del acueducto comunitario de Matarredonda, además los habitantes y vecinos de la vereda manifiestan que en los últimos años se ha visto aún más afectada la microcuenca en la parte alta de la montaña por presentarse proyectos de mejoramiento vial para el fácil acceso a las veredas del municipio (CORPONARIÑO, 2015).

La vereda de Matarredonda pertenece al corregimiento de Pasizara del municipio de Chachagüí, cuenta con 130 suscriptores a su Junta Administradora de Acueducto (JAA) que abastecen a 237 habitantes del servicio de agua, la cual no es potable para el consumo. Las principales actividades comerciales en la vereda son las agrícolas como la explotación de café, fique, caña panelera y especies menores como el maíz y el frijol (Alcaldía Municipal de Chachagüí, 2020). Estas actividades al no ser reguladas ponen en riesgo la continuidad y disponibilidad del recurso al contar con solo un sistema de abastecimiento y al no existir una diferenciación por la prestación del servicio (Restrepo Tarquino, 2010, p. 34).

La situación de la vereda de Matarredonda es prácticamente la misma en los demás acueductos comunitarios del municipio. De los 28 acueductos, 24 reportados presentan Índices de Riesgo para la Calidad del Agua Potable (ÍRCA) de “Alto riesgo” o “Inviabiles sanitariamente” para el consumo humano (Figura 1), lo cual afecta a 11.334 habitantes que pertenecen a las 2.273 suscripciones a los acueductos comunitarios que son administrados por sus correspondientes juntas de acueducto (Alcaldía Municipal de Chachagüí, 2020, p. 98).

**Figura 1.**

*Reportes ÍRCA 2022 de los acueductos comunitarios de Chachagüí.*



Fuente: Instituto Nacional de Salud (INS, 2023a).

Según lo anterior, la vereda de Matarredonda presenta una mala calidad del agua de suministro, la cual es ocasionada por la contaminación hídrica en la parte alta de la captación, esta llega al acueducto comunitario que no cuenta con unas condiciones óptimas de operación, siendo distribuida sin tratamiento eficiente, generando a su vez otra problemática en la salud

pública de la vereda, y por ende los reportes del ÍRCA y de las características físicas, químicas y microbiológicas determinan que el agua no es potable en la vereda.

Adicionalmente, para el Instituto Departamental de Salud de Nariño (IDSN, 2018), el concepto sanitario del acueducto comunitario de la vereda de Matarredonda es “Desfavorable”, al no poseer un buen proceso de mejoramiento en la infraestructura, cobertura y Buenas Prácticas Sanitarias (BPS) para garantizar una buena calidad del agua y prestar un buen servicio a la población afectada (p. 149). Por anterior, es importante empezar a conocer la realidad de la calidad del agua rural para el consumo humano en estos lugares y de los acueductos comunitarios del municipio Chachagüí, a través de su respectivo diagnóstico que complemente las evidencias técnicas.

### **Problema de Investigación**

Según lo planteado anteriormente, el problema a investigarse está relacionado con la falta de información por medio de diagnósticos de la calidad del agua de suministro para el consumo humano que es tratada de forma ineficiente el sistema de abastecimiento comunitario de la vereda de Matarredonda de Chachagüí - Nariño.

### **Pregunta de Investigación**

El problema de investigación de este proyecto aplicado genera la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo realizar el diagnóstico de la calidad del agua de suministro del sistema de abastecimiento comunitario de la vereda de Matarredonda de Chachagüí - Nariño?

## Justificación

La Organización de la Naciones Unidas (ONU, 2023), en septiembre de 2015 estableció junto a los líderes mundiales los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como medidas para erradicar la pobreza que buscan el bienestar del ser humano y la sostenibilidad ambiental de manera global para el 2030. En cuanto a la calidad del agua potable se dispuso el objetivo (6) agua limpia y saneamiento básico.

Según Carrasco Mantilla (2016), en Colombia la adopción de los ODS exige normas aún más rígidas para su cumplimiento, dado que en la evaluación de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) presentada en 2015 el país no cumplió las metas establecidas para el acceso al agua potable y al saneamiento básico rural de ese entonces y de seguir así no se cumplirían las propuestas de los ODS del 2030 (p. 46). Los resultados de la evaluación de los ODM reflejaron que desde el año 1990 hasta el 2015 solo el 32% de proporción de población pudo acceder a una fuente de agua potable y un 35% a instalaciones de saneamiento básico, las cifras de las zonas rurales no superaron ni el 1% (UNICEF, 2015, pp. 68–69).

Debido a lo anterior, es importante empezar resolver la falta de acceso al agua potable en las pequeñas comunidades rurales mediante diagnósticos, que permitan realizar la detección temprana de los problemas de la calidad del agua de suministro, de la infraestructura de los acueductos comunitarios, de su operación y mantenimiento que permitan plantear soluciones, medidas de control y de tratamiento adecuadas para el mejoramiento de la potabilidad. Dado que un suministro de agua deficiente puede afectar la calidad de vida de la comunidad limitando con sus actividades diarias y su bienestar general.

Los resultados de este diagnóstico proporcionarán información precisa y actualizada sobre la calidad del agua de suministro que llega a los consumidores de la vereda de

Matarredonda, permitiendo a la comunidad comprender la magnitud del problema tomando conciencia de los riesgos para su salud y el bienestar, implementando medidas adecuadas para mejorar la calidad del agua del suministro y proteger la salud de los consumidores experimentando una mejora significativa. Además, estos resultados sentarán una base fundamental para plantear futuras investigaciones en el sector del saneamiento ambiental en la vereda de Matarredonda y en otras del municipio de Chachagüí, y de esta manera contribuir con de información actualizada.

En afinidad con el programa de Tecnología en Saneamiento Ambiental, este proyecto se basa en la necesidad de proteger el ambiente y el bienestar de la población, así como la importancia de fomentar prácticas sostenibles que ayuden a hacer visible la información que permita tomar medidas para garantizar el derecho a un ambiente sano, siendo lo más indispensable para vivir el acceso al agua potable. Por último, los resultados favorecerán al desarrollo de una cultura de protección y de conservación de los recursos hídricos y de las fuentes de abastecimiento de la zona, garantizando así un futuro sostenible para la población Chachagüeña.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Realizar el diagnóstico de la calidad del agua de suministro a través del recorrido físico del sistema abastecimiento comunitario de la vereda de Matarredonda de Chachagüí - Nariño.

### **Objetivos Específicos**

Analizar la calidad del agua de suministro utilizando la información obtenida del recorrido físico del sistema abastecimiento comunitario de la vereda de Matarredonda de Chachagüí - Nariño.

Plantear posibles soluciones de mejora de la calidad del agua de suministro utilizando la información obtenida del recorrido físico del sistema de abastecimiento comunitario de la vereda de Matarredonda de Chachagüí - Nariño.

## Delimitación de Estudio

La palabra Chachagüí significa “Tierra de aguas buenas” o “Aguas buenas”, su origen proviene del antiguo indígena de los Quillancingas que habitaron el territorio en la época que llegaron los españoles (Alcaldía Municipal de Chachagüí, 2021).

### Localización Geográfica

El municipio de Chachagüí se encuentra ubicado en el Departamento de Nariño al suroccidente colombiano, su latitud norte es  $1^{\circ}21'26,72''$  y longitud occidental  $77^{\circ}17'07,01''$ , cuenta con una extensión es de  $152 \text{ km}^2$  a una altitud de 1.950 m.s.n.m., la temperatura promedio es de  $20^{\circ}\text{C}$  y varía desde  $18^{\circ}\text{C}$  a  $26^{\circ}\text{C}$  en el trascurso del año. La cabecera municipal se encuentra a 28 km sentido norte del Municipio de Pasto capital del Departamento de Nariño (Alcaldía Municipal de Chachagüí, 2020, p. 14). Su ubicación geográfica en el mapa de Colombia y sus límites se pueden observar en la Figura 2.

### Figura 2.

*Ubicación geográfica del municipio de Chachagüí.*



Fuente: Alcaldía Municipal de Chachagüí (2020).

## Contexto Demográfico

En el 2018 el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), censó 12.419 habitantes, 6.226 mujeres y 6.193 hombres los cuales están distribuidos en un 65.5% en las zonas rurales y en un 35.5% en la zona urbana, con una densidad de 84,5 Hab/km<sup>2</sup> (Alcaldía Municipal de Chachagüí, 2020, p. 17). La división político-administrativa del municipio de Chachagüí está conformada por la cabecera municipal y 6 corregimientos (Figura 3).

### Figura 3.

*División político-administrativa del municipio de Chachagüí.*

Zona Geográfica	Veredas/Barrios
1. Corregimiento de Pasizara	Conformado por las veredas: Pasizara, Guayabillos, Condur, La Loma, Matarredonda y La Cruz,
2. Corregimiento El Convento	Conformado por las veredas: El Convento, El Merlo, La Victoria, La Morabia y la Tebaida
3. Corregimiento de Sánchez	Conformado por las veredas: Sánchez, Portachuelo, El Saladito, Chamano y El Higuérón
4. Corregimiento de Casabuy	Conformado por las veredas: Casabuy, Robles y La Pradera
5. Corregimiento de Hato Viejo	Conformado por las veredas: Hato Viejo, El Común, Palmas Alto, Palmas Bajo,
6. Corregimiento de Cimarrones	Conformado por las veredas: Cimarrones y Cano Bajo
7. Zona Suburbana	Incluye los sectores de Santa Mónica, Guairabamba, Cocha Cano, El Pedregal, El Chorrillo
8. Zona Urbana	La conforman los barrios: La Loma, Fátima, Guapiuy, Panamericano, Deportivo, Central, Oficial, Villamaría, Vergel Alto, Vergel Bajo, La Venta y Bellavista

Fuente: Alcaldía Municipal de Chachagüí (2020).

## Características Físicas del Territorio

Debido a las beneficiosas condiciones climáticas del municipio, su suelo es apto para actividades del sector agrícola; como la producción de café, fique, caña panelera, maíz, fríjol, plátano, yuca, frutales, tomate de árbol, cítricos y lulo; y del sector pecuario, con el ganado bovino, porcino, cuyes, pollos y gallinas (Alcaldía Municipal de Chachagüí, 2021). Estos beneficios le permiten al municipio liderar en el departamento en la producción avícola y de otras especies como el café, la fibra del fique y la caña panelera. Además, el municipio cuenta con una alta variedad ambiental de flora y fauna (CORPONARIÑO, 2017, p. 121).

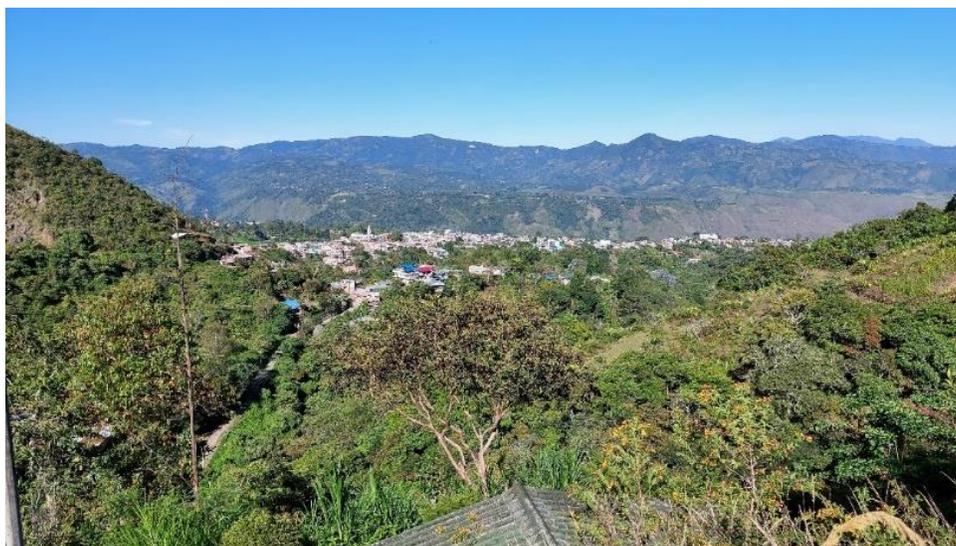
## Diversidad Ambiental

En el Municipio de Chachagüí las zonas de importancia ecológica contribuyen al equilibrio y a la preservación del patrimonio natural. Se destacan las áreas de bosque secundario que abarcan 955 hectáreas equivalentes al 6,48% del área total del municipio, estas áreas se encuentran en varias veredas como La Victoria, El Común, Las Palmas, Casabuy, Hato Viejo, Portachuelo y La Tebaida (Alcaldía Municipal de Chachagüí, 2016, p. 66).

En Chachagüí se han identificado diversas especies representativas, entre las cuales se incluyen el Roble, Pelotillo, Motilón, Cucharo, Laurel, Cajeto, Quillotoco, Pichuelo, Fragua, Encino, Chilco, Pendo, Chamano, Chicharrón, Bicundos, Helechos, Musgos y Líquenes, se resalta la presencia de 1,1 hectáreas de sistema de bosque subxerofítico que corresponde a reservas naturales de la sociedad civil (Figura 4). Aparte de estas existen otras reservas naturales como El Higuerón, Los Cedros, las reservas forestales “Rosa de Los Andes”, “El Común”, “Loma Puerta del Páramo” y “La Tebaida” (Alcaldía Municipal de Chachagüí, 2016, p. 67).

### Figura 4.

*Reservas naturales de la sociedad civil de Chachagüí.*

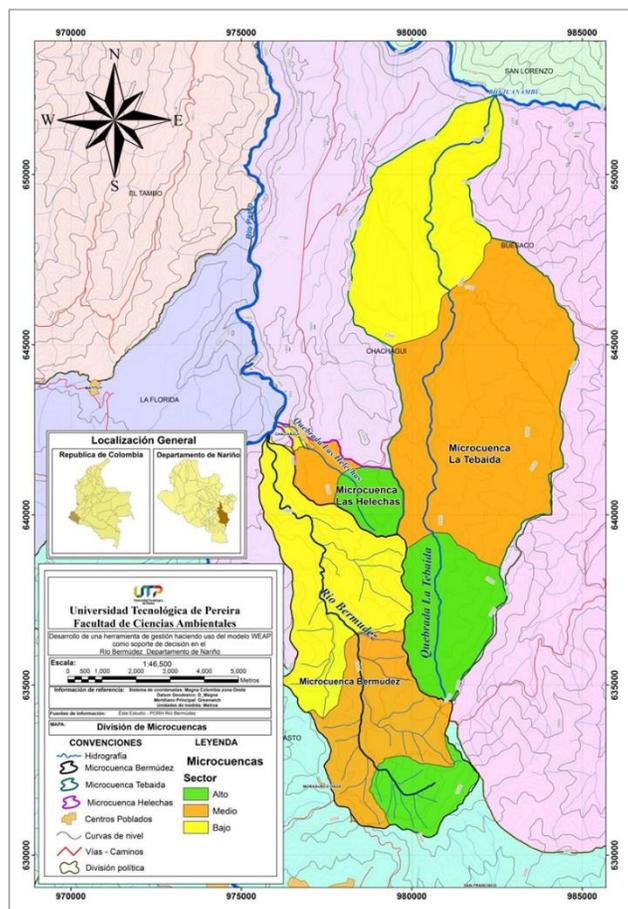


Fuente: El autor (2023).

La gran diversidad ambiental del municipio destaca su potencialidad en microcuencas, como Las Quebradas Tongosoy O Meneses, El Lindero, El Helechal, El Río Buesaquito, El Salado y La Tebaida (Figura 5). Para EMPOCHACHAGÜÍ La Tebaida es indispensable para abastecer al municipio, dado que tiene sus captaciones en esta, su agua presenta buenas condiciones por lo que su tratamiento para la potabilización no es complejo y el sistema arroja agua de buena calidad, con una cobertura sobre el área urbana, suburbana y un corregimiento que benefician a 10 barrios, 10 centros poblados y 2 veredas respectivamente. Los demás sectores utilizan otras microcuencas para abastecerse (Alcaldía Municipal de Chachagüí, 2020, p. 98).

### Figura 5.

*Microcuencas del municipio de Chachagüí.*



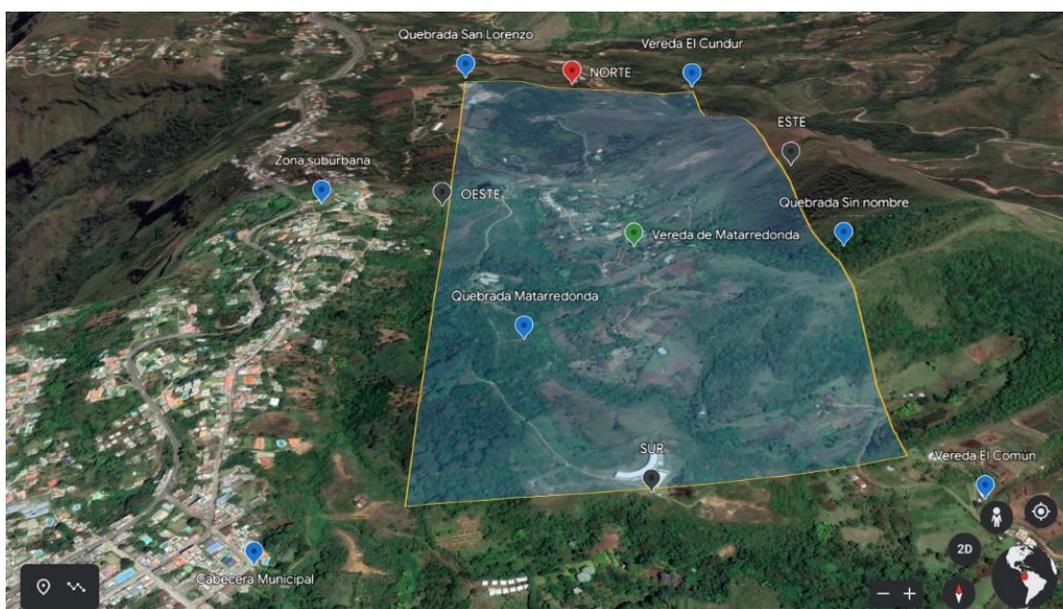
Fuente: Folleco Villarreal (2017).

## Vereda de Matarredonda

La vereda de Matarredonda pertenece al corregimiento de Pasizara de municipio de Chachagüí, su ubicación geográfica es en la zona central cerca al casco urbano, como se puede observar con sus límites en la Figura 6. Es considerada una vereda agroecológica por sus actividades comerciales de explotación de café, fique, caña panelera, frutales y guadua, dado que sus tierras son aptas para este tipo de explotación, ver Figura 7 (Alcaldía Municipal de Chachagüí, 2018).

### Figura 6.

*Ubicación geográfica de la vereda de Matarredonda de Chachagüí.*



Fuente: Google Earth (2023).

La vereda de Matarredonda cuenta con grupos sociales como la Asociación de Prosumidores Agroecológicos Agrosolidaria Chachagüí y la Reserva Natural Comunitaria de Matarredonda, comprometidos con la protección ambiental de las cuencas hídricas, la reforestación y las prácticas agropecuarias sostenibles desde el grupo familiar y la localidad, lo que permite un cierto tipo de sostenibilidad con su ecosistema rural (López Romero, 2015, pp.

142–143). Además, la gestión del bienestar social de Matarredonda es una herramienta indispensable que permite entender la realidad de su comunidad de acuerdo con la Tabla 1.

### Figura 7.

*Actividades agropecuarias de la vereda de Matarredonda.*



Fuente: Reserva Natural Comunitaria - Matarredonda (2021).

### Tabla 1.

*Gestión del bienestar social de Matarredonda.*

Sector	Gestión
Salud	No cuenta con centro de salud propio, para recibir los servicios de salud de primer nivel los habitantes deben dirigirse al Centro de Salud Nuestra Señora de Fátima E.S.E del casco urbano. La mayoría de los habitantes están afiliados a Entidades Promotoras de Salud (EPS) de Régimen Subsidiado.
Educación	Solo se ofrece educación primaria en el Centro Educativo de Matarredonda. El bachillerato en instituciones públicas o privadas del casco urbano y para la educación superior desplazarse a otros municipios o ciudades como Pasto.
Cultura	Cuenta con grupos de música campesina y artesanos que pueden participar en festividades como el carnaval de negros y blancos (enero), las fiestas

Sector	Gestión
	patronales de la virgen de Fátima (mayo) y el festival de cometas y muestras campesinas (agosto). Además, cuenta con programas de biblioteca rural.
<b>Recreación y deportes</b>	No cuenta con escenarios deportivos y recreativos. Sin embargo, los deportes como el fútbol, fútbol de salón, baloncesto, voleibol, chaza, y frontón son deportes sobresalientes del municipio a los cuales toda la comunidad rural puede participar.
<b>Población vulnerable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay un bajo impacto de los programas de Reducción de la Mortalidad Infantil de menores de 0 a 5 años, Sustancias Psicoactivas, Planificación Familiar y Educación Sexual para los jóvenes.</li> <li>• Hay un alto número de beneficiarios de los programas sociales como del adulto mayor y más familias en acción.</li> <li>• Se registran víctimas del conflicto armado radicadas por hechos ocurridos en otros lugares dado que el municipio no es un punto crítico de violencia en derechos humanos.</li> </ul>
<b>Agua potable y saneamiento básico</b>	No cuenta con la cobertura del acueducto municipal, el servicio de agua es de carácter comunitario. No cuenta con tubería para tratamiento de las aguas residuales domésticas, por lo que el descargue del efluente es directamente en las cuencas hídricas. Los residuos sólidos se depositan o incineran a cielo abierto dado que el municipio no cuenta con relleno sanitario propio y la recolección de estos se limita solo en el casco urbano.
<b>Servicios públicos</b>	El 100% de la comunidad posee servicio de corriente eléctrica, pero no cuentan con alumbrado público rural.
<b>Vivienda digna</b>	En los últimos años el incremento del valor de tierra no ha permitido adquirir predios a personas de pobreza extrema, existe una baja gestión para acceder a los subsidios de vivienda lo que no permite tener una calidad de vida digna a los habitantes rurales.
<b>TICs</b>	Existe una baja cobertura de para el acceso a internet en las zonas rurales (4,9%), lo que no permite el acceso a equipos de cómputo y de ofimática. Además, no existen antenas de wifi gratis en la vereda.

Fuente: Alcaldía Municipal de Chachagüí (2020).

## **Marco de Referencia**

Este marco de referencia incluye aspectos tanto teóricos, conceptuales y normativos relevantes para el desarrollo del presente proyecto aplicado. A continuación, se presentan antecedentes, marco teórico, marco conceptual y marco normativo.

### **Antecedentes**

En estos antecedentes se explicará el contexto principal del proyecto de forma internacional, nacional y departamental para comprender el tema principal introduciendo estudios ya realizados y publicados por otros investigadores y conocer los resultados que se obtuvieron en estos.

#### ***Antecedentes internacionales***

Según Aguirre & Paredes Cuervo (2023), la seguridad y gobernanza del agua se enfocan en la protección, gestión y distribución equitativa de los recursos hídricos, así como en la promoción de políticas y prácticas sostenibles para garantizar la disponibilidad y el acceso al agua para todos preservando al mismo tiempo los ecosistemas acuáticos (p. 1). No obstante, la seguridad y la gobernanza han permitido crear contenido informativo para realizar diagnósticos relacionados con el tratamiento del agua para el consumo humano desde distintas visiones en de cualquier parte del mundo. Además, la seguridad del agua busca garantizar que todas las personas tengan el acceso al agua potable y al saneamiento básico promoviendo la equidad y la justicia social, la gobernanza se refiere al conjunto de instituciones, políticas, procesos y mecanismos que rigen la gestión del agua (Jiménez et al., 2020).

En los últimos 22 años se han encontrado 402 documentos como libros, artículos y actas de conferencias de la seguridad y gobernanza del agua que han permitido crear más de 6031 citas en revistas científicas de 10 países (Aguirre & Paredes Cuervo, 2023, p. 6). Algunas experiencias

recientes de acueductos comunitarios en el contexto de Latinoamérica y el Caribe se presentan a continuación:

**En el Distrito de Coviriali, Provincia de Satipo (Perú):** Rojas Cazo (2023), diagnosticó el sistema de abastecimiento del centro poblado de Bellavista. El sistema de abastecimiento no presentó buenas condiciones de infraestructura, sus cámaras de almacenamiento tenían humedad y erosión, la tubería y las válvulas oxidación, la cloración era escasa al no contar con una correcta operación y mantenimiento del personal.

**En Abangares (Costa Rica):** Castro Vega & Obando Zamora (2023), propusieron un plan de seguridad del agua para la Asociación Administradora del Acueducto y Alcantarillado de Peñas Blancas. Durante el desarrollo del plan se pudo observar que la asociación contaba con un sistema de abastecimiento y líneas de distribución en pésimas condiciones, algunos usuarios no contaban con agua en sus viviendas y debían acarrearla desde los tanques de almacenamiento, el agua captada y distribuida presentaba altos índices de salinización poniendo en riesgo la salud de los habitantes.

**En el Distrito y Provincia de Recuay (Perú):** Villacorta Aban (2023), evaluó el sistema de abastecimiento de agua potable de Antapurhuay y Yanamito. El sistema presentó deterioro desde la captación a falta de mantenimiento en las unidades y fugas en las líneas de conducción, el servicio de agua no era continuo ni potable al no presentar cloración, generando escasez del recurso y enfermedades por el consumo del agua en los habitantes.

**En la Parroquia de Veracruz, Provincia de Pastaza (Ecuador):** Medina Pico (2022), presentó una propuesta de mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la calidad de vida de la comunidad Las Peñas. El sistema de abastecimiento no cumplía

con las condiciones para garantizar suministro y agua potable a la comunidad, por lo que se requería la implementación de uno nuevo con personal capacitado.

**En el Distrito de Huayán, Provincia de Huarney (Perú):** Vila Reyes (2021), diagnosticó el sistema de abastecimiento de agua potable de Huayán. El sistema se encontró en estado de deterioro, no se realizaba mantenimiento frecuente, permitiendo la entrada de materia orgánica y partículas externas a falta de un sistema de rejillas que lo protegiera, ocasionando a su vez enfermedades gastrointestinales en la comunidad de Huayán.

**En la Provincia de Paita, Piura (Perú):** Zapata Astudillo (2020), diagnosticó el sistema de agua potable del caserío de San Isidro. La infraestructura del sistema tenía una antigüedad de 20 años ocasionando deterioro en las unidades, la tubería estaba en pésimas condiciones por ser de asbesto, el agua se estancaba en las unidades generando la llegada de vectores como los zancudos, según los habitantes se presentaban casos de enfermedades gastrointestinales en niños.

**En el Pacífico Norte de Costa Rica:** Serrano et al. (2019), evaluaron la gestión de 9 Asociaciones Administradoras de Acueducto y Alcantarillado para determinar si proveían agua segura a las comunidades. Se obtuvo que las asociaciones prestaban continuidad en el servicio, pero el agua no cumplía con algunos parámetros en su calidad, los acueductos se encontraban en condiciones vulnerables a eventos hidrometeorológicos costeros y la antigüedad de estos sistemas ocasionaban entrada de agentes contaminantes externos a falta del mantenimiento con el que no contaban.

### *Antecedentes nacionales*

**En el corregimiento de Puerto Bogotá, Guaduas (Cundinamarca):** Olarte Gutiérrez & Saldaña Rodríguez (2023), realizaron el consolidado documental de los reportes ÍRCA del portal SIVICAP entre los años 2020 e inicios de 2023 del corregimiento de Guaduas para su posterior

análisis fisicoquímico y microbiológico de laboratorio. Se encontró que tanto pH, alcalinidad total, dureza, fosfatos y coliformes totales sobrepasaban los límites de la Resolución 2115 de 2007, los demás parámetros fueron aceptables.

Los investigadores profundizaron que un alto contenido de fosfatos en el agua podía generar enfermedades cardiovasculares y cáncer de vejiga a largo plazo, y podía incidir en el crecimiento bacteriano de *salmonella* y *campilobacteriosis*. Debido al abandono del acueducto comunitario y a su mantenimiento, no se podía garantizar el ablandamiento del líquido que estabilizara tanto pH, alcalinidad total, dureza y fosfatos, además no se podía asegurar la eliminación total de los microorganismos dado que la cloración era casi nula.

**En la Laguna Verde, Localidad de Sumapaz (Bogotá):** Mahecha Hernández & Centeno Beltrán (2023), evaluaron el estado físico, técnico y de cobertura del acueducto veredal de Sumapaz. Los resultados reflejaron que el acueducto veredal se encontraba en estado de abandono ante falta de los conocimientos técnicos de la comunidad, la presión de las tuberías era bastante alta por lo que se presentaban daños y por ende suspensión del servicio.

Adicionalmente, el tanque del almacenamiento comunitario era de hierro expuesto a la oxidación del ambiente, del cual se realizaban las pruebas de laboratorio del SIVICAP que reportaban un ÍRCA del 66,1%, siendo un agua riesgosa para el consumo humano. Además, el abandono por parte de las entidades de orden nacional del distrito de Bogotá era evidente, lo que no permitía garantizar las necesidades básicas del agua potable a la comunidad.

**En las veredas Charcón, Brasil, Florida, Cuatro Esquinas y Los Medios del municipio del Carmen de Apicalá (Tolima):** Rincón Molina & Novoa Rodríguez (2022), diagnosticaron la infraestructura de la red de acueducto de las veredas. El acueducto comunitario y su red se encontraban en buenas condiciones de operación y mantenimiento, los resultados de

calidad de agua para el consumo humano cumplían los límites permisibles de la Resolución 2115 de 2007, siendo un agua potable para estas veredas.

**En las veredas El Arca y Quinamayó, Santander de Quilichao (Cauca):** Fernández Sánchez (2022), realizó un plan de mejoramiento del sistema de suministro hídrico de esas veredas. Se encontró que el sistema de suministro tenía una deficiencia de operación superior al 50%, no se encontraron planos para realizar el análisis estructural. El agua era de muy mala calidad de la cual se reportaba un 30% de casos confirmados por enfermedades de origen hídrico que ponían en riesgo la salud pública del lugar. El plan de mejoramiento fue realizado por el investigador y la comunidad en aras de tener en cuenta sus necesidades para acceder al agua de suministro.

**En la vereda de San Isidro, Guarne (Antioquia):** Urrea Minota (2020), realizó una propuesta de mejoramiento de los acueductos comunitarios tomando como caso de estudio el de San Isidro. Los 33 acueductos de Guarne presentaron un ÍRCA de riesgo medio al igual que el de San Isidro, las características de calidad de agua como pH, turbiedad, color aparente, cloro residual libre, coliformes totales y E-Coli de la Resolución 2115 de 2007 sobrepasaban los límites, por lo que se realizó un plan de operación y mantenimiento del acueducto comunitario de Guarne como una propuesta de mejoramiento.

**En Acumiramar (Ibagué):** Garzón Quiroga, 2020, propuso el diseño de una planta potabilizadora para el mejoramiento de la calidad de agua para consumo humano del acueducto comunitario. El acueducto debía implementar el proceso de cloración por los altos contenidos de coliformes fecales de la quebrada “El Tejar y La Gallinaza” que reportaban un ÍRCA de alto riesgo. Proponiendo así la planta de tipo convencional que implementara este proceso, las demás unidades del sistema fueron aceptables según el diagnóstico realizado.

**En la vereda Agualinda Chiguaza, Localidad quinta de Usme (Bogotá):** Hernández Suárez & Raigoso Gómez (2018), diseñaron un plan de mejoramiento para la planta de potabilización del acueducto comunitario veredal. Esta se encontraba en deterioro del 88,89% en su infraestructura, los fontaneros no contaban con la capacitación necesaria para realizar las actividades de operación y mantenimiento. Sin embargo, el agua captada presentó buenas características de calidad con un ÍRCA de 1,87% siendo segura para el consumo, además el proyecto fue acogido de muy buena manera por la asociación comunitaria de acueducto para implementar el manual propuesto por la investigación.

#### *Antecedentes departamentales*

**En la vereda Yunguilla de La Florida (Nariño):** Portilla Moica (2021), realizó el diagnóstico del acueducto comunitario para diseñar uno nuevo. A partir de este diagnóstico se pretendió diseñar una planta de agua potable, dado que el sistema de abastecimiento veredal no cumplía con los procesos unitarios complementarios que potabilicen el líquido que presentaba un alto contenido de contaminantes químicos lo que perjudicaba la salud de los usuarios con infecciones y enfermedades diarreicas. Mediante el diagnóstico se logró identificar la problemática respecto del agua potable que tenía la comunidad.

Se realizó una encuesta a una muestra de familias campesinas identificando que el agua no era potable para consumirse directamente al no contar con un tratamiento previo, ocasionado enfermedades adquiridas por el consumo de agua contaminada. Lo cual permitió conocer que la comunidad estaría de acuerdo con aportar recursos y materiales para la construcción de la planta de potabilización propuesta por la investigación realizada.

**En el corregimiento de Guapusal Alto de Funes (Nariño):** Enríquez Figueroa (2019), diagnosticó la calidad del agua del acueducto comunitario de Guapusal Alto. Se evaluó la

infraestructura del acueducto y se encuestó la percepción que tienen los suscriptores al no contar con un servicio que asegure la potabilidad del líquido. La zona cuenta con una buena oferta del líquido por sus condiciones ambientales de bosque y esta clase de investigaciones no se habían realizado con anterioridad.

El diagnóstico determinó que, el agua del acueducto presentaba un ÍRCA “Inviabile sanitariamente” al presentar contaminación por coliformes de ganado bovino, además los resultados de la evaluación del sistema de abastecimiento determinaron que no cumple varios lineamientos técnicos del RAS. Por último, hubo muy buena aceptación por los suscriptores encuestados, manifestaron el interés por esta clase de investigaciones que pueden ayudar a mejorar la calidad de vida de estos lugares.

**En la vereda El Paraíso de Colon, Génova (Nariño):** Muñoz Ñañez & Delgado Nacaza (2019), implementaron el proceso de cloración al acueducto comunitario. Los resultados de las características de la calidad del agua en la vereda arrojaban un ÍRCA “Inviabile sanitariamente” debido a la mala disposición final de las aguas sanitarias que contaminaban los cuerpos de agua, incidiendo con una alta tasa de enfermedades diarreicas reportadas por la E.S.E. del municipio.

Por lo cual, con este proyecto se implantó una caseta de cloración en el sistema de abastecimiento con los datos obtenidos de los habitantes encuestados. Se construyó la caseta de cloración en el sistema de abastecimiento de la vereda, mejorando los resultados de las muestras de agua realizadas por el INS disminuyendo la tasa de enfermedades diarreicas reportadas por la E.S.E. Hubo una muy buena aceptación por la comunidad veredal al implementar este tipo de tecnologías que mejoran la calidad de vida para el uso del agua doméstica.

## **Marco Teórico**

Para el desarrollo de este marco, se tienen en cuenta los conceptos de calidad de agua, enfermedades del agua, saneamiento básico rural y de los sistemas de abastecimiento de agua convencionales y los no convencionales existentes.

### ***Calidad de agua***

Calidad de agua hace referencia a un conjunto de condiciones y características físicas, químicas y microbiológicas que se deben cumplir para su consumo, estas características al ser alteradas por actividades antrópicas o naturales producto de una contaminación desequilibran su calidad. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2019, p. 219). Los cuerpos de agua pueden poseer buenas características físicas, químicas y microbiológicas que al reaccionar con otros elementos y microorganismos del entorno se pueden alterar (Vargas & Castellanos, 2020).

Para determinar la calidad de agua se comparan los resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos con unas directrices o estándares de calidad de agua que por lo general se emplean para el consumo humano. No obstante, se puede emplear para otros usos que permitan obtener la calidad de agua deseada en ellos (Baeza Gómez, 2016). En cuanto a su uso en el agua potable, la OMS establece que debe estar libre patógenos, químicos, sustancias físicas y material radioactivo que puede afectar la salud humana generando enfermedades infecciosas. Por lo que se debe garantizar un tratamiento que asegure su potabilidad y seguridad para el consumo humano (Carvajal et al., 2019, p. 5).

Para determinar las características del agua se realizan pruebas, análisis o parámetros de medición dentro y/o fuera de un laboratorio como los que se pueden observar en la Tabla 2.

**Tabla 2.***Características del agua y parámetros de medición.*

<b>Características</b>	<b>Definición</b>	<b>Parámetros</b>
<b>Físicas</b>	Son las que se pueden identificar a simple vista, para determinar la complejidad de su tratamiento de clarificación y potabilización.	Turbiedad, color, visibilidad, olor y sabor, temperatura y sólidos.
<b>Químicas</b>	Hace referencia a las sustancias químicas disueltas y presentes en el agua, pueden ser de origen natural o antrópico que le pueden dar una alta dureza y afectar la salud de quienes la beben sin tratamiento.	pH, conductividad, acidez, alcalinidad, dureza, grasas, detergentes, hierro y manganeso, nitrógeno, fosforo, clorofila, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y sustancias tóxicas.
<b>Microbiológicas</b>	Se refiere a los microorganismos patógenos presentes en el agua, que pueden causar enfermedades a los seres vivos por medio de bacterias, virus, algas, hongos y protozoos.	Coliformes totales, coliformes fecales, estreptococos totales y Escherichia coli.

Fuente: Chacón Chaquea (2017) &amp; Sierra Ramírez (2011).

***Enfermedades del agua***

El agua al estar expuesta al medio ambiente y a las interacciones humanas puede llegar a alterar sus características físicas, químicas y microbiológicas por lo que se debe garantizar un buen

tratamiento y potabilización, de lo contrario el agua contaminada puede vehiculizar enfermedades que afectarán la salud de quienes la tomen, ver Figura 8 (INS, 2016, p. 13).

**Figura 8.**

*Interacciones de enfermedades vehiculizadas por el agua.*



Fuente: Instituto Nacional de Salud (INS, 2016)

Las enfermedades vehiculizadas por el agua se clasifican en transmitidas por el agua, con base u originadas en agua, de origen vectorial y las que son por falta de agua. Distintos tipos de microorganismos y de enfermedades interaccionan en cada uno de estos grupos perjudicando la salud pública en lugares donde los cuerpos de agua no poseen buenas características.

En este orden de ideas las enfermedades transmitidas por el agua son causadas por ingerir agua contaminada con la presencia de microorganismos patógenos de origen fecal humano y/o animal como bacterias, virus, parásitos y hongos. Algunas de estas enfermedades están agrupadas dentro del término Enfermedad Diarreica Aguda (EDA), que es utilizado para describir una infección en el tracto gastrointestinal provocado por distintos tipos de microorganismos patógenos (Tabla 3), y otras enfermedades que también se pueden transmitir por el agua según la Tabla 4 (INS, 2016, p. 13).

**Tabla 3.***Enfermedad diarreica aguada (EDA).*

<b>Microorganismo</b>	<b>Trasmisión</b>	<b>Síntomas</b>	<b>Enfermedades</b>
<b><i>Staphylococcus aureus</i></b>	Contacto directo con el agua y con los alimentos contaminados que se ingieren.	Fiebre, dolor de cabeza, dolor muscular, náuseas, vómitos y diarrea.	Infecciones de piel, infecciones del tracto respiratorio e intoxicación alimentaria.
<b><i>Campylobacter jejuni</i></b>	Contacto directo con el agua y con los alimentos contaminados que se ingieren.	Fiebre, dolor abdominal, diarrea (a veces con sangre) y vómitos.	Gastroenteritis.
<b><i>Escherichia coli</i></b>	Contacto directo con el agua y con los alimentos contaminados que se ingieren.	Dolor abdominal, diarrea (a veces con sangre) y fiebre.	Gastroenteritis e infecciones del tracto urinario.
<b><i>Shigella</i></b>	Contacto directo con el agua y con los alimentos contaminados que se ingieren.	Dolor abdominal, diarrea (a veces con sangre), fiebre, náuseas y vómitos.	Disentería.
<b>Rotavirus</b>	Contacto fecal-oral, contacto directo con superficies contaminadas.	Fiebre, diarrea acuosa, náuseas y vómitos.	Gastroenteritis.
<b>Enterovirus</b>	Contacto fecal-oral, contacto directo con superficies contaminadas.	Fiebre, dolor de cabeza, dolor muscular, náuseas, vómitos y erupción cutánea.	Infecciones respiratorias, gastroenteritis, meningitis o poliomiелitis

Fuente: (Cano et al., 2021; Boldock et al., 2018; Liu et al., 2017; Manges, 2016; &amp; Franco, 2012)

**Tabla 4.***Enfermedades transmitidas por el agua.*

<b>Enfermedad</b>	<b>Microorganismo</b>	<b>Trasmisión</b>	<b>Síntomas</b>
<b>Hepatitis A</b>	Virus de la Hepatitis A (VHA)	Ingestión de alimentos o agua contaminados, contacto fecal-oral.	Fiebre, fatiga, náuseas, dolor abdominal e ictericia en algunos casos (color amarillento de ojos y piel).
<b>Fiebre tifoidea y paratifoidea</b>	<i>Salmonella entérica</i>	Ingestión de alimentos o agua contaminados, contacto fecal-oral.	Fiebre, dolor abdominal, cefalea, diarrea (a veces con sangre) y erupciones cutáneas.
<b>Cólera</b>	<i>Vibrio cholerae</i>	Ingestión de alimentos o agua contaminados, contacto fecal-oral.	Diarrea acuosa (a veces con sangre), náuseas, vómitos y deshidratación.
<b>Leptospirosis</b>	<i>Leptospira spp.</i>	Ingestión de alimentos o agua contaminados, contacto fecal-oral.	Fiebre, dolor muscular, dolor de cabeza, náuseas, vómitos y diarrea.

Fuente: (Cano et al., 2021; Boldock et al., 2018; Liu et al., 2017; Manges, 2016; &amp; Franco, 2012)

Por otro lado, las enfermedades con base u originadas en agua se originan por la contaminación fecal humano y/o animal de las aguas, lo cual va a generar enfermedades de origen parasitario intestinal manifestándose en forma de larvas, gusanos, lombrices o huevecillos (Tabla 5). Si estos agentes infecciosos no son eliminados durante el tratamiento del agua pueden representar un riesgo para la salud pública, por lo que es fundamental garantizar que el agua que se consume sea tratada adecuadamente (INS, 2016, p. 13).

**Tabla 5.***Enfermedades con base u originadas en agua.*

<b>Enfermedad</b>	<b>Microorganismo</b>	<b>Trasmisión</b>	<b>Síntomas</b>
<b>Criptosporidiosis</b>	<i>Cryptosporidium spp.</i>	Ingestión de agua o alimentos contaminados, contacto fecal-oral, contacto directo con animales infectados.	Diarrea acuosa, dolor abdominal, náuseas, vómitos y fiebre.
<b>Giardiasis</b>	<i>Giardia lamblia</i>	Ingestión de agua o alimentos contaminados, contacto fecal-oral.	Diarrea acuosa, dolor e hinchazón abdominal, náuseas, vómitos y fatiga
<b>Amebiasis</b>	<i>Entamoeba histolytica</i>	Ingestión de agua o alimentos contaminados, contacto fecal-oral.	Dolor abdominal, cólicos, diarrea (a veces con sangre), fiebre y náuseas.
<b>Ascaridiasis</b>	<i>Ascaris lumbricoides</i>	Ingestión de huevos del parásito en agua o alimentos contaminados.	Dolor abdominal, diarrea o estreñimiento, náuseas, vómitos y pérdida de peso, obstrucción intestinal en casos graves.
<b>Esquistosomiasis</b>	<i>Schistosoma spp.</i>	Contacto con agua dulce contaminada con larvas del parásito.	Comezón, erupción cutánea, fiebre, dolor abdominal, diarrea y sangre en la orina, daño hepático y urinario en casos crónicos.

Fuente: (Cano et al., 2021; Boldock et al., 2018; Liu et al., 2017; Manges, 2016; &amp; Franco, 2012)

En cuanto a las enfermedades de origen vectorial, son causadas por insectos como los mosquitos y los zancudos (Tabla 6), que actúan como vectores depositando microorganismos patógenos como virus, bacterias o huevecillos en los cuerpos de agua (INS, 2016, p. 13).

**Tabla 6.**

*Enfermedades de origen vectorial.*

<b>Enfermedad</b>	<b>Microorganismo</b>	<b>Trasmisión</b>	<b>Síntomas</b>
<b>Malaria</b>	<i>Plasmodium spp.</i>	Picadura de mosquitos infectados del género <i>Anopheles</i> .	Fiebre, dolor de cabeza, escalofríos, sudores, dolor muscular y en las articulaciones.
<b>Dengue</b>	Virus del dengue	Picadura de mosquitos infectados del género <i>Aedes</i> .	Fiebre alta, dolor de cabeza, dolor detrás de los ojos, erupción cutánea, dolor muscular y en las articulaciones.
<b>Fiebre amarilla</b>	Virus de la fiebre amarilla	Picadura de mosquitos infectados del género <i>Aedes</i> o <i>Haemagogus</i> .	Fiebre, dolor de cabeza, náuseas, vómitos, dolor muscular y en las articulaciones e ictericia en algunos casos.
<b>Chikunguña</b>	Virus del Chikunguña	Picadura de mosquitos infectados del género <i>Aedes</i> .	Fiebre alta, dolor en las articulaciones, dolor muscular y erupción cutánea.
<b>Zika</b>	Virus del Zika	Picadura de mosquitos infectados del género <i>Aedes</i> .	Fiebre, erupción cutánea, conjuntivitis, dolor muscular y en las articulaciones.

Enfermedad	Microorganismo	Trasmisión	Síntomas
<b>Leishmaniasis</b>	<i>Leishmania spp.</i>	Picadura de mosquitos infectados del género <i>Phlebotomus</i> o <i>Lutzomyia</i> .	Úlceras en la piel, fiebre, anemia, dolor muscular y en las articulaciones.
<b>Chagas</b>	<i>Trypanosoma cruzi</i>	Picaduras de insectos triatominos infectados como las chinches, transfusiones de sangre contaminada y transmisión de madre a hijo.	Fiebre, hinchazón en los párpados o extremidades, dolor de cabeza, dolor muscular, inflamación del hígado o del bazo.
<b>Filariasis</b>	<i>Wuchereria bancrofti</i> , <i>Brugia malayi</i> , <i>Brugia timori</i>	Picadura de mosquitos infectados del género <i>Culex</i> , <i>Aedes</i> o <i>Anopheles</i> .	Hinchazón de los brazos, las piernas, los genitales y otras partes del cuerpo, fiebre, dolor muscular y en las articulaciones.
<b>Oncocercosis</b>	Parásito <i>Onchocerca volvulus</i>	Picadura de mosquitos infectados del género <i>Simulium</i> .	Picazón intensa, lesiones cutáneas, prurito, inflamación de los ojos y ceguera.

Fuente: (Cano et al., 2021; Boldock et al., 2018; Liu et al., 2017; Manges, 2016; & Franco, 2012)

Finalmente, las enfermedades por falta de agua son causadas por diversas actividades como la industria, la minería o la agricultura que liberan sus aguas residuales contaminando las cuencas hídricas con productos tóxicos, afectando a su vez a los ecosistemas acuáticos y la salud humana cuando se ingieren, se inhalan o se tocan. Las enfermedades más comunes son las transmitidas por alimentos, respiratorias y parasitarias por la presencia de agentes etiológicos como los priones, virus, bacterias y eucariontes que pueden infectar e intoxicar, ver en Tabla 7 (INS, 2016, p. 13).

**Tabla 7.***Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (ETAS).*

<b>Enfermedad</b>	<b>Microorganismo</b>	<b>Trasmisión</b>	<b>Síntomas</b>
<b>Infecciones alimentarias</b>	Diversos microorganismos, como <i>Salmonella</i> , <i>Campylobacter</i> , <i>Listeria</i> o la <i>E. coli</i> .	Alimentos, agua o utensilios de cocina contaminados con patógenos por el mal manejo de alimentos.	Náuseas, vómitos, diarrea, dolor abdominal, fiebre o deshidratación en casos graves.
<b>Intoxicaciones alimentarias</b>	Diversas toxinas producidas por hongos o mariscos contaminados con microorganismos como <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Clostridium botulinum</i> .	Alimentos contaminados con toxinas, mal refrigerados o manipulados incorrectamente.	Náuseas, vómitos, dolor abdominal, diarrea, debilidad muscular, visión borrosa, dificultad para hablar y tragar.
<b>Infección Respiratoria Aguda (IRA)</b>	Diversos microorganismos, como virus respiratorios (influenza, rinovirus, virus sincitial respiratorio), bacterias ( <i>Streptococcus pneumoniae</i> , <i>Haemophilus influenzae</i> ).	Contacto con secreciones respiratorias de personas infectadas (tos, estornudos), contacto con superficies contaminadas o por el contacto cercano con animales.	Tos, fiebre, dolor de cabeza, dolor de garganta, secreción nasal y malestar general.
<b>Geohelmintiasis</b>	Diversos helmintos, como <i>Ascaris lumbricoides</i> , <i>Trichuris trichiura</i> , <i>Necator americanus</i> , <i>Ancylostoma duodenale</i>	Consumo de alimentos o agua contaminados con heces humanas o contacto directo con suelo contaminado.	Dolor abdominal, diarrea, anemia, debilidad, retraso en el crecimiento y desarrollo en los niños.

Fuente: (Cano et al., 2021; Boldock et al., 2018; Liu et al., 2017; Manges, 2016; &amp; Franco, 2012)

### *Saneamiento básico rural*

El manejo del saneamiento básico rural es complejo, debido a que en la mayoría de las ocasiones su gestión debe ser comunitaria, debe existir cooperativismo entre los habitantes para responder ante los distintos factores y necesidades como en el saneamiento del agua, su control y vigilancia de los distintos sistemas de abastecimiento para garantizar su cantidad, calidad, continuidad y tal como se observa en la Tabla 8 (Barrios Napurí et al., 2009, p. 25).

**Tabla 8.**

*Factores del agua y su saneamiento en las zonas rurales.*

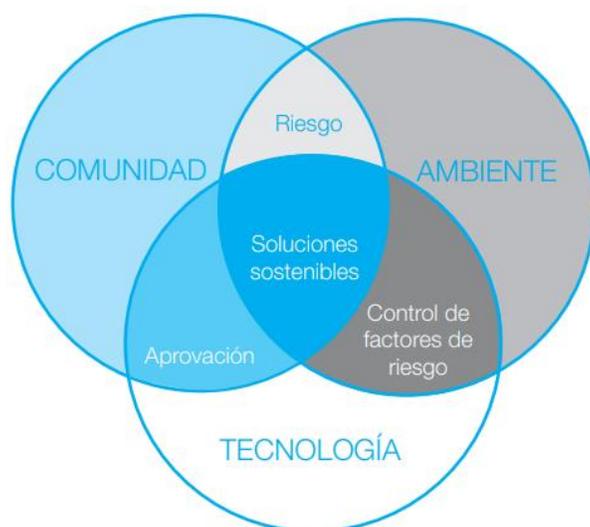
<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>	<b>Estudios</b>
<b>Complejidad</b>	La complejidad se refiere a la dificultad de proporcionar acceso al agua y saneamiento debido a factores geográficos, sociales y económicos.	Las fuentes de abastecimiento, la oferta de agua, los recursos de los habitantes y el acceso a ellos, la distancia entre las viviendas, la falta de tecnologías, el personal capacitado y la falta de supervisión de la calidad de agua.
<b>Demanda</b>	La demanda se refiere a la cantidad de agua y al saneamiento necesario para satisfacer las necesidades básicas de la población rural.	Aprovechar los recursos estableciendo ideas coherentes con los recursos locales y regionales, la conservación ambiental por medio del reciclaje y el uso de tecnologías limpias y la participación comunitaria de los usuarios impulsando el desarrollo de la comunidad.
<b>Sostenibilidad</b>	Los factores de sostenibilidad se refieren a la capacidad de las soluciones de agua y saneamiento para ser sostenibles a largo plazo.	Tamaño de la zona, demanda, solución adecuada a los problemas, sistema de baja complejidad con un buen diseño, capacidad de administrar y gestionar el sistema, capacitación de los operadores y el apoyo externo local.

Fuente: Castro & Pérez (2009).

Además de los anteriores factores, la participación de los habitantes es fundamental dentro de un componente social dado que operan, mantienen y controlan a través de líneas de acción para generar un líquido apto para el consumo y su final distribución (Figura 9). Sin embargo, esto no es suficiente para garantizar su sostenibilidad, dado que se deben superar los factores claves anteriormente mencionados y que no se llegue a necesitar de ayuda externa (Barrios Napurí et al., 2009, pp. 26–27).

**Figura 9.**

*Diagrama de líneas de acción.*



Fuente: Castro & Pérez (2009).

La línea técnica se refiere a la parte económica la cual se debe implementar a los requerimientos de la comunidad como la cobertura, el incremento, la infraestructura, la administración y la operación entre otros; en cuanto la línea social, al trabajo en equipo de la comunidad para garantizar un buen servicio; y la línea ambiental, al cuidado del agua, del ecosistema y de la fuente de abastecimiento de la cual son beneficiarios los usuarios y la comunidad en general (Barrios Napurí et al., 2009, pp. 27–28).

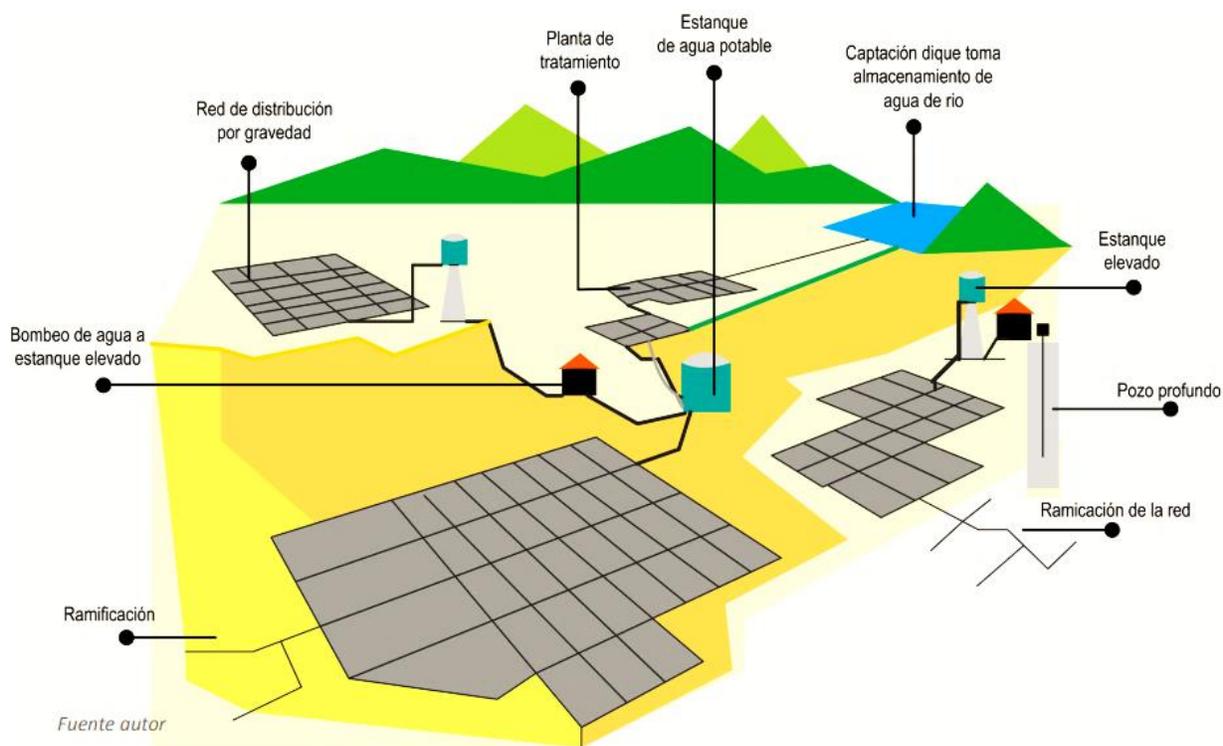
### *Sistemas de abastecimiento de agua*

La captación de aguas puede provenir de distintas fuentes de abastecimiento que pueden ser dirigidas por gravedad o bombeo clasificándose según su origen. Por ejemplo, el agua meteórica, se originan de las aguas lluvias; el agua superficial, proviene de lagos, cuencas y embalses; el agua de mar, del mar y del océano generalmente salada; y el agua de manantial, que brota de la tierra de manera natural originándose por filtración de lluvias o nieves (Ramírez, 2016, p. 12).

Cualquier tipo de fuente puede ser dirigida a un sistema de abastecimiento como un acueducto para un tratamiento previo y final distribución en los hogares para su consumo (Figura 10). También pueden ser dirigida desde la fuente hasta el área de consumo sin tratamiento previo dependiendo de las características que el líquido tenga (Barrios Napurí et al., 2009, p. 39).

#### **Figura 10.**

*Diagrama de un sistema de acueducto.*



Fuente: Ramírez (2016).

Dentro de una Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) o sistema de acueducto, pueden existir distintos procesos unitarios para tratar el líquido dependiendo de su complejidad y que este sea apto para el consumo humano y a la demanda que se requieran (Tabla 9).

**Tabla 9.**

*Procesos unitarios en el tratamiento de potabilización del agua en plantas convencionales.*

<b>Proceso unitario</b>	<b>Descripción</b>
<b>Captación</b>	Se lleva a cabo en una fuente de agua como un río o lago. El agua se recoge y se canaliza hacia la PTAP. La captación también puede ser por bombeo del agua subterránea.
<b>Conducción</b>	Es el sistema de tubería que conduce el agua de la captación.
<b>Pretratamiento o desarenación</b>	El agua se somete a una serie de procesos para eliminar las impurezas más grandes como ramas, hojas, piedras y otros objetos no deseados. Este proceso incluye la eliminación de sólidos suspendidos y arenas mediante la sedimentación.
<b>Coagulación y floculación</b>	Se agrega un coagulante al agua para unir las impurezas y formar flóculos más grandes. Después los flóculos se aglutinan y se eliminan mediante procesos de floculación como la agitación y la aireación.
<b>Sedimentación</b>	El agua se deja en reposo para permitir que los flóculos se depositen en el fondo del tanque.
<b>Filtración</b>	El agua se filtra a través de arena, carbón activado y otros medios para eliminar las impurezas más pequeñas y las partículas en suspensión que no se eliminaron durante la sedimentación.
<b>Desinfección o cloración</b>	Se agregan productos químicos como el cloro para matar las bacterias y otros microorganismos que pueden estar presentes en el agua.
<b>Almacenamiento y distribución</b>	El agua tratada se almacena en tanques de almacenamiento y se distribuye a través de una red de tuberías hasta los hogares.

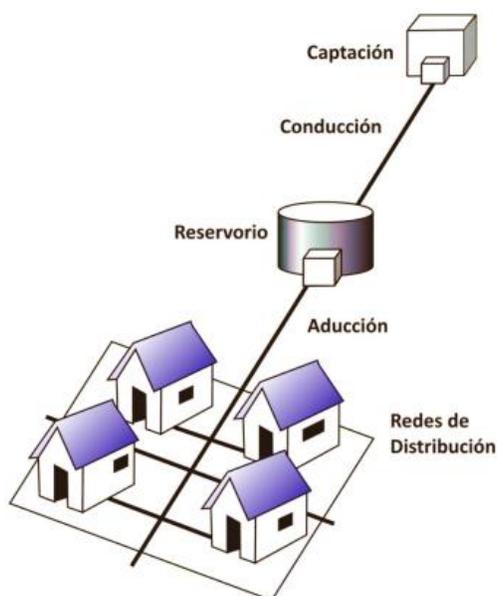
Fuente: Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC, 2023).

Los conceptos anteriores son fundamentales para comprender los siguientes sistemas de abastecimiento de agua convencionales con tratamiento y los que son sin tratamiento. Por

ejemplo, los sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento se emplean utilizando la fuerza de la gravedad para trasportar el agua desde su fuente, por lo general el líquido es de buena calidad y no requiere de un tratamiento complementario aparte de la cloración, su supervisión es minina pero constante para un ideal funcionamiento (Figura 11). Sin embargo, las aguas pueden contener un alto contenido de sales disueltas (Barrios Napurí et al., 2009, p. 39).

### Figura 11.

*Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento.*

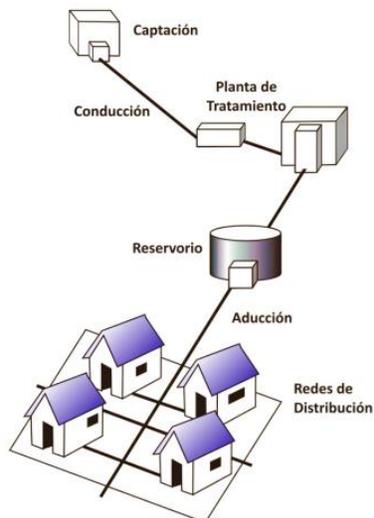


Fuente: Castro & Pérez (2009).

Por otro lado, los sistemas de abastecimiento por gravedad con tratamiento se emplean utilizando la fuerza de la gravedad para trasportar el agua desde su fuente, por lo general las aguas superficiales requieren clarificación y cloración dado que no presentan buenas características físicas, químicas y microbiológicas (Figura 12). Además, estos sistemas requieren de personal capacitado, de químicos coagulantes, floculantes y desinfectantes para tratar el agua cruda, lo que puede incrementar las tarifas para los usuarios (Barrios Napurí et al., 2009, p. 40).

**Figura 12.**

*Sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento.*

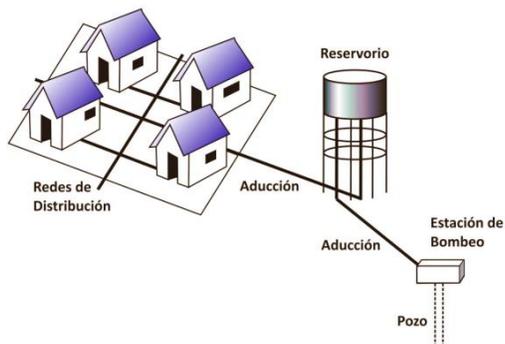


Fuente: Castro & Pérez (2009).

Continuando, los sistemas de abastecimiento por bombeo sin tratamiento están constituidos por aguas subterráneas que son extraídas por bombeo, por lo general presentan buenas características de calidad de agua (Figura 13). Sin embargo, estos sistemas generan un alto costo por el uso de energía y de personal capacitado lo que puede incrementar las tarifas para los usuarios (Barrios Napurí et al., 2009, p. 41).

**Figura 13.**

*Sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento.*

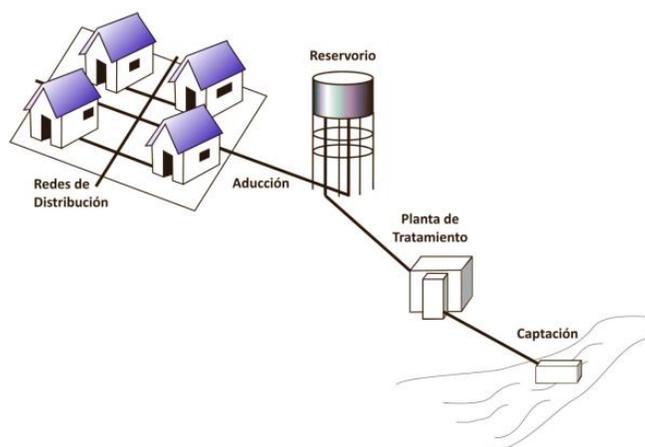


Fuente: Castro & Pérez (2009).

Adicionalmente, los sistemas de abastecimiento por bombeo con tratamiento requieren de una planta para bombear el agua de la captación y de otra para tratarla al no presentar buenas características físicas químicas y microbiológicas (Figura 14). Además, estos sistemas presentan muchas desventajas por los altos costos y el personal capacitado de mantenimiento. El servicio de agua puede ser limitado y todos estos costos los deben asumir los usuarios (Barrios Napurí et al., 2009, p. 42).

**Figura 14.**

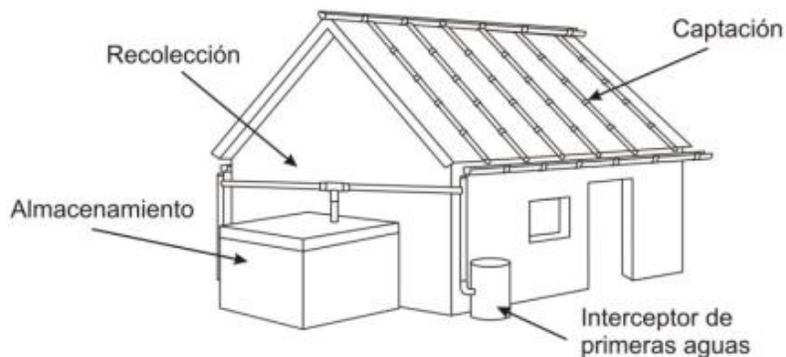
*Sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento.*



Fuente: Castro & Pérez (2009).

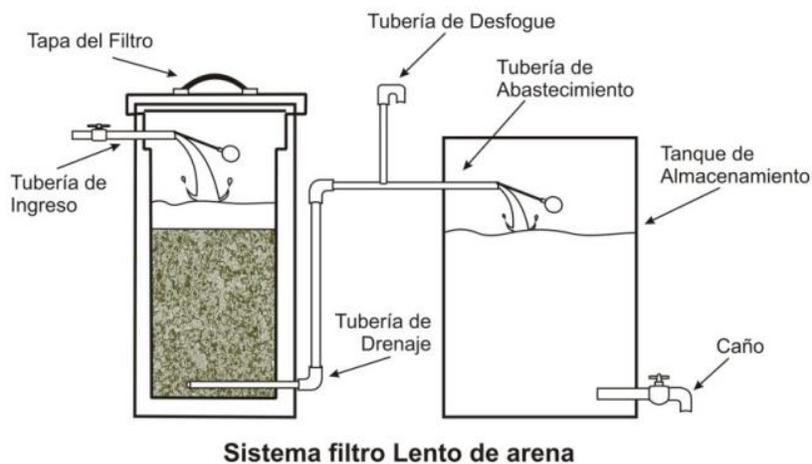
Los sistemas no convencionales de abastecimiento de agua son medidas tecnológicas para dar soluciones individuales o multifamiliares aprovechando las pequeñas fuentes de agua que por lo general pueden ser de carácter intradomiciliario para el almacenamiento y la desinfección del líquido (Castro & Pérez, 2009, p. 83).

Un sistema no convencional de tipo familiar es la captación de agua lluvia, dado que el agua lluvia que cae en el techo se dirige por unos canales hasta un tanque de abastecimiento para una posterior desinfección y consumo (Figura 15). Son muy económicos de construir, pero el estar acondicionados a las lluvias los ponen en desventaja (Castro & Pérez, 2009, p. 83).

**Figura 15.***Captación de agua lluvia.*

Fuente: Castro &amp; Pérez (2009).

Por otro lado, el filtro lento de arena es un sistema de tipo familiar constituido por dos tanques, el primero contiene arena clasificada la cual filtra el agua reteniendo la materia orgánica como los sólidos, el agua del fondo pasa al segundo tanque en sentido vertical para ser almacenada (Figura 16). Este sistema es muy efectivo para aguas poco turbias, su arena debe ser removida cada seis meses (Barrios Napurí et al., 2009, p. 49).

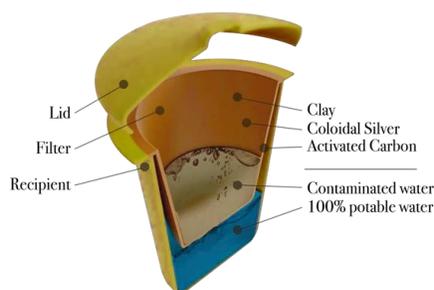
**Figura 16.***Filtro lento de arena.*

Fuente: Barrios Napurí et al. (2009).

Los filtros cerámicos son sistemas no convencionales de tipo manual, elaborados con arcilla porosa y baño de plata coloidal que funciona por gravedad reteniendo los microorganismos y las partículas (Figura 17). Es un filtro portátil de muy fácil instalación (Córdoba Parada et al., 2016, p. 59).

### Figura 17.

*Filtros cerámicos.*

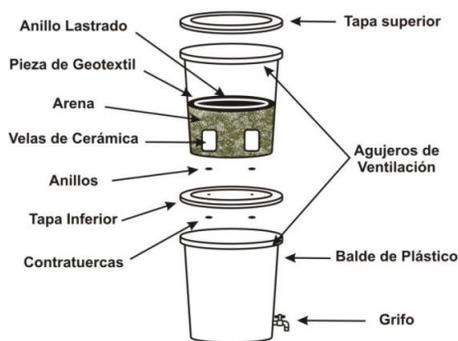


Fuente: EcofiltroEurope (2023).

Otro sistema no convencional manual son los filtros de vela constituidos de microcerámica porosa, carbón activado y arena compacta que filtran el agua por gravedad de un balde a otro reteniendo los microorganismos y las partículas (Figura 18). Además, es un sistema de tipo domiciliario muy económico (Córdoba Parada et al., 2016, p. 59).

### Figura 18.

*Filtros de vela.*

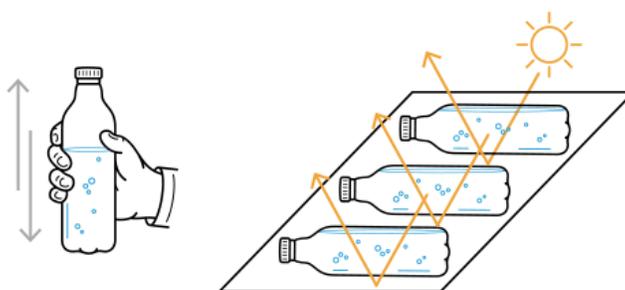


Fuente: Barrios Napurí et al. (2009).

Una alternativa para inactivar los microorganismos es el *Método Sodis*, que consiste en llenar agua en botellas transparentes de plástico o vidrio completamente limpias (Figura 19). Se exponen a la radiación solar por seis horas o dos días si este nublado (Food and Agriculture Organization [FAO], 2012, p. 5).

**Figura 19.**

*Método Sodis.*

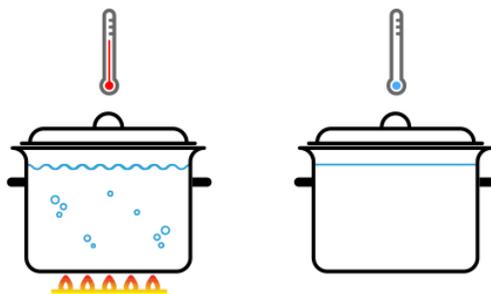


Fuente: PROVADINCI (2019).

El hervir el agua no se queda atrás, consiste en poner pequeñas cantidades de agua a ebullición con la finalidad de inactivar los microorganismos que pueden causar enfermedades, se deja enfriar y se almacena completamente sellado, ver Figura 20 (FAO, 2012, p. 6).

**Figura 20.**

*Hervir el agua.*



Fuente: PROVADINCI (2019).

Por último, es muy importante desinfectar el agua cada litro de 1 a 3 gotas con hipoclorito de sodio o lejía comercial, con la finalidad de eliminar las bacterias (Figura 21). Luego se deja reposando por media hora y se almacena (FAO, 2012, p. 6)

**Figura 21.**

*Desinfección con cloro.*



Fuente: PROVADINCI (2019).

**Marco Conceptual**

El siguiente marco comprende las teorías revisadas del proyecto aplicado en el contexto colombiano con los siguientes ítems: calidad del agua potable, saneamiento básico rural del agua, usos múltiples del agua rural, acueductos comunitarios y su operación y mantenimiento.

***Calidad del agua potable***

Los sistemas de tratamiento de agua potable en Colombia se ajustan dentro de los lineamientos del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS - 2000) y la Resolución de la prestación de servicios 330 de 2017, con la finalidad de que estos cumplan con las características, instrumentos y frecuencias para los sistemas de control y vigilancia en calidad de agua para el consumo humano establecidos por la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Ministerio de Protección Social.

La Resolución 2115 de 2007 establece los valores máximos aceptables para las características físicas como indica la Tabla 10.

**Tabla 10.**

*Valores de las características físicas aceptables.*

<b>Características físicas</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Máximo aceptable</b>
Color aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15
Olor y Sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2
Conductividad	microsiemens/cm	1000
pH	Unidades de potencial de Hidrogeno (UpH)	6,5 y 9,0

Fuente: Resolución 2115 de 2007.

Para las características microbiológicas se tienen en cuenta las técnicas utilizadas para los Coliformes Totales y Escherichia Coli como lo indica la Tabla 11.

**Tabla 11.**

*Valores y técnicas de las características microbiológicas aceptables.*

<b>Técnicas utilizadas</b>	<b>Coliformes Totales</b>	<b>Escherichia Coli</b>
Filtración por membrana	0 UFC/100 cm <sup>3</sup>	0 UFC/100 cm <sup>3</sup>
Enzima Sustrato	< de 1 microorganismo en 100 cm <sup>3</sup>	< de 1 microorganismo en 100 cm <sup>3</sup>
Sulfato Definido	0 microorganismo en 100 cm	0 microorganismo en 100 cm
Presencia - Ausencia	Ausencia en 100 cm <sup>3</sup>	Ausencia en 100 cm <sup>3</sup>

Fuente: Resolución 2115 de 2007.

En cuanto a las características químicas, estas tienen un reconocido efecto averso, implicaciones y mayores consecuencias e indirectas en la salud humana como las que se mencionan en la Tablas 12, 13 y 14.

**Tabla 12.**

*Valores de las características químicas diferentes a plaguicidas aceptables.*

<b>Características químicas diferentes a plaguicidas</b>	<b>Expresada como</b>	<b>Máximo aceptable (mg/L)</b>
Antimonio	Sb	0,02
Arsénico	As	0,01
Bario	Ba	0,7
Cadmio	Cd	0,003
Cianuro libre y disociable	CN-	0,05
Cobre	Cu	1,0
Cromo Total	Cr	0,05
Mercurio	Hg	0,001
Níquel	Ni	0,02
Plomo	Pb	0,01
Selenio	Se	0,01
Trihalometanos Totales	THMs	0,2
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	HAP	0,01

Fuente: Resolución 2115 de 2007.

**Tabla 13.**

*Características químicas con implicaciones sobre la salud humana.*

<b>Características químicas con implicaciones sobre la salud humana</b>	<b>Expresada como</b>	<b>Máximo aceptable (mg/L)</b>
Carbono Orgánico Total	COT	5,0
Nitritos	NO <sub>2</sub> -	0,1
Nitratos	NO <sub>3</sub> -	10
Fluoruros	F-	1,0

Fuente: Resolución 2115 de 2007.

**Tabla 14.**

*Características químicas con mayores consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana.*

<b>Características químicas con mayores consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana</b>	<b>Expresada como</b>	<b>Máximo aceptable (mg/L)</b>
Calcio	Ca	60
Alcalinidad Total	CaCO <sub>3</sub>	200
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	250
Aluminio	Al <sup>3+</sup>	0,2
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub>	300
Hierro total	Fe	0,3
Magnesio	Mg	36
Manganeso	Mn	0,1
Molibdeno	Mo	0,07
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	250
Zinc	Zn	3
Fosfatos	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0,5

Fuente: Resolución 2115 de 2007.

Una vez realizadas las pruebas de las características físicas, microbiológicas y químicas al agua, se procede a asignar un puntaje de riesgo solo a los resultados que sobrepasan el máximo establecido por la Resolución 2115 de 2007 como se indica en la Tabla 15.

**Tabla 15.***Puntaje de riesgo.*

<b>Característica</b>	<b>Puntaje de riesgo</b>
Color Aparente	6
Turbiedad	15
pH	1,5
Cloro Residual Libre	15
Alcalinidad Total	1
Calcio	1
Fosfatos	1
Manganeso	1
Molibdeno	1
Magnesio	1
Zinc	1
Dureza Total	1
Sulfatos	1
Hierro Total	1,5
Cloruros	1
Nitratos	1
Nitritos	3
Aluminio (Al <sup>3+</sup> )	3
Fluoruros	1
COT	3
Coliformes Totales	15
Escherichia Coli	25
<b>Sumatoria de puntajes asignados</b>	<b>100</b>

Fuente: Resolución 2115 de 2007.

Una vez asignados los puntajes de riesgo en las pruebas realizadas, se procede a realizar el cálculo del ÍRCA que es igual a la sumatoria de los puntajes de riesgo asignados a las

características no aceptables, sobre la sumatoria de los puntajes de riesgo de todas las pruebas analizadas y a este resultado se lo multiplica por 100 como indica la Figura 22.

### Figura 22.

*Cálculo del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (ÍRCA).*

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

Fuente: Resolución 2115 de 2007.

Finalmente, el porcentaje obtenido entre 0-100 se clasifica según se observa en la Figura 23. Lo cual va a determinar el grado de calidad de agua para el consumo humano que esta tiene y como puede llegar a beneficiar o afectar al usuario.

### Figura 23.

*Clasificación del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (ÍRCA).*

Clasificación IRCA (%)	Nivel de Riesgo	IRCA por muestra (notificaciones que adelantará la autoridad sanitaria de manera inmediata)	IRCA mensual (acciones para mejora de la calidad)
80.1 - 100	Inviabile sanitariamente	Informar a la persona prestadora, al COVE, alcalde, Gobernador, SSPD, Minsalud, INS, Minvivienda, Contraloría General y Procuraduría General.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo con su competencia de la persona prestadora, alcaldes, gobernadores y entidades del orden nacional.
35.1 - 80	Alto	Informar a la persona prestadora, COVE, alcalde, Gobernador y a la SSPD.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo con su competencia de la persona prestadora y de los alcaldes y gobernadores respectivos.
14.1 - 35	Medio	Informar a la persona prestadora, COVE, alcalde y Gobernador.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de la persona prestadora.
5.1 - 14	Bajo	Informar a la persona prestadora y al COVE.	Agua no apta para consumo humano, susceptible de mejoramiento.
0 - 5	Sin riesgo	Continuar el control y la vigilancia.	Agua apta para consumo humano. Continuar la vigilancia.

Fuente: Ministerio de Salud y Protección Social (2021).

### *Saneamiento rural del agua*

En Colombia la Ley 142 de 1994, faculta la prestación de los servicios de agua potable y de saneamiento básico a organizaciones autorizadas. Sin embargo, para Carrasco Mantilla (2016), “Existía un vacío legal en reconocer a las organizaciones comunitarias y a las rurales, dado que para la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) estas debían considerarse como empresas de servicios públicos” (p. 51).

Después del tratado de paz en la Habana, se establecieron acuerdos para crear políticas del agua potable y el saneamiento básico rural dentro del documento CONPES 3810 de 2014 y luego en el 3918 de 2018 como estrategia de los ODS para garantizar el acceso universal al agua potable en las áreas rurales del país para el 2030 (Moreno Méndez, 2020, p. 30).

El Decreto 1898 de 2016, introduce las reformas que establece un esquema diferencial en la prestación de servicios de acueducto, alcantarillado y aseo en las zonas urbanas y rurales. Debido a que la ley de prestación de servicios domiciliarios permite a los acueductos establecer tiempos para alcanzar los parámetros de estructura y calidad por contar con el apoyo de las entidades territoriales en aspectos técnicos y financieros, en cuanto al esquema diferencial de agua y saneamiento básico rural así no pertenezcan al régimen de servicios públicos domiciliarios, se les permite usar múltiples alternativas que respondan a la realidad de la población rural como los acueductos veredales y soluciones individuales para las viviendas dispersas (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio [MVCT], 2021, p. 13).

En el Decreto Ley 890 de 2017, se reglamenta la implementación del Plan Nacional de Construcción y Mejoramiento de Vivienda Rural estableciendo que las viviendas de estas zonas deben contar soluciones individuales o colectivas que les asegure el agua potable y el saneamiento básico entre otras condiciones socioambientales diferenciadas para las viviendas de

centros poblados numerosos y las que son dispersas. La Resolución 179 de 2017, reglamentó el plan estableciendo requisitos técnicos solo para soluciones individuales del agua y saneamiento básico, pero no soluciones para las colectivas.

En la Resolución CRA 825 de 2017, expedida por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) estableció un mecanismo tarifario para personas que prestan los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo con más de 5.000 suscriptores urbanos y para los acueductos rurales uno independiente a la cantidad de suscriptores. La CRA expidió después la Resolución CRA 844 de 2018, estableciendo diferentes condiciones tarifarias para prestadores de los servicios de acueducto y alcantarillado en zonas rurales.

Finalmente, la Resolución 844 de 2018 del MVCT, estableció los requisitos técnicos para proyectos sectoriales de la familia rural (RAS - Rural), dando lineamientos diferenciales para soluciones adecuadas e innovadoras dirigidas a los prestadores de servicio de acueducto y alcantarillado entre otros, que contribuyan con la calidad de vida de los habitantes y sus suelos promoviendo una sostenibilidad operativa y ambiental (Tabla 16).

**Tabla 16.**

*Sistemas de agua para consumo humano y doméstico.*

<b>Sistema</b>	<b>Opción tecnológica</b>
<b>Sistema de acueducto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribución por redes domiciliarias.</li> <li>• Distribución por pila pública</li> </ul>
<b>Soluciones colectivas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abastos de agua, con distribución de agua cruda o parcialmente tratada mediante redes físicas hasta la vivienda.</li> <li>• Puntos de suministro para la entrega de agua cruda o parcialmente tratada.</li> <li>• Captación de aguas lluvias.</li> </ul>
<b>Soluciones individuales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalaciones hidráulicas en viviendas rurales.</li> <li>• Empleo de dispositivos o técnicas de tratamiento de agua en la vivienda.</li> </ul>

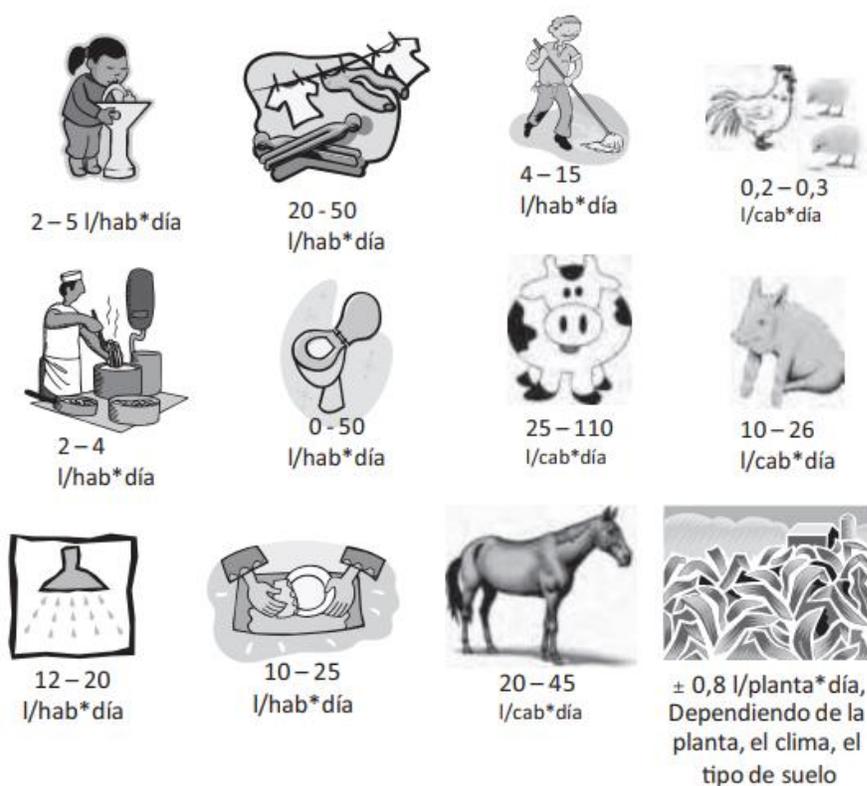
Fuente: Resolución 844 de 2018.

### *Usos múltiples del agua rural*

El agua en las zonas rurales puede tener usos domésticos para lavar y preparar los alimentos que se ingiere, los trastes y la ropa que se usa, o para el aseo del hogar y personal. Otros usos que se le puede dar son en la irrigación de tierras, ganadería o en la fabricación de productos agrícolas y agropecuarios que generan los recursos económicos para el sustento empresarial o de la familia rural, ver Figura 24 (Restrepo Tarquino, 2010, p. 33).

#### **Figura 24.**

*Promedio de demanda de agua por tipo de actividad.*



Fuente: Restrepo Tarquino et al. (2011).

La prestación de servicios de agua potable doméstica en las zonas rurales presenta dificultades de continuidad, calidad y cantidad por las diferencias que presentan cada vereda como la geografía, el acceso, la gestión de los recursos disponibles con los que se cuentan y el

estrato socioeconómico de cada usuario. Sin embargo, la comunidad puede lograr generar un solo sistema de abastecimiento comunitario, evitando la sobreexplotación del recurso hídrico (Gil Antonio et al., 2014, p. 70; Restrepo Tarquino, 2010, p. 198).

Algunos sistemas de abastecimiento rurales prohíben que el agua sea utilizada en usos múltiples productivos, dado que únicamente debe ser para uso doméstico. Sin embargo, es difícil diferenciar los usos múltiples que se le pueden dar al agua en las zonas rurales, dado que unos sistemas pueden incluir suministros de agua para diferentes actividades productivas y otros no (Gil Antonio et al., 2014, p. 70). En Colombia los sistemas de abastecimiento multipropósito fueron desautorizados porque afectaban el uso doméstico del agua. No obstante, este comportamiento aún es aceptado por la ley, debido a que hace parte del sustento agropecuario a pequeña escala de la familia campesina (Restrepo Tarquino, 2010, p. 34).

El agua destinada a usos múltiples puede provenir de distintas fuentes como del agua residual tratada, el agua lluvia o el agua de niebla. Aunque, la mayoría de las veces esta agua no cuenta con la calidad de uso adecuada para estas actividades, dado que pueden provenir de aguas residuales de las ciudades que es utilizada en las zonas rurales porque es la que llega y no se le puede dar un tratamiento de potabilización (Gil Antonio et al., 2014, p. 70; Restrepo Tarquino et al., 2011, p. 19).

### ***Acueductos comunitarios***

La concesión del agua para el uso doméstico y productivo rural es otorgada por las corporaciones autónomas regionales de cada departamento, regulada por la CRA y supervisada por la SSPD. La concesión por parte de los acueductos comunitarios permite a los usuarios utilizar el agua para uso doméstico y agropecuario a pequeña escala, también para el uso productivo como las actividades de riego o agrícolas a mayor escala siempre cuando estos usuarios paguen una tarifa

diferencial más alta por el servicio de agua comunitaria (Restrepo Tarquino, 2010, p. 34). Sin embargo, la organización comunitaria debe procurar que los sistemas de agua sean sostenibles y no generen problemas de desabastecimiento en la comunidad, y propender por una buena gestión realizando actividades administrativas, operativas y de mantenimiento en los sistemas comunitarios e individuales teniendo en cuenta la estructura y los costos de mantenimiento que estos generan (Restrepo Tarquino et al., 2011, p. 125).

Existen distintos tipos de esquemas de organizaciones comunitarias reconocidas por el Ministerio de Ambiente, Desarrollo y Vivienda Territorial (MADVT) que pueden administrar tanto acueducto como alcantarillado a nivel rural, como se indican en la Tabla 17.

**Tabla 17.**

*Esquemas administradores comunitarios.*

Nombre	Características
Junta de Acción Comunal (JAC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantizar el bienestar de la comunidad por medio del desarrollo de diversas actividades que permitan la prestación de los servicios públicos rurales.</li> <li>• Asumir responsablemente la administración de los servicios públicos para la comunidad cumpliendo las múltiples labores que estos generan.</li> </ul>
Juntas Administradoras de Acueducto (JAA) y Juntas Administradoras de Alcantarillado (JAAL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulsar la creación de las juntas administradoras de servicios públicos encargadas a su función específica sea agua o alcantarillado.</li> <li>• Participar de manera conjunta con la JAC, los líderes sociales y los miembros de la comunidad para garantizar los servicios a los usuarios.</li> <li>• Velar correctamente por la prestación de cada servicio.</li> </ul>

Nombre	Características
Asociación de Usuarios (AU)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asociación mediante la participación de los usuarios.</li> <li>• Garantizar los mismos derechos e igualdad a los servicios públicos domiciliarios y a la participación comunitaria.</li> <li>• Participar voluntariamente para conformar la Junta administradora del servicio, sin obligar a los miembros de la JAC, Concejo Municipal o Alcaldía.</li> <li>• Sus miembros son elegidos con legitimidad por la comunidad de acuerdo con sus capacidades.</li> </ul>
Administración Pública Cooperativa (APC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asociación empresarial sin ánimo de lucro, gestores para garantizar eficientemente la prestación de servicios y necesidades comunitarias.</li> </ul>
Administración Directa (AD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantizar los servicios públicos domiciliarios siempre y cuando las características técnicas y económicas lo permitan.</li> <li>• Esta administración está contemplada por la ley para ser realizada directamente por la administración municipal.</li> <li>• Puede crearse una dependencia o una unidad administrativa con oficinas para tal fin, dirigida por un funcionario designado por el alcalde.</li> </ul>
Empresas privadas prestadoras del servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son empresas con ánimo de lucro que garantizan la prestación de servicios de manera eficiente.</li> <li>• Tiene una organización administrativa interna constituidas por personas jurídicas de carácter privado.</li> <li>• Tienen total autonomía administrativa y financiera e indefinida.</li> <li>• Sus miembros son elegidos de manera interna y</li> </ul>

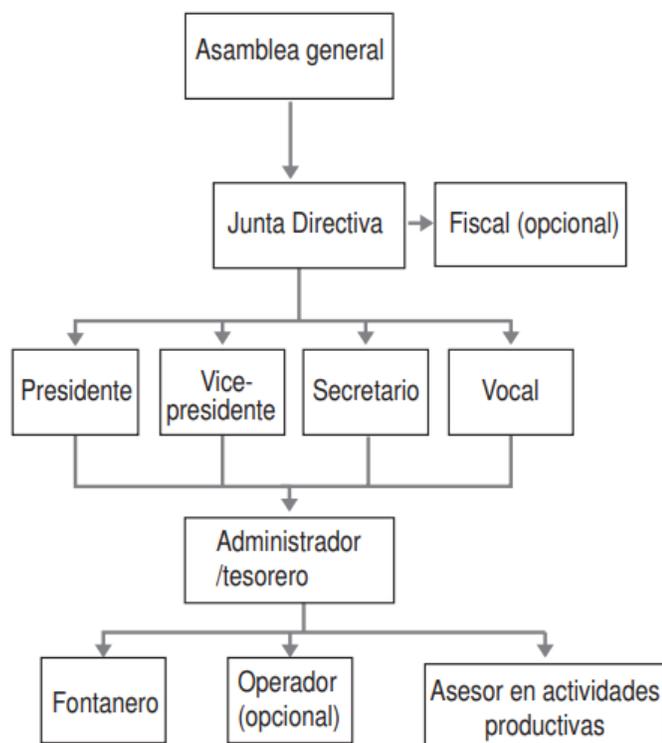
Nombre	Características
	<p>democrática con igualdad de derechos y obligaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Su responsabilidad es limitada y su patrimonio puede ser ilimitado, dado que sus asociados no responden por las deudas.</li> </ul>

Fuente: Restrepo Tarquino et al. (2011).

De acuerdo con Restrepo Tarquino et al. (2011), los miembros de las organizaciones comunitarias para la prestación de servicios de acueducto y alcantarillado pueden ser elegidos mediante una asamblea general como lo indica el esquema propuesto por la Figura 25 y conformar la respectiva Junta Administradora (JA) o Asociaciones de Usuarios (AU) (pp. 130-131).

### Figura 25.

*Estructura organizativa propuesta.*



Fuente: Restrepo Tarquino et al. (2011).

### ***Operación y mantenimiento en acueductos comunitarios***

La operación, hace referencia a la ejecución de actividades y procesos necesarios para el funcionamiento y desempeño de un sistema, equipo, proceso o cualquier infraestructura. Implica llevar a cabo las acciones planificadas y tomar decisiones en tiempo real para lograr los objetivos establecidos dentro de un plan o manual (Lescay Cordero & Pérez Vergara, 2009). Por otra parte, el mantenimiento, es el conjunto de actividades y acciones realizadas para conservar, reparar y preservar la funcionalidad, confiabilidad y vida útil de un sistema, equipo o infraestructura. El objetivo principal del mantenimiento es garantizar que los elementos se mantengan en buen estado de operación y que puedan cumplir con su función de manera segura y eficiente (Mora Gutiérrez, 2009, p. 5).

En cuanto a la operación y el mantenimiento de un sistema de abastecimiento, se refiere a las actividades necesarias para garantizar el suministro de agua potable de manera eficiente y segura a una comunidad o área determinada. Estas actividades son fundamentales para mantener la calidad del agua, prevenir fugas y asegurar el correcto funcionamiento de los sistemas de distribución de agua (Hernández Suárez & Raigoso Gómez, 2018, p. 98). La operación y mantenimiento de un acueducto implica la gestión diaria del sistema de suministro de agua potable, incluyendo tareas como la captación, tratamiento del agua cruda, almacenamiento, bombeo, distribución y control de calidad del sistema y del agua (Servicio Nacional de Aprendizaje [SENA], 2012a).

El operador desempeña un papel fundamental en la operación y mantenimiento de sistemas de acueductos, su responsabilidad principal es asegurar que el suministro de agua potable se realice de manera eficiente, segura y continua por medio de actividades como realizar montajes e instalación de redes de servicio para la distribución del agua tratada (Euroinnova,

2023). Además, debe conocer el sistema, realizar mantenimiento preventivo, reparar problemas, controlar la calidad del agua, poseer conocimientos en seguridad y salud ocupacional, gestionar de manera eficiente el suministro de agua y actualizarse. Por lo que la capacitación del operador para el mantenimiento del sistema de acueducto es crucial para asegurar que esté equipado con los conocimientos y habilidades necesarias para realizar sus tareas de manera efectiva según el plan o manual de operaciones que debe cumplir con el objetivo de garantizar un suministro de agua potable seguro, eficiente y continuo asegurando el funcionamiento óptimo del sistema a lo largo del tiempo (Figura 26). Es recomendable que este plan de operación y mantenimiento se actualice constantemente según las necesidades que requiera el sistema (Hernández Suárez & Raigoso Gómez, 2018, pp. 98–99).

### Figura 26.

*Conocimientos y funciones del operador de PTAP.*



Fuente: Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA, 2012b).

En cuanto a los acueductos comunitarios, la responsabilidad de la operación y el mantenimiento de estos sistemas de suministro de agua recae en la comunidad local por medio de la conformación de juntas o asociaciones administradoras del servicio propias del sector que pueden desempeñar o contar con personal voluntario o externo que realice estas funciones (Restrepo Tarquino, 2010, p. 40). Por lo anterior, es importante que la persona destinada como operador cuente con el respaldo, las herramientas y los recursos proporcionados por la junta o asociación administradora para garantizar servicio de agua domiciliaria en la comunidad.

### **Marco Normativo**

El siguiente marco contempla los tratados internacionales, normas, regulaciones y leyes de calidad de agua para el consumo humano y para la prestación de su servicio urbano y rural colombiano.

En primera instancia, para la creación de este proyecto se tuvieron en cuenta los tratados y lineamientos internacionales que permiten garantizar el agua potable dentro de la definición de calidad de agua para el consumo humano como los que se presentan en la Tabla 18, los cuales se ajustan a las normas colombianas que se verán más adelante.

### **Tabla 18.**

*Tratados internacionales de la calidad del agua potable.*

<b>Normativa</b>	<b>Año</b>	<b>Descripción</b>
Declaración Universal de Derechos Humanos.	1948	<b>Artículo 25.</b> Establece el derecho a un nivel de vida adecuado incluyendo el acceso al agua potable.
Comisión internacional del <i>Codex Alimentarius</i> para establecer regulaciones sobre el Agua Potable.	1963	Establecen requisitos internacionales para la calidad del agua potable utilizada en la producción de alimentos, con el objetivo de garantizar la seguridad alimentaria y proteger la salud de los consumidores.
Convención de Ramsar	1971	Busca la conservación y uso sostenible de

<b>Normativa</b>	<b>Año</b>	<b>Descripción</b>
Convención sobre los Humedales de Internacionales especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas.		humedales, incluyendo aquellos que proveen agua potable.
Convención sobre los Derechos del Niño.	1989	<b>Artículo 24.</b> Establece el derecho del niño a disfrutar del más alto nivel posible de salud y a tener acceso al agua potable.
Convención sobre la Protección y Uso de los Cursos de Agua Transfronterizos y de los Lagos Internacionales	1992	Busca promover la cooperación y gestión sostenible del agua en cursos de agua transfronterizos, incluyendo el acceso al agua potable.
Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (ONU)	2015	<b>Objetivo 6.</b> Busca garantizar la disponibilidad y gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.
Acuerdo de París sobre el Cambio Climático	2015	Reconoce la importancia del agua en la adaptación y mitigación del cambio climático, incluyendo la protección de las fuentes de agua potable.
Guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la Calidad del Agua Potable	2017	Proporciona directrices y estándares internacionales para la calidad del agua potable, incluyendo requisitos para proteger la salud de los consumidores.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Dentro del contexto colombiano, las normativas se rigen a partir de la Constitución Política de Colombia de 1991. La constitución reconoce el derecho al agua y al saneamiento básico como un derecho fundamental con los artículos de la Tabla 19, estableciendo que el agua es un recurso natural que debe ser protegido y manejado de forma sostenible con el ambiente.

**Tabla 19.**

*Artículos de la Constitución Política de Colombia que protegen el agua y el saneamiento básico.*

<b>Artículo</b>	<b>Contenido</b>
<b>Artículo 49.</b>	Establece el derecho fundamental de todas las personas a la salud, que incluye el acceso al agua potable.
<b>Artículo 63.</b>	Establece el derecho a un ambiente sano y a la conservación de los recursos naturales, incluyendo el agua.
<b>Artículo 64.</b>	Establece que todas las personas tienen derecho a un saneamiento ambiental adecuado y que el Estado debe garantizar el acceso a los servicios básicos de saneamiento, lo que incluye el acceso al agua potable y al saneamiento básico.
<b>Artículo 67.</b>	La educación es un derecho, por lo cual el estado debe garantizar la inculcación valores y principios que dignifiquen la vida para la protección ambiental como la del agua.
<b>Artículo 79.</b>	Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano.
<b>Artículo 88.</b>	La ley establecerá acciones para la protección de derechos colectivos relacionados con el patrimonio nacional, como el ambiental.
<b>Artículo 95.</b>	De los derechos y obligaciones como colombiano, todos deben proteger el patrimonio nacional para garantizar un ambiente sano y se proteja el agua.
<b>Artículo 289.</b>	Los territorios vecinos con los países fronterizos podrán adelantar acciones con las unidades territoriales de los límites para garantizar la prestación de servicios en esos territorios para proteger el medio ambiente.
<b>Artículo 334.</b>	La economía general de la nación estará a cargo del estado para la explotación de los recursos naturales que mejoren la calidad de vida garantizando la protección ambiental de los ecosistemas.
<b>Artículo 366.</b>	Este artículo establece que el recurso natural del agua es un bien público, y que su gestión debe ser integral y participativa para garantizar su conservación, protección y aprovechamiento sostenible.

Fuente: Constitución Política de Colombia (1991).

De los anteriores artículos, para garantizar la vigilancia y control de la calidad de agua el estado dispone de las normativas indicadas en la Tabla 20 para garantizar un líquido de calidad y que no perjudique la salud pública.

**Tabla 20.**

*Normativas para la vigilancia y control de la calidad de agua.*

<b>Norma</b>	<b>Información</b>
Ley 142 de 1994	Ley de servicios públicos domiciliarios, contemplan los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo entre otros.
Resolución de Agua para Consumo Humano (RAS - 2000)	Establece las normas y regulaciones en materia de calidad del agua destinada al consumo humano en Colombia, con el objetivo de proteger la salud de la población. Define los parámetros, métodos de análisis, frecuencias de muestreo, y otros requisitos para garantizar la seguridad y potabilidad del agua que se suministra a la población para su consumo.
Ley 715 de 2001	Se emiten regulaciones orgánicas relacionadas con los recursos y competencias en línea con los artículos 151, 288, 356 y 357 (Acto Legislativo 01 de 2001) de la Constitución Política. Además, se establecen otras disposiciones para organizar la prestación de servicios de educación y salud, entre otros.
Decreto 1575 de 2007	Por el cual se crea el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
Resolución 2115 de 2007	Esta resolución establece las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia del agua para consumo humano (SIVICAP).
Resolución 811 de 2008	Tiene como propósito definir los lineamientos para que la autoridad sanitaria y las personas prestadoras de servicios acuerden de manera conjunta los lugares y puntos de muestreo para el control y vigilancia de la calidad del agua destinada al consumo humano en la red de distribución en su área de influencia.

Norma	Información
Ley 1209 de 2008	Esta Ley establece las normas de seguridad en las piscinas.
Resolución 082 de 2009	Establece la adopción de formularios específicos que serán utilizados para llevar a cabo visitas de inspección sanitaria en los sistemas de suministro de agua destinada al consumo humano.
Circular 008 de 2009	Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano y reporte al subsistema de información de SIVICAP.
Resolución 4716 de 2010	Por la cual se reglamenta el párrafo del artículo 15 del Decreto 1575 de 2007 para la elaboración de mapas de riego de por mala calidad de agua.
Resolución SSPD 20101300048765 de 2010	Expedición de la norma compilatoria sobre la solicitud de información al Sistema Único de Información (SUI).
Circular externa 0014 de 2015	Cumplimiento vigilancia de la calidad del agua y registro de datos en el SIVICAP.
Decreto 554 de 2015	Este Decreto reglamenta la Ley 1209 de 2008.
Resolución 1394 de 2015	Esta resolución adopta el formato e instructivo para que los proveedores de dispositivos de seguridad en piscinas realicen la declaración de conformidad de primera parte, asegurando el cumplimiento de normas y regulaciones para garantizar la seguridad de los usuarios.
Protocolo Autocontrol Personas Prestadoras	Este documento establece los aspectos técnicos y operativos mínimos que deben incluirse en el Protocolo de Autocontrol, el cual será implementado por las personas prestadoras del servicio público domiciliario de acueducto. También se detallan los procesos de supervisión que llevará a cabo la autoridad sanitaria para asegurar el cumplimiento de dichos protocolos.
Resolución 549 de 2017	Esta resolución adopta una guía con criterios y actividades mínimas para estudios de riesgo, programas de reducción de riesgo y planes de contingencia en sistemas de suministro de agua para consumo humano, junto con otras disposiciones.

<b>Norma</b>	<b>Información</b>
Resolución 843 de 2018	Esta resolución adopta el procedimiento de resolución de controversias sobre los resultados del ÍRCA en muestras de calidad del agua para consumo humano.
Resolución 172 de 2022	Por la cual el Ministerio de Salud y Protección Social autoriza los laboratorios para realizar análisis físicos, químicos y microbiológicos de agua para el consumo humano.

Fuente: Instituto Nacional de Salud (INS, 2023b).

Finalmente, en contemplación del agua potable, el saneamiento básico rural y la gestión de los acueductos comunitarios se tienen en cuenta las normativas de la Tabla 21 para garantizar la calidad del agua potable en condiciones salubres en estas zonas en el país.

### **Tabla 21.**

*Normativas del agua potable y saneamiento básico rural.*

<b>Norma</b>	<b>Información</b>
Consejo Nacional de Política Económica y Social de Colombia (CONPES 3810 de 2014)	Establece la política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en las zonas rurales del país. Para mejorar las condiciones de vida de la población rural, promoviendo el acceso a agua potable y saneamiento básico, y reduciendo las brechas de desigualdad en el acceso a estos servicios.
Consejo Nacional de Política Económica y Social de Colombia (CONPES 3918 de 2018)	Es una estrategia para implementar los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Colombia, aprobada en 2018. Busca contribuir a la consecución de los ODS a nivel nacional y establece metas y estrategias para este fin.
Decreto 1898 de 2016	Este Decreto adiciona regulaciones a la prestación de servicios de acueducto, alcantarillado y aseo en zonas rurales. Estableciendo condiciones y soluciones alternativas para garantizar el acceso al agua para consumo humano domiciliario, así como requisitos mínimos para la adecuada prestación de estos servicios en dichas zonas.

Norma	Información
Decreto - Ley 890 de 2017	El Decreto-ley que establece disposiciones para la formulación del Plan Nacional de Construcción y Mejoramiento de Vivienda Social Rural tiene como objetivo la erradicación de la pobreza y el ejercicio pleno de los derechos en Colombia. Este decreto-ley, expedido por el presidente de la República en uso de sus facultades extraordinarias otorgadas por el Congreso de la República, establece medidas para la construcción y mejoramiento de viviendas rurales en el país, como parte de las acciones para alcanzar dichos objetivos.
Resolución CRA 179 de 2017	Establece un mecanismo tarifario para personas que prestan los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo con más de 5.000 suscriptores urbanos y para los acueductos rurales uno independiente a la cantidad de suscriptores.
Resolución 330 de 2017 (RAS)	El RAS es un documento técnico que establece los requisitos mínimos que deben cumplir las obras, equipos y procedimientos que se utilizan para la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo garantizando la protección ambiental.
Resolución CRA 825 de 2017	Establece diferentes condiciones tarifarias para prestadores de los servicios de acueducto y alcantarillado en zonas rurales
Resolución 844 de 2018 (RAS - Rural)	Establece los requisitos técnicos para proyectos sectoriales de la familia rural, dirigidas a los prestadores de servicio de acueducto y alcantarillado entre otros.
Resolución 622 de 2020	Por el cual se adopta el protocolo de inspección, vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano suministrada por personas prestadoras del servicio público domiciliario de acueducto en zona rural, y se dictan otras disposiciones

Fuente: Ministerio de Salud y Protección Social (2021).

## **Metodología**

El estudio y los resultados de este proyecto aplicado se basan en la investigación enfocada en diagnósticos ante una realidad poco estudiada por medio de entrevistas, encuestas o visitas que permiten entender el fenómeno social ante una problemática para la producción de documentos como propuestas de fácil acceso dentro de la investigación aplicada (Vargas Cordero, 2009).

El enfoque de investigación del proyecto es mixto, dado que se tiene en cuenta variables cualitativas como cuantitativas desarrollándose en grupos pequeños muy poco estudiados, analizando los cambios sociales del ambiente según la perspectiva de la realidad que tienen los participantes dentro del paradigma constructivista o interpretativo. Los resultados se obtienen a través de la percepción de otros para comprender y describir la realidad de manera detallada y profunda, lo que permite obtener una comprensión más completa y rica de los fenómenos poco estudiados (Hernández Sampieri et al., 2010).

La metodología de este proyecto aplicado comprende la obtención de datos mediante los resultados de las fuentes primarias como visitas, encuestas tipo entrevistas, grabaciones de los testimonios y fotografías del sistema de abastecimiento de la vereda de Matarredonda ante la falta de información de las fuentes secundarias que permitan conocer la realidad de la gestión de la calidad del agua de suministro tratada y su vulnerabilidad mediante la percepción que tienen los funcionarios de la junta de acueducto comunitario y los usuarios habitantes de la vereda.

### **Diseño Metodológico**

Para el diseño metodológico de este proyecto aplicado, se tuvo en cuenta la revisión de siguientes fuentes secundarias de acceso libre: Para la presentación del documento se tuvo en cuenta las normas y lineamientos establecidos por la séptima edición de la Asociación Americana de Psicología por sus siglas en inglés (APA). Las Normas APA 7 que se utilizaron

son una adaptación realizada por la Universidad UNAD y de la Universidad Javeriana de Cali, siendo normas para la presentación de trabajos escritos, académicos y universitarios (Castellanos et al., 2020; Centro de Escritura Javeriano, 2020).

En cuanto a la estructura del documento, se revisó el libro “Metodología de la Investigación” de Hernández Sampieri et al. (2010), el cual tiene un orden jerárquico en una investigación que comienza por la portada, los índices, el resumen, la introducción, la revisión de la literatura, el método, el análisis y los resultados, la discusión, las referencias y el apéndice. Además, el método mixto es un enfoque de investigación que combina tanto elementos cualitativos como cuantitativos en un solo estudio, para abordar una pregunta de investigación o problema complejo buscando aprovechar las fortalezas de ambos métodos permitiendo una comprensión más completa y profunda del fenómeno a estudiar (p. 546). De acuerdo con lo anterior, se diseñó esta investigación en tres fases como se presenta en la Figura 27.

**Figura 27.**

*Fases del diseño metodológico.*



Fuente: El autor (2023).

### ***Fase 1: Revisión bibliográfica***

Esta fase comprende la revisión de la información proporcionada por autores de fuentes secundarias de acceso libre como artículos, informes, libros o trabajos de grado publicados por entidades gubernamentales o privadas para su posterior citación en APA (7). Citaciones de las cuales se construyó: Introducción, Planteamiento del Problema, Justificación, Delimitación de Estudio (Localización Geográfica, Contexto Demográfico, Características Físicas del Territorio, Diversidad Ambiental y Vereda de Matarredonda), Antecedentes (Internacionales, Nacionales y Departamentales), Marco Teórico (Calidad de agua, Enfermedades del agua, Saneamiento básico rural y Sistemas de abastecimiento de agua), Marco Conceptual (Calidad del agua potable, Saneamiento rural del agua, Usos múltiples del agua rural, Acueductos comunitarios y su Operación y mantenimiento) y Marco Normativo.

### ***Fase 2: Recolección de información***

En esta fase: primero, se realizó el recorrido del sistema de abastecimiento comunitario de Matarredonda; segundo, se entrevistó a los fundadores que ejercen funciones de gestión comunitaria en el acueducto; y tercero, se encuestó a una muestra de sus suscriptores. Todas las herramientas de recolección de información fueron diseñadas por el investigador y aprobadas por la directora del proyecto. De esta manera se obtuvo los logros del desarrollo del primer objetivo específico del presente proyecto aplicado ([Resultado 1](#)).

**Recorrido del sistema de abastecimiento comunitario de Matarredonda.** Se realizó un recorrido por el sistema de acueducto de la vereda que contempló conocer su estado actual mediante una inspección de las estructuras y del agua en cada proceso unitario, los datos y el registro fotográfico se incluyeron en la ficha técnica de la Tabla 22 para cada unidad con la que

cuenta el sistema. Además, se incluyeron los resultados de las muestras de agua proporcionadas por el portal web SIVICAP del INS ([Tabla 34](#)).

**Tabla 22.**

*Ficha técnica para cada unidad del sistema de abastecimiento comunitario de Matarredonda.*

Nombre del sistema		
Numero de sistema	(1, 2, 3 etc.)	
Nombre de la fuente		
Tipo de bocatoma	(superficial o subterránea)	
Proceso unitario	(captación, coagulación, cloración o almacenamiento)	
		Descripción
	(Fotografía de la unidad)	(estado actual de la estructura, capacidad)
Coordenadas		
Latitud	Longitud	Altitud

Fuente: Elaboración propia (2023).

Con la información de las fichas anteriores, se realizó el diagnóstico técnico normativo del sistema de acueducto y posterior análisis de acuerdo con las normativas del RAS 2000 y las Resoluciones 330 de 2017 y 844 de 2018 ([Tabla 33](#)).

**Diseño de la entrevista para los funcionarios de la junta de acueducto comunitario de Matarredonda.** Se planteó realizar una entrevista como estrategia de recolección de información a los fundadores que son funcionarios actuales de la Junta Administradora de Acueducto de Matarredonda. Se tuvo en cuenta para el diseño de la entrevista un guion de preguntas de los temas del marco de referencia, dado que este permite conocer la realidad del área de estudio del proyecto y obedece a una entrevista semiestructurada con un diseño transformativo concurrente. Según Hernández & García (2008), “Una entrevista de tipo

semiestructurada establece preguntas bien definidas en un guion, con la libertad de profundizar con las ideas nuevas que emergen durante la conversación y que puedan ser relevantes para la investigación realizando nuevas preguntas” (p. 3). “Un diseño trasformativo concurrente en una entrevista utiliza un método mixto para recolectar datos cualitativos y cuantitativos al mismo tiempo, es guiado desde la teoría, el planteamiento del problema de investigación del proyecto y la toma decisiones del investigador” (Folgueiras-Bertomeu & Ramírez, 2017, p. 68).

Para la elaboración de un guion de una entrevista se debe crear una ficha metodológica investigativa que contenga la pregunta de investigación de la entrevista, un objetivo general, los objetivos específicos, el diseño, la muestra e informantes, la duración estimada, las técnicas de recolección de datos, las técnicas de análisis de información, los procedimientos científicos y los procedimientos éticos (Folgueiras-Bertomeu & Ramírez, 2017, pp. 69–70). De acuerdo con lo anterior, se estableció la ficha metodológica para la percepción de la calidad del agua tratada a través de la perspectiva de los funcionarios del acueducto comunitario (Tabla 23).

**Tabla 23.**

*Ficha metodológica investigativa de la calidad del agua tratada para los funcionarios del acueducto comunitario de Matarredonda.*

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>
<b>Pregunta de investigación</b>	¿Cómo se puede diagnosticar la calidad del agua de suministro del sistema de abastecimiento comunitario de Matarredonda a través de la perspectiva de sus funcionarios?
<b>Objetivo general</b>	Conocer la perspectiva de los funcionarios para diagnosticar la calidad del agua de suministro del sistema de abastecimiento comunitario de Matarredonda.
<b>Objetivos específicos</b>	Indagar las generalidades del sistema de abastecimiento. Investigar la calidad del agua potable del sistema de suministro.

	Informarse del saneamiento básico rural de Matarredonda.
	Indagar sobre los usos múltiples del agua de Matarredonda.
	Averiguar sobre la gestión del acueducto comunitario
	Interrogar a profundidad sobre la operación y el mantenimiento del acueducto comunitario.
<b>Diseño</b>	Diseño trasformativo concurrente.
<b>Muestra e informantes</b>	Funcionarios de la Junta Administradora de Acueducto de Matarredonda.
<b>Duración estimada</b>	1 Hora y 30 min.
<b>Técnicas de recolección de datos</b>	Cuestionario por medio de entrevista.
<b>Técnicas de análisis de información</b>	Análisis de los resultados obtenidos y reflexión sobre la investigación.
<b>Procedimientos científicos</b>	Descripción detallada del proceso de recogida de datos.
<b>Procedimientos éticos</b>	Consentimiento informado y confidencialidad.

Fuente: Elaboración propia (2023).

De acuerdo con la ficha metodológica de la Tabla 23, se realizó el guion con cual se desarrolló la entrevista que puede visualizarse en el [Anexo A](#), además se incluyó su registro fotográfico en el [Anexo B](#).

**Diseño del cuestionario para los suscriptores del acueducto comunitario de Matarredonda.** Por último, se diseñó un cuestionario cuantitativo para emplearse a una muestra de suscriptores del acueducto comunitario de la vereda de Matarredonda, para conocer la percepción de la calidad del agua por parte de ellos. Este criterio de selección tomó personas diferentes a los funcionarios de la junta de acueducto comunitario y así conocer más opiniones de la calidad del agua tratada en el sistema.

Para Meneses (2016), el cuestionario es una herramienta que permite plantear un cierto tipo de preguntas a una población determinada por el investigador para recolectar la información de forma estructurada, conocidos como test o encuesta. Sin embargo, una encuesta obedece un cierto tipo de pasos para su elaboración por lo que se diferencia de un cuestionario (p. 9). Según lo anterior, se plantearon las preguntas del cuestionario, incluyendo en este caso, la percepción de la calidad de agua tratada del acueducto de Matarredonda mediante una evaluación por parte de la muestra de suscriptores. Los temas que se preguntaron en el cuestionario fueron:

- a) Características del agua.
- b) Continuidad del agua.
- c) Prestación del servicio.
- d) Presión del agua.
- e) Seguridad de agua potable.

El cuestionario aplicado puede visualizarse en el [Anexo C](#), el registro fotográfico en el [Anexo D](#), los resultados de la percepción en la [Tabla 36](#).

***Muestra de los suscriptores del acueducto comunitario de Matarredonda.*** Este proyecto aplicado al utilizar el método mixto pretendió obtener la mayor información posible que proporciona ambos enfoques cualitativo y cuantitativo, y para no presentar resultados estadísticos. De esta manera, durante el recorrido del acueducto comunitario se presenció la participación de 12 suscriptores, considerándose que era una cantidad adecuada para aplicar un cuestionario cuantitativo de muestreo no probabilístico a juicio del investigador, permitiendo así conocer la percepción que se tenía de la calidad del agua tratada por el acueducto comunitario la cual llega a las viviendas.

Según Blanco (2011), el muestreo no probabilístico permite al investigador elegir a los sujetos bajo su criterio y obedece un tipo de “muestreo a juicio del investigador” o “*purposive sampling*”, “*criterion based selection*”, eligiendo deliberadamente a los sujetos a investigar bajo unos criterios específicos y teóricos en función de los intereses propios del investigador para

obtener información que se necesita (p. 64). Lo cual obedece al criterio determinado para aplicar el muestreo en los 12 suscriptores que participaron.

Adicionalmente, fueron personas que permitieron la entrada en sus viviendas siendo de muy fácil acceso durante la visualización del recorrido que se realizó del sistema de acueducto comunitario, que tuvieron la disponibilidad de tiempo y estuvieron dispuestas a responder la información relacionada con el cuestionario aplicado, las cuales complementaron con testimonios relatados por ellos al ser habitantes nativos de la vereda radicados desde hace muchos años que conocían muy bien la zona, además manifestaron estar al tanto en los temas comunitarios como los relacionados con la gestión de la calidad del agua por ser participantes de juntas comunales, asociaciones cafeteras y agroambientales propias de la vereda. No obstante, se escogió este tipo de muestro debido a la facilidad de desarrollar el proyecto en el campo de estudio, dado que algunos habitantes consideraron que la recolección de este tipo de información de investigaciones puede ser susceptible y vulnerable con los asuntos comunitarios de la vereda.

De acuerdo con lo anterior, se planteó realizar el cuestionario a cada suscriptor en su vivienda, se caracterizó que 2 suscriptores pertenecían al sistema de abastecimiento de la parte alta (Sistema 1), en el cual se identificaron muy pocas viviendas, por ende, no se requerían aplicar demasiados cuestionarios en este. Por otro lado, los otros 10 pertenecían al sistema de abastecimiento de la parte baja de Matarredonda (Sistema 2), además los testimonios relatados en este ayudaron a comprender el Sistema 1 al no ser viviendas dispersas entre ambos sistemas. En la Tabla 24 y Figura 28 se relacionan las distribuciones geográficas de cada suscriptor de acuerdo con su vivienda y sistema de abastecimiento al cual pertenecen, lo cual no significa que en Matarredonda solo existan 12 viviendas o que las ubicaciones hayan sido geográficamente precisas, son solo ilustraciones para entender gráficamente esta información descrita.

**Tabla 24.**

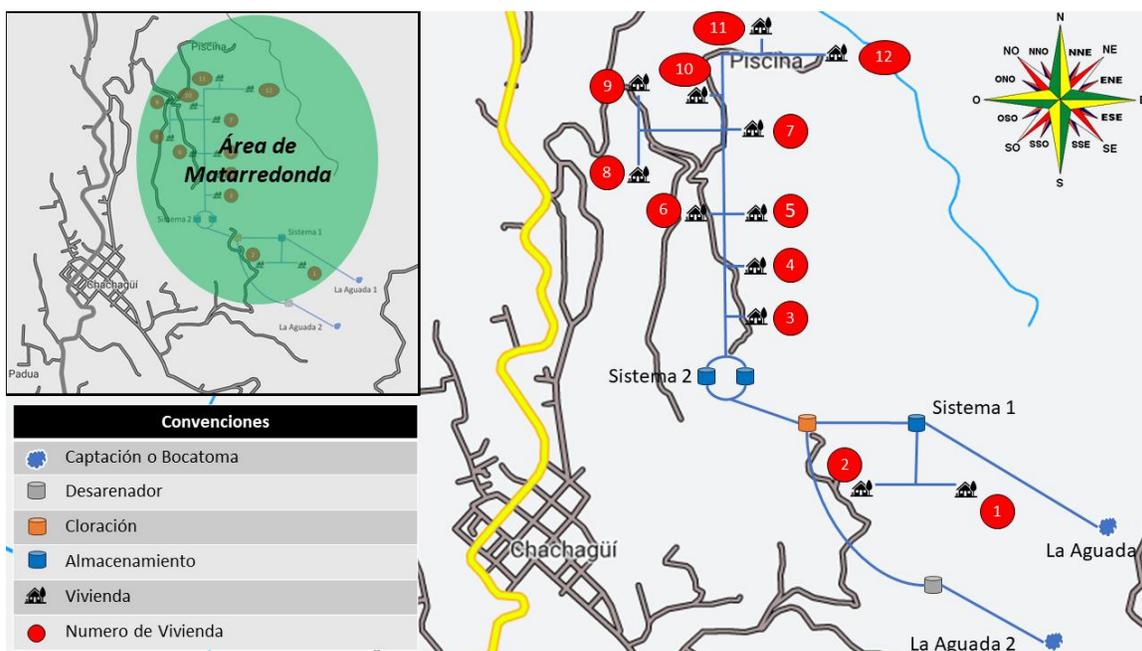
*Viviendas de Matarredonda relacionados con la ubicación del sistema de abastecimiento correspondiente.*

N°	Vivienda	N° de Sistema de abastecimiento
1	Vivienda 1	1
2	Vivienda 2	1
3	Vivienda 3	2
4	Vivienda 4	2
5	Vivienda 5	2
6	Vivienda 6	2
7	Vivienda 7	2
8	Vivienda 8	2
9	Vivienda 9	2
10	Vivienda 10	2
11	Vivienda 11	2
12	Vivienda 12	2

Fuente: Elaboración propia (2023).

**Figura 28.**

*Ubicación geográfica de las viviendas seleccionadas de Matarredonda de acuerdo con su sistema de abastecimiento correspondiente.*



Fuente: Elaboración propia (2023).

Finalmente, a cada suscriptor encuestado del número de la vivienda correspondiente, se le solicitó amablemente recolectar un frasco con agua para lograr identificar aparentes características físicas. Los registros fotográficos y los detalles de los frascos con el agua fueron incluidos en la ficha técnica de la Tabla 25 para comparar con las características físicas de la Resolución 2115 de 2007 reportadas en el SIVICAP del INS de la [Tabla 33](#), ver registros en [Tabla 35](#).

**Tabla 25.**

*Ficha técnica de las muestras de agua para las viviendas seleccionadas de Matarredonda.*

<b>Vivienda 1</b>	<b>Vivienda 2</b>	<b>Vivienda 3</b>	<b>Vivienda 4</b>
(Fotografía)	(Fotografía)	(Fotografía)	(Fotografía)
(Diagnóstico)	(Diagnóstico)	(Diagnóstico)	(Diagnóstico)
<b>Vivienda 5</b>	<b>Vivienda 6</b>	<b>Vivienda 7</b>	<b>Vivienda 8</b>
(Fotografía)	(Fotografía)	(Fotografía)	(Fotografía)
(Diagnóstico)	(Diagnóstico)	(Diagnóstico)	(Diagnóstico)
<b>Vivienda 9</b>	<b>Vivienda 10</b>	<b>Vivienda 11</b>	<b>Vivienda 12</b>
(Fotografía)	(Fotografía)	(Fotografía)	(Fotografía)
(Diagnóstico)	(Diagnóstico)	(Diagnóstico)	(Diagnóstico)

Fuente: Elaboración propia (2023).

### ***Fase 3: Planteamientos de posibles soluciones***

En esta fase de acuerdo con la información de la anterior: primero, se realizó el análisis de la información del recorrido del acueducto comunitario mediante el diagnóstico DOFA; segundo, se identificaron las problemáticas de la calidad del agua con la aplicación de la Matriz de Vester; y tercero, se plantearon posibles soluciones de mejora de la calidad del agua de suministro del acueducto de Matarredonda. De esta manera se obtuvo los logros del desarrollo del segundo objetivo específico del presente proyecto aplicado ([Resultado 2](#)).

**Análisis DOFA.** El análisis estratégico DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas) permite realizar un diagnóstico de la información, siendo utilizado en el ámbito investigativo para evaluar la situación de una empresa, un proyecto o una idea.

Según Correa (2006), la matriz DOFA se organiza en forma de matriz que está dividida en cuatro cuadrantes, en los cuadrantes superiores se colocan las variables internas que son las Debilidades y las Fortalezas de la situación analizada. Las Debilidades se refieren a los aspectos internos que limitan o dificultan el desempeño y el logro de los objetivos, mientras que las Fortalezas son los aspectos internos que brindan ventajas competitivas y valiosas (pp. 2-3). Siguiendo con Correa (2006), en los cuadrantes inferiores se ubican las variables externas que son las Oportunidades y las Amenazas. Las Oportunidades son las circunstancias externas favorables que pueden ser aprovechadas para el crecimiento o el éxito de la entidad, mientras que las Amenazas son los factores externos que representan riesgos o desafíos para de la situación analizada (pp. 2-3). De acuerdo con lo anterior, se organizó en la matriz DOFA el análisis de la información recolectada de la Fase 2 teniendo en cuenta las consideraciones de la Figura 29, ver diagnóstico DOFA desarrollado en [Figura 33](#).

**Figura 29.**

*Diagnóstico DOFA de la calidad del agua del sistema de suministro de Matarredonda.*

<i>Debilidades</i>	<i>Oportunidades</i>
Aspectos internos que limitan la calidad del agua potable en el sistema de suministro.	Aspectos internos que brindan ventajas a la calidad del agua potable en el sistema de suministro.
<i>Fortalezas</i>	<i>Amenazas</i>
Circunstancias externas favorables para una calidad del agua potable en el sistema de suministro.	Factores externos que representan riesgos para una calidad del agua potable en el sistema de suministro.

Fuente: Elaboración propia (2023).

**Matriz de Vester.** Una vez realizado el diagnóstico DOFA, se procedió a dar prioridad a las problemáticas de mayor influencia que no garantizan una calidad de agua potable en el sistema de suministro de Matarredonda, las cuales fueron de los cuadrantes Debilidades y Amenazas mediante una puntuación utilizando la Matriz de Vester.

La Matriz de Vester es una herramienta utilizada para analizar las causas y efectos de una problemática específica mediante un formulario de evaluación para verificar en qué medida se han alcanzado los objetivos individuales establecidos (Beard, 2015). La Matriz de Vester contiene una serie de filas (horizontal), columnas (vertical) y variables (problemáticas) que se les puede dar una valoración entre cero y tres (0-3) siendo de débil a fuerte respectivamente (Beard, 2015). En el apartado [Análisis Matriz de Vester](#) se puede detallar más información de su aplicación gráfica, el desarrollo de esta y su clasificación de problemáticas se pueden observar en la [Figura 34](#) y [Figura 35](#) respectivamente.

**Posibles planteamientos de solución.** De acuerdo con el desarrollo de la Matriz de Vester, se planteó posibles soluciones de mejora en orden, desde la más fuerte hasta la más débil, siendo plasmadas en el modelo de la Tabla 26, ver desarrollo en [Tabla 39](#).

**Tabla 26.**

*Planteamientos de solución para garantizar calidad de agua potable tratada en Matarredonda.*

Diagnóstico de Vester	Problemática	Actividades de operación, mantenimiento, control y soluciones recomendadas	Frecuencia	Fuente
$P_n = x + y$				

Fuente: Elaboración propia (2023).

## Resultados y Análisis

Para el desarrollo del trabajo de campo se realizaron las visitas a los fundadores del acueducto comunitario que actualmente ejercen funciones dentro de la Junta Administradora de Acueducto de Matarredonda, se explicó la finalidad del proyecto y aceptaron que se realice el diagnóstico manteniendo el anonimato de sus datos personales. Los fundadores de acueducto acompañaron al investigador realizando el recorrido del sistema de abastecimiento, además fueron entrevistados por sus funciones dentro de la junta de administradora y algunos suscriptores encuestados para obtener la información como se dispone en los siguientes dos resultados.

Por lo anterior se pudo comprender que actualmente el saneamiento básico de Matarredonda solo contempla la gestión parcial de la calidad del agua para el consumo humano, siendo responsabilidad de su Junta Administradora de Acueducto. No existen otras organizaciones comunitarias que se encarguen del tratamiento de las aguas residuales domiciliarias, dado que la vereda carece de una red de alcantarillado que conduzca las aguas a una planta de tratamiento que se encargue de esta tarea. Algunas viviendas cuentan con pozos sépticos y viejas letrinas en pésimas condiciones de infraestructura que vierten las aguas residuales directamente a los cuerpos de agua que no perjudican las bocatomas del acueducto comunitario, pero afectan el ambiente en general. Además, tampoco existen organizaciones que realicen una correcta gestión para la disposición final de residuos sólidos como un relleno sanitario o un centro de acopio, por lo que estos se entierran, se tiran o se incineran a cielo abierto por los habitantes, poniendo en riesgo el agua, los bosques y el ambiente.

Sin embargo, la ausencia del tratamiento de las aguas residuales y de los residuos sólidos no perjudican directamente el tratamiento del agua de suministro del acueducto comunitario, por lo que se pudo obtener la información que se dispone en los siguientes dos resultados.

## Resultado 1: Análisis de la Calidad del Agua de Suministro

En este resultado se obtuvo la información relacionada al recorrido físico del sistema de abastecimiento comunitario, con la finalidad de diagnosticar la calidad del agua de suministro tratada en Matarredonda, permitiendo alcanzar los logros propuestos en el objetivo específico 1 a través del diseño metodológico propuesto en la [Fase 2](#).

### *Sistema de abastecimiento comunitario de Matarredonda*

Durante el recorrido del sistema de acueducto o abastecimiento comunitario, se pudo observar que este, está compuesto por dos sistemas, uno en la parte alta y el otro en la parte baja de la vereda de Matarredonda, con una bocatoma independiente para cada uno de los sistemas como se puede observar en distribución geoespacial de la Figura 30.

### Figura 30.

*Distribución geoespacial de sistema de abastecimiento comunitario de Matarredonda.*



Fuente: Google Earth (2023).

La zona forestal de las bocatomas de Matarredonda se conoce como “La Aguada” siendo una montaña con una amplia variedad ambiental de bosque. La Junta Administradora de Acueducto de Matarredonda es propietaria de ocho 8 Hectáreas de bosque en la parte alta de La Aguda que protegen sus dos captaciones existentes, 1 Hectárea fue donada por la Federación Nacional de Cafeteros (FNC) y las otras 7 por la Alcaldía Municipal de Chachagüí.

**Sistema de abastecimiento de la parte alta de Matarredonda.** El primer sistema de abastecimiento de Matarredonda se clasifica por gravedad sin tratamiento, dado que el agua captada es de manantial subterránea, es decir, el agua subterránea fluye de la tierra hasta la superficie, pero no se le da un tratamiento de cloración. En la Figura 31 se indica la distribución geoespacial de este sistema de abastecimiento de la parte alta de la vereda.

### Figura 31.

*Distribución geoespacial del sistema de abastecimiento de la parte alta de Matarredonda.*



Fuente: Google Earth (2023).

La captación del agua de este primer sistema se denomina “Captación La Aguada 1” como indica la Tabla 27 con algunas características importantes de esta unidad.

**Tabla 27.**

*Captación La Aguada 1.*

<b>Sistema de Abastecimiento de la Parte Alta de Matarredonda</b>		
<b>Numero de sistema</b>	1	
<b>Nombre de la fuente</b>	La Aguada 1	
<b>Tipo de bocatoma</b>	Subterránea de manantial	
<b>Proceso unitario</b>	Captación	
		<b>Descripción</b>
		La estructura de captación de agua de nacedero está construida con materiales de concreto y hierro, tiene una capacidad de para captar 6000 litros de agua subterránea. La unidad presenta una buena infraestructura, pero la humedad de la tierra pone en riesgo su adherencia al suelo.
<b>Coordenadas</b>		
<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altitud</b>
1°21'36.29	-77°15'57.33	2215 m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia (2023).

El agua captada en La Aguada 1 es conducida por una línea de aducción de PVC de 1 Pulgada con una longitud de 1,8 km hasta sus tanques de almacenamiento como se indica en la Tabla 28 con algunas características importantes de la siguiente unidad de este sistema de abastecimiento.

**Tabla 28.**

*Almacenamiento del agua del sistema de abastecimiento de la parte alta de Matarredonda.*

<b>Sistema de Abastecimiento de la Parte Alta de Matarredonda</b>		
<b>Numero de sistema</b>	1	
<b>Nombre de la fuente</b>	La Aguada 1	
<b>Tipo de bocatoma</b>	Subterránea de manantial	
<b>Proceso unitario</b>	Almacenamiento	
	<b>Descripción</b>	
	<p>Los dos tanques de almacenamiento son de polietileno con una capacidad para almacenar 4000 litros de agua en total. La unidad presenta unas condiciones aceptables de disposición, pero el agua en su almacenamiento presenta sólidos sedimentados.</p>	
<b>Coordenadas</b>		
<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altitud</b>
1°21'41.24	-77°16'23.91	2119 m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia (2023).

El agua almacenada en los tanques de la Tabla 28 es distribuida sin cloración a 12 viviendas ubicadas a unos 300 m de distancia de estos. Como el agua captada desde La Aguada 1 es continua, existe un riego de rebose en los tanques de almacenamiento. Sin embargo, el agua que se rebosa es conducida por una tubería de 1 Pulgada de PVC de 450 m de longitud hasta la cámara de cloración del otro sistema de abastecimiento de Matarredonda.

**Sistema de abastecimiento de la parte baja de Matarredonda.** El segundo sistema de abastecimiento se clasifica por gravedad con tratamiento, dado que el agua captada es superficial de quebrada o río y se implementa el proceso de cloración para su desinfección. En la Figura 32 se indica la distribución geoespacial de este sistema de abastecimiento para la parte baja de la vereda de Matarredonda.

**Figura 32.**

*Distribución geoespacial del sistema de abastecimiento de la parte baja de Matarredonda.*



Fuente: Google Earth (2023).

La captación de este segundo sistema está ubicada 600 m antes que La Aguada 1, por lo que esta bocatoma se denomina “Captación La Aguada 2” dado que al igual que la montaña la fuente posee el mismo nombre. La “Quebrada La Aguada” nace en la vereda La Cruz y el Hueco San Lorenzo del municipio de Chachagüí y pertenece a la cuenca del Río Juanambú

(CORPONARIÑO, 2015). En la Tabla 29 se puede detallar las características del proceso unitario de la Captación La Aguada 2.

**Tabla 29.**

*Captación La Aguada 2.*

<b>Sistema de Abastecimiento de la Parte Baja de Matarredonda</b>		
<b>Numero de sistema</b>	2	
<b>Nombre de la fuente</b>	La Aguada 2	
<b>Tipo de bocatoma</b>	Superficial	
<b>Proceso unitario</b>	Captación	
	<b>Descripción</b>	
	<p>La captación es de rejillas similar a una sin regulación de caudales, posee buenas condiciones de infraestructura el estar construida en concreto y hierro. El agua presenta contaminación por coliformes totales.</p>	
<b>Coordenadas</b>		
<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altitud</b>
1°21'26.81	-77°16'7.8	2160 m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia (2023).

En lo más alto de esta captación existen alcantarillados de las vías que conducen a otras veredas que en épocas de invierno se colapsan, perjudicando la Captación La Aguada 2 con un líquido muy contaminado que entra al acueducto.

El agua captada es conducida por una línea de PVC de 3 pulgadas a unos 100 m donde se encuentra el desarenador. En la Tabla 30 se puede detallar algunas características del siguiente proceso unitario de este segundo sistema.

**Tabla 30.**

*Desarenador del sistema de abastecimiento de la parte baja de Matarredonda.*

<b>Sistema de Abastecimiento de la Parte Baja de Matarredonda</b>		
<b>Numero de sistema</b>	2	
<b>Nombre de la fuente</b>	La Aguada 2	
<b>Tipo de bocatoma</b>	Superficial	
<b>Proceso unitario</b>	Desarenador	
	<b>Descripción</b>	
	Desarenador de tipo convencional dado que las partículas se sedimentan en el fondo, tiene una capacidad de 12000 litros de agua, construido a base de ladrillo, concreto y varilla. La humedad puede poner en riesgo su estructura.	
<b>Coordenadas</b>		
<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altitud</b>
1°21'26.51	-77°16'11.35	2123 m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia (2023).

El agua desarenada continua su proceso por una línea PVC de 3 Pulgadas recorriendo una distancia de 1,6 km hasta llegar a la cámara de cloración. Para la cloración, se vierte 3 kg de cloro granulado en un tanque con 1000 litros agua que se encuentra sobre el tanque donde reposa el agua, la solución cae por goteo desinfectando el agua, el llenado del tanque del cloro se realiza

2 veces por semana. En la Tabla 31 se puede apreciar la cámara de la cloración del sistema de abastecimiento de la parte baja de Matarredonda con sus respectivas características.

**Tabla 31.**

*Cloración del sistema de abastecimiento de la parte baja de Matarredonda.*

<b>Sistema de Abastecimiento de la Parte Baja de Matarredonda</b>		
<b>Numero de sistema</b>	2	
<b>Nombre de la fuente</b>	La Aguada 2	
<b>Tipo de bocatoma</b>	Superficial	
<b>Proceso unitario</b>	Cloración	
		<b>Descripción</b>
		<p>La cloración es de tipo manual y se realiza por goteo, tiene una capacidad de clorar 50 m<sup>3</sup> de agua del sistema de la parte baja y el agua de rebose de la parte alta. Esta unidad presenta buenas características de infraestructura.</p>
<b>Coordenadas</b>		
<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altitud</b>
1°21'26.51	-77°16'11.35	2070 m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia (2023).

El agua clorada continua su proceso por una tubería de PVC de 2 ½ Pulgadas recorriendo una distancia de 700 m hasta su almacenamiento. En la Tabla 32 se pueden observar los detalles de los tanques de almacenamiento del segundo acueducto comunitario de Matarredonda.

**Tabla 32.**

*Almacenamiento del sistema de abastecimiento de la parte baja de Matarredonda.*

<b>Sistema de Abastecimiento de la Parte Baja de Matarredonda</b>		
<b>Numero de sistema</b>	2	
<b>Nombre de la fuente</b>	La Aguada 2	
<b>Tipo de bocatoma</b>	Superficial	
<b>Proceso unitario</b>	Almacenamiento	
		<b>Descripción</b> Esta unidad contiene 2 tanques para el almacenamiento del agua clorada, uno con una capacidad de 80 m <sup>3</sup> y otro de 14 m <sup>3</sup> . Presentan muy buenas condiciones de cuidado e infraestructura por su construcción en ladrillo, concreto y varilla.
<b>Coordenadas</b>		
<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altitud</b>
1°22'3.89	-77°16'37.49	2016 m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia (2023).

El agua distribuida en la parte baja del acueducto comunitario de Matarredonda, posee 120 suscriptores, abasteciendo así a 237 habitantes, quienes utilizan el agua para el uso doméstico.

**Evaluación técnico-normativa del sistema de abastecimiento comunitario de Matarredonda.** Para realizar el diagnóstico del sistema de abastecimiento comunitario de Matarredonda, se tuvo en cuenta la información recopilada durante el recorrido y siguiendo los

lineamientos establecidos en las normativas del RAS2000, las Resoluciones 330 de 2017 y 844 de 2018 para cada uno de los sistemas que existen en la vereda, ver en la Tabla 33.

**Tabla 33.**

*Evaluación técnico-normativa del sistema de abastecimiento comunitario de Matarredonda.*

Componente	Diagnóstico Normativo: RAS2000, Resolución 330 de 2017 y 844 de 2018			
	Sistema 1	Estado	Sistema 2	Estado
<b>Captación</b>	Captación de manantial construida en un área protegida de la contaminación con materiales resistentes a la corrosión y condiciones climáticas, equipada con una válvula de cierre de 1 Pulgada para controlar el flujo de agua conducida al siguiente componente, es monitoreada regularmente.	Aceptable	Captación superficial construida en un área protegida de la contaminación con materiales resistentes a la corrosión y condiciones climáticas, equipada con una válvula de cierre de 3 Pulgadas para controlar el flujo de agua conducida al siguiente componente, es monitoreada regularmente.	Aceptable
<b>Desarenador</b>	No Aplica	No Aplica	Ubicado aguas abajo de la captación, diseñado para sedimentar partículas en el fondo, los materiales como el ladrillo son sensibles a la humedad que se absorbe del suelo y al deterioro, se realiza a mantenimiento regularmente.	Regular
<b>Conducción</b>	La línea de conducción por gravedad está diseñada para garantizar buena presión con materiales de PVC de 1 Pulgada garantizando el caudal de agua requerido.	Aceptable	La línea de conducción por gravedad está diseñada para garantizar buena presión con materiales de PVC de 2 ½ Pulgadas garantizando el caudal de agua requerido.	Aceptable

<b>Componente</b>	<b>Diagnóstico Normativo: RAS2000, Resolución 330 de 2017 y 844 de 2018</b>			
	<b>Sistema 1</b>	<b>Estado</b>	<b>Sistema 2</b>	<b>Estado</b>
<b>Desinfección</b>	No Aplica	No Aceptable	El agua es desinfectada con un agente químico como el cloro granulado, el tiempo de contacto la solución desinfectante con el agua no es el adecuado para desinfectarla, no poseen métodos In-situ para monitorear el agua clorada.	No Aceptable
<b>Tanques</b>	Ubicados en un área protegida de la contaminación, son de polietileno, sus dimensiones son correctas para el almacenamiento de agua requerida, se realiza operación y mantenimiento constantemente.	Aceptable	Ubicados en un área protegida de la contaminación, contruidos con materiales como el concreto, hierro y ladrillo, sus dimensiones son correctas para el almacenamiento de agua requerido, se realiza operación y mantenimiento constantemente.	Aceptable
<b>Red de distribución</b>	Las redes de distribución garantizan la presión y el caudal requerido a las viviendas, son de 1 Pulgada de PVC siendo muy resistentes, posee válvulas en distintos puntos para realizar una correcta operación y mantenimiento.	Aceptable	Las redes de distribución garantizan la presión y el caudal requerido a las viviendas, son de 1 Pulgada de PVC siendo muy resistentes, posee válvulas en distintos puntos para realizar una correcta operación y mantenimiento.	Aceptable

Fuente: Elaboración propia (2023).

En Colombia los acueductos comunitarios están exentos de cumplir las normativas para la prestación de servicios, dado que se les permite implementar herramientas que estén al alcance

de la comunidad rural para garantizar una buena prestación de estos (Decreto 1898 de 2016). Sin embargo, para la creación de nuevos proyectos de saneamiento rural como un acueducto, se debe tener en cuenta los términos de la Resolución 844 de 2018 y los requisitos técnicos de la Resolución 330 de 2017 junto al RAS2000 como guía (MVCT, 2021, p. 13).

Por lo anterior, cuando el concepto de un proceso unitario es “Aceptable”, se considera que su estructura cumple con los estándares técnicos y normativos para una correcta operación y mantenimiento que garantice la prestación del servicio a los usuarios. En la evaluación técnico-normativa del acueducto de Matarredonda de la Tabla 33 se puede confirmar que los procesos de captación, conducción, tanques de almacenamiento y redes de distribución de ambos sistemas son acordes con las resoluciones, garantizando así un buen servicio.

Por otro lado, cuando el concepto es “Regular”, la estructura puede presentar daños menores como grietas o fisuras como en el desarenador del Sistema 2 de Matarredonda, pero la estructura se encuentra en condiciones de operar de manera segura debido al mantenimiento constante que se realiza. Cuando el concepto es “No Aceptable”, significa que no cumple con los requisitos técnicos y normativos, siendo el caso de la cloración de ambos Sistemas, sin embargo, la cloración de Sistema 1 no cumple con todos los requisitos al no existir este proceso, pero el Sistema 2 si cumple con los requisitos estructurales, pero no los de desinfección del líquido.

No todos los acueductos van a requerir de varios procesos unitarios, debido al origen de sus aguas (Barrios Napurí et al., 2009). En el caso del Sistema 1, la fuente de agua es de manantial que puede ser segura, pero se debe implementar la cloración. En cuanto al Sistema 2, su agua superficial se encuentra contaminada y sus procesos unitarios no garantizan la correcta desinfección del líquido, por lo que se debería mejorar la cloración e inclusive implementar más procesos como coagulación y filtración por el origen de estas aguas (CDC, 2023).

*Calidad del agua tratada en el acueducto comunitario de Matarredonda*

El agua tratada en Matarredonda presenta muy buenas características físicas como color aparente, olor y sabor, turbiedad, conductividad y pH, pero no presenta buenas características químicas y microbiológicas por lo que el agua no es potable ni apta para el consumo humano en la vereda de Matarredonda según lo dicta la Resolución 2115 de 2007 (Tabla 34).

**Tabla 34.**

*Características de la calidad del agua del sistema de la parte baja de Matarredonda.*

Parámetro	Fecha de toma de muestras			
	22/09/2022		05/07/2023	
	Resultado	Diagnóstico	Resultado	Diagnóstico
<b>Cloro residual libre</b>	0	No Aceptable	0	No Aceptable
<b>Color aparente</b>	5	Aceptable	5	Aceptable
<b>Conductividad</b>	73	Aceptable	86	Aceptable
<b>pH</b>	7,5	Aceptable	7	Aceptable
<b>Turbiedad</b>	2,9	No Aceptable	1,2	Aceptable
<b>Coliformes totales</b>	2419,6	No Aceptable	2419,6	No Aceptable
<b>E-Coli</b>	46,8	No Aceptable	34,5	No Aceptable
<b>Fluoruros</b>	0,5	No Aceptable	N/A	No Reporta
<b>ÍRCA</b>	<b>89,17</b>	<b>INVIABLE</b>	<b>70,97</b>	<b>ALTO</b>

*Nota.* El SIVICAP no reporta toma de muestras de agua del sistema de la parte alta de Matarredonda, se considera una posible agua segura al ser de manantial sin agentes que la contaminen. **Fuente:** Instituto Nacional de Salud (INS, 2023a).

Las características físicas reportadas por el INS son aparentes con las suministradas en la Tabla 35. Las características físicas aparentes de la Vivienda 1 y 2 corresponden a las del sistema de la parte alta y de las Viviendas 3-12 al sistema de abastecimiento de la parte baja de Matarredonda. Las aparentes características físicas del agua de las 12 viviendas con aceptables.

Tabla 35.

*Características físicas aparentes del agua tratada en Matarredonda.*

Vivienda 1	Vivienda 2	Vivienda 3	Vivienda 4
			
Aceptables	Aceptables	Aceptables	Aceptables
Vivienda 5	Vivienda 6	Vivienda 7	Vivienda 8
			
Aceptables	Aceptables	Aceptables	Aceptables
Vivienda 9	Vivienda 10	Vivienda 11	Vivienda 12
			
Aceptables	Aceptables	Aceptables	Aceptables

Fuente: Elaboración propia (2023).

De acuerdo con lo anterior, al poseer buenas características físicas del agua se garantiza la facilidad de su tratamiento y potabilización, dado que si algún parámetro como el olor o el color no son aceptables se deberán implementar procesos complementarios para eliminar esas impurezas, si el pH es alto o bajo será debido a la presencia de compuestos alcalinos o ácidos respectivamente, lo que dificultaría aún más su tratamiento realizando los ajustes en el pH previamente (Sierra Ramírez, 2011, p. 55). Por lo anterior, el acueducto comunitario de Matarredonda presenta ventajas al poseer buenas características físicas en el agua, por lo que su tratamiento no requiere de soluciones muy tecnificadas.

Según la Resolución 2115 de 2007, el INS realiza análisis de laboratorio solo a los parámetros necesarios según el mapa de riesgo, dado que otros análisis no son considerados relevantes al no tener un alto grado de presencia en la zona por la ausencia de actividades naturales o antrópicas que pueden contaminar el agua. De esta manera se puede confirmar que, al no considerarse los demás parámetros según la resolución, el agua que entra al acueducto de Matarredonda no contiene una alta presencia de elementos, compuestos químicos y plaguicidas que pueden tener un efecto adverso y/o directo sobre la salud humana. Por otro lado, la dotación básica de laboratorio que debe tener una PTAP es un Jar-Test para la realización de prueba de jarras, un fotómetro para medir cloro, un pHmetro para medir pH y un turbidímetro para medir turbiedad y color, equipos con los que no cuenta el acueducto comunitario de Matarredonda.

En los reportes de calidad del agua de la Tabla 34, la turbiedad no es aceptable en el primer resultado. De acuerdo con Marcó et al. (2004), una turbiedad alta en el agua está relacionada con el alto contenido de sólidos suspendidos que pueden ser de origen natural como la materia orgánica o de origen antropogénico producto de una contaminación. Los microorganismos presentes en el agua pueden adherirse a los sólidos en suspensión protegiéndose

durante la desinfección, lo que no garantizaría su eliminación que podría generar complicaciones en la salud de los usuarios (p. 72.) Por lo cual, la aplicación de un químico coagulante podría retener estos sólidos en suspensión durante el tratamiento del agua, o en su defecto filtrarla antes de ser consumida (Banos, 2018). Sin embargo, en el segundo resultado la turbiedad es aceptable por lo que no existiría ese riesgo, tal vez del primer resultado se produjo por alguna condición ambiental como las lluvias que generaron el exceso de sólidos presentes en el agua.

En cuanto a las características químicas, los fluoruros son un mineral presente en el agua y en la tierra, su exceso y consumo humano pueden generar fluorosis dental que son manchas blanquecinas en los dientes y a su vez ser susceptible a las caries, a largo plazo puede generar complicaciones cognitivas, trastornos neurológicos u osteoporosis (Hidalgo-Gato Fuentes et al., 2007). Los fluoruros son de origen natural, su exceso puede eliminarse por medio de la coagulación igual que los sólidos suspendidos, o también utilizando filtros de carbón activado de manera domiciliaria (Banos, 2018). Sin embargo, en el segundo resultado no se reporta de acuerdo con el mapa de riesgo del INS debido a su poca presencia en la zona.

En cuanto a las características microbiológicas como los coliformes totales y el E-Coli, se confirma con las fuentes del planteamiento del problema que el agua del acueducto contiene presencia de microorganismos que pueden ser patógenos, adicional la no presencia de cloro residual libre como desinfectante que elimine a estos agentes infecciosos puede afectar la salud de los suscriptores, pues la presencia de estos microorganismos indica de manera directa que el agua ha sido tratada de forma ineficiente. El valor del cloro residual debería rondar entre 0,3 y 2,0 mg/L para garantizar la desinfección del agua en el acueducto de Matarredonda y proteger el líquido de cualquier eventual contaminación.

### Percepción de la calidad del agua tratada en el acueducto comunitario de

**Matarredonda.** Dado que la vereda de Matarredonda cuenta con dos sistemas de acueducto, uno en la parte alta y el otro en la parte baja, se determinó la percepción de la calidad del agua tratada para cada uno de los sistemas, y posteriormente dar una percepción general de la calidad del agua tratada, ver Tabla 36.

**Tabla 36.**

*Percepción de la calidad del agua tratada en el acueducto comunitario de Matarredonda.*

<b>Ítem</b>	<b>Sistema 1</b>	<b>Sistema 2</b>	<b>Percepción general</b>
<b>Características del agua</b>	El agua aparenta ser un 100% de buena calidad, pero en algunas ocasiones puede presentar mal olor, sabor o coloración por lluvias o mantenimiento del sistema.	El agua aparenta ser en un 60% de buena calidad, pero en un 70% puede llegar a presentar mal olor, sabor, exceso de cloro, coloración por lluvias o mantenimiento del sistema.	El agua aparenta ser un 66% de buena calidad, pero en un 75% puede llegar a presentar mal olor, sabor, exceso de cloro (cuando aplica), coloración por lluvias o mantenimiento del sistema.
<b>Continuidad del agua</b>	Según un 100% se puede ver afectada su continuidad que dura de 6-24 horas por actividades de operación y mantenimiento, o por las lluvias o sequías que se presentan.	En un 80% se puede ver afectada su continuidad, que dura de 6-24 horas por actividades de operación y mantenimiento, o por las lluvias o sequías que se presentan.	En un 83% se puede ver afectada su continuidad, que dura de 6-24 horas por actividades de operación y mantenimiento, o por las lluvias o sequías que se presentan.
<b>Prestación del servicio</b>	Hay una aprobación del 100% en las tarifas aplicadas, una satisfacción del servicio prestado e información proporcionada por la junta de acueducto del 100%, dado que el 100% aseguran que la junta toma las medidas	Hay una aprobación del 60% en las tarifas aplicadas, una satisfacción del servicio prestado e información proporcionada por la junta de acueducto del 80%, dado que el 80% aseguran que la junta toma las medidas	Hay una aprobación del 58% en las tarifas aplicadas, una satisfacción del servicio prestado e información proporcionada por la junta de acueducto del 75%, dado que el 83% aseguran que la junta toma las medidas

Ítem	Sistema 1	Sistema 2	Percepción general
	necesarias para tratar el líquido. Además, el 100% del servicio es entre regular a bueno, por lo que el 100% lo recomendarían a otros.	necesarias para tratar el líquido. Además, el 90% del servicio es de regular a bueno y un 10% excelente, por lo que el 80% lo recomendarían a otros.	necesarias para tratar el líquido. Además, el 92% del servicio es de regular a bueno, por lo que el 58% lo recomendarían a otros.
<b>Presión del agua</b>	En un 100% nunca ha presentado problemas de presión, un 100% la presión es entre buena y regular.	El agua se distribuye con buena presión en todos los puntos de la vereda, dado que en un 90% nunca ha experimentado problemas de presión, un 100% la presión es entre buena y excelente.	El agua se distribuye con buena presión en todos los puntos de la vereda, dado que en un 83% nunca ha experimenta problemas de presión, un 92% la presión es entre buena y excelente.
<b>Seguridad de agua potable</b>	El agua, Sí aparenta ser segura en un 100%, dado que en un 0% no se han escuchado casos de afecciones en la salud por el consumo directo de agua en la vereda. Además, en un 100% se emplean un tratamiento adicional domiciliario para aumentar su seguridad.	El agua, No aparenta ser segura en un 60%, dado que existe un 10% en afecciones de la salud por el consumo directo de agua en la vereda que puede incidir en el 60% de casos escuchados, por lo que en un 100% se implementa un tratamiento adicional domiciliario para aumentar su seguridad.	El agua en un 50%, Sí aparenta ser segura, y en un 50% No aparenta serlo, dado que existe un 8,3% en afecciones de la salud por el consumo directo de agua en la vereda que puede incidir en el 33% de casos escuchados, por lo que en un 100% se implementa un tratamiento adicional domiciliario para aumentar su seguridad.

Fuente: Elaboración propia (2023).

De los resultados de la percepción de agua tratada en Matarredonda, en la Tabla 36 se puede apreciar que para los usuarios las características del agua visibles son buenas. Sin embargo, con el análisis de la calidad del agua del INS se pudo confirmar que contiene contaminación por coliformes y E-Coli, por lo que los usuarios tienen razón al no aceptar en un

100% que el agua tenga todas sus características buenas de calidad potable, además estas se pueden ver aún más alteradas cuando se realizan las actividades de mantenimiento del acueducto.

Por otro lado, el agua presenta una buena continuidad y presión por lo que se puede estimar que el sistema las garantiza y son adecuadas para las viviendas que tienen el servicio contratado de acueducto. La presión al ser adecuada no genera problemas como quiebres en los tubos de las redes de distribución y al garantizar el servicio continuo no genera desabastecimiento a los usuarios suscriptores en sus viviendas con sus familias. Sin embargo, la continuidad se puede ver afectada solo en épocas de invierno, verano y por las actividades de mantenimiento del sistema, las cuales son necesarias que se sigan implementando para enfrentarse a los cambios ambientales en el transcurso del año y para preservar el funcionamiento de acueducto comunitario.

Al calificar la prestación del servicio con un 58% no significa que sea bueno, dado que, los usuarios consideran que por lo que pagan se debería garantizar la correcta desinfección del líquido y que este sea potable, por esta razón la junta de acueducto no toma las medidas suficientes para garantizar la potabilidad. Puede afirmarse que cuando se hace referencia a que si el servicio es bueno se considera si llega agua a las viviendas, lo cual se pudo confirmar anteriormente, pero le faltaría implementar más medidas para que el líquido sea potable y se garantice un buen servicio que se podría recomendar en un 100% a otros, dado que este es el único sistema de acueducto que garantiza agua para el consumo humano en la vereda.

Finalmente, el agua de suministro del acueducto comunitario solo es segura si se implementa un tratamiento adicional intradomiciliario como hervirla o filtrarla, de acuerdo con la percepción evaluada, pues estas técnicas mejoran la calidad del líquido en un 100% para los usuarios, confirmando que no han experimentado enfermedades sospechosas por consumir agua

contaminada. La presión es adecuada, la continuidad no se ve afectada y en comparación con los reportes de calidad del agua de la Tabla 33 y el análisis descrito se podría confirmar que, implementar técnicas adicionales elimina los microorganismos en el agua del acueducto de Matarredonda, pues sin estas técnicas el agua del sistema no es potable.

### ***Otros hallazgos relevantes del acueducto comunitario de Matarredonda***

Estos hallazgos están relacionados con la reseña histórica del acueducto, los usos del agua, la dirección de la junta administradora, y la operación y el mantenimiento del sistema, con el fin de tener una contextualización del acueducto comunitario de Matarredonda y sea de utilidad para para el planteamiento de las posibles soluciones de mejora de la calidad del agua.

**Reseña histórica del acueducto comunitario de Matarredonda.** De acuerdo con los fundadores del acueducto comunitario, la idea de tener un acueducto propio en la vereda nació de los funcionarios de la Junta de Acción Comunal (JAC) de finales de los 80's, dado que en esas épocas el suministro de agua domiciliaria en Matarredonda era por medio de acarreo de las acequias y las quebradas más cercanas de cada vivienda, cada habitante era responsable de su suministro de agua domiciliaria. Los miembros de la JAC presentaron la idea de un acueducto comunitario, la cual no fue muy bien vista dado que los habitantes pensaron que no era posible tener un acueducto veredal propio en Matarredonda.

En 1989 la JAC de Matarredonda a pesar de las duras críticas que recibió, comenzó a gestionar la construcción del actual sistema de abastecimiento comunitario por medio de contactos políticos y religiosos de la vereda, que donaron la primera tubería de asbesto, materiales de construcción y recursos económicos. La comunidad al ver que el proyecto de tener un acueducto propio iba por muy buen camino, empezó a colaborar con la mano de obra hasta no descansar por tener su propio sistema de abastecimiento comunitario.

En 1995 las funciones del acueducto comunitario influían en varios aspectos importantes de la vereda, en los cuales muy pocos tenían el derecho a participar, por lo que se tuvo que conformar la primera Junta Administradora de Acueducto en Matarredonda. Los fundadores del acueducto comunitario continuaron con sus funciones dentro de la junta administradora y desde ese entonces han realizado sus gestiones para garantizar el líquido en la comunidad.

En 2014 CORPONARIÑO, donó materiales para el cambio de la tubería de asbesto por una de PVC; junto a la Alcaldía Municipal de Chachagüí, han adquirido predios para la protección ambiental de las bocatomas en lo alto de la vereda; junto a la UMATA, Saneamiento Ambiental Municipal, Ejército Nacional y la comunidad han realizado jornadas de reforestación, limpieza de bocatomas y reparación del sistema de abastecimiento comunitario que hoy en día cumple 34 años de funcionamiento brindando el suministro de agua para el consumo humano a la comunidad de Matarredonda.

**Usos múltiples del agua de Matarredonda.** La Junta Administradora de Acueducto de Matarredonda realiza funciones de gestión administrativa, operativa y de mantenimiento del sistema de abastecimiento comunitario para garantizar el agua de consumo y uso exclusivamente doméstico a los habitantes de la vereda, dado que el sistema de acueducto está destinado solo para ese fin ante concesión autorizada por CORPONARIÑO.

El acceso al agua para otros usos como el cafetero y el agropecuario los cuales son muy importantes para el desarrollo económico y de las familias campesinas de Matarredonda son permitidos mediante tramite de concesión ante CORPONARIÑO y responsabilidad de cada caficultor o agricultor, lo cual permite tener sistemas de riego por separado que no ponen en riesgo la disponibilidad del agua tratada del acueducto comunitario. Además, no se presenta contrabando de agua del acueducto para otros usos distintos al doméstico.

**Junta administradora de acueducto comunitario de Matarredonda.** La Junta Administradora de Acueducto se reconoce como la “Asociación de Usuarios del Acueducto Rural de Matarredonda” ante la SSPD, cumple con todos los requisitos y permisos legales de una empresa colombiana, aunque es una organización comunitaria.

Los funcionarios de la Junta de Administradora de Acueducto de Matarredonda se escogen democráticamente por mayoría de votos de la comunidad mediante una asamblea general, para desempeñar los cargos que se indican en la Tabla 37 por un periodo de 4 años. Cada 6 meses se realizan reuniones con la comunidad para informar los asuntos relacionados con el acueducto, lo cual permite la transparencia de su gestión.

**Tabla 37.**

*Funciones de los miembros de la Junta Administradora de Acueducto de Matarredonda.*

<b>Cargo</b>	<b>Funciones</b>	<b>Sueldo</b>
Presidente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirigir las reuniones del acueducto y ejercer la presidencia en las asambleas comunitarias.</li> <li>• Representar al acueducto en relaciones externas con otras organizaciones o entidades.</li> <li>• Coordinar y supervisar las actividades generales del acueducto.</li> <li>• Tomar decisiones en situaciones de emergencia o cuando se requiera una acción rápida.</li> </ul>	No
Vicepresidente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyar al presidente en sus funciones y responsabilidades.</li> <li>• Reemplazar al presidente en caso de ausencia o incapacidad temporal.</li> <li>• Ayudar en la coordinación de las actividades del acueducto.</li> <li>• Participar activamente en las reuniones y discusiones importantes.</li> </ul>	No
Secretaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encargarse de la documentación y los registros del acueducto.</li> <li>• Tomar notas y redactar actas en las reuniones.</li> <li>• Mantener la comunicación entre los miembros del acueducto y las autoridades pertinentes.</li> <li>• Notificar a los miembros sobre reuniones, eventos y asuntos importantes.</li> </ul>	No

<b>Cargo</b>	<b>Funciones</b>	<b>Sueldo</b>
Tesorero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrar los recursos financieros del acueducto.</li> <li>• Recaudar pagos de los suscriptores y llevar un registro detallado de los ingresos.</li> <li>• Pagar facturas y gastos del acueducto de manera responsable.</li> <li>• Presentar informes financieros periódicos semestrales en las asambleas.</li> </ul>	No
Fiscal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supervisar y auditar las finanzas del acueducto para garantizar la transparencia y el uso adecuado de los recursos.</li> <li>• Revisar los informes financieros y las transacciones.</li> <li>• Investigar posibles irregularidades o malversación de fondos.</li> <li>• Presentar informes sobre el estado financiero a la junta y en las asambleas comunitarias.</li> </ul>	No
Fontanero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encargado de la operación y del mantenimiento y reparación de las instalaciones de agua y saneamiento del acueducto.</li> <li>• Realizar inspecciones periódicas para identificar posibles fugas, daños o problemas en la red de distribución de agua.</li> <li>• Coordinar y llevar a cabo las reparaciones necesarias para mantener el sistema de agua en buen funcionamiento.</li> <li>• Informar a la junta de las mejoras o actualizaciones que se deben implementar en la infraestructura del acueducto.</li> </ul>	\$ 300.000 mensuales
Contador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar un registro detallado de los ingresos y gastos del acueducto.</li> <li>• Realizar la contabilidad y presentar informes financieros periódicos a la junta y en las asambleas comunitarias.</li> <li>• Asegurarse de que se cumplan todas las obligaciones fiscales y legales relacionadas con las finanzas del acueducto.</li> <li>• Colaborar con el tesorero para garantizar una gestión financiera transparente y responsable.</li> </ul>	Pago por servicios solicitados

Fuente: Elaboración propia (2023).

Por lo general los habitantes de Matarredonda se dedican a labores del campo como la caficultura, la explotación de guadua y la agricultura de especies menores para el consumo familiar. Los fundadores del acueducto en varios periodos han sido reelegidos para ejercer los cargos dentro de la junta de acueducto, en lo cual la comunidad ha estado de acuerdo, dado que

ellos conocen perfectamente la gestión, operación y el mantenimiento del sistema de abastecimiento desde sus orígenes. No obstante, la participación de gente nueva de la vereda dentro de la junta de acueducto ha sido siempre permitida por la democracia.

Las actividades administrativas de la junta de acueducto se realizan en una casa prestada por el presidente de la Junta de Acción Comunal de Matarredonda, la junta administradora se reúne en esta para ponerse al día en temas relacionados con el acueducto y cada uno es responsable de guardar la documentación relacionada con sus funciones. Cabe mencionar que la documentación y los registros se llevan y se almacenan de manera física y no digital.

Actualmente la Junta Administradora de Acueducto tiene 130 suscriptores repartidos entre habitantes nativos de Matarredonda y gente foránea de ciudades como Pasto que suelen pasar los fines de semana en las fincas que hay en la vereda. Las facturas por el servicio de agua se registran en talonario y se reparten a partir del 20 de cada mes por el tesorero. El sistema de acueducto no cuenta con micromedidores domiciliarios, los cobros asociados al consumo y a la inscripción para ser suscriptor del acueducto que se conoce como matrícula y se paga por única vez, se realizan de acuerdo con la información consignada en la Tabla 38. No se presentan retrasos en los pagos por el servicio de agua, por lo que estos recursos han permitido el equitativo funcionamiento del acueducto comunitario, aunque no suelen ser suficientes en algunas ocasiones.

**Tabla 38.**

*Cobros por el servicio de acueducto en Matarredonda.*

<b>Cargo</b>	<b>Monto</b>
Mensualidad estrato 1	\$6.000
Mensualidad estrato 2 en adelante	\$10.000
Matricula nativos de Matarredonda	\$700.000
Matricula foráneos de Matarredonda	\$1.000.000

Fuente: Elaboración propia (2023).

**Operación y mantenimiento del acueducto comunitario de Matarredonda.** En los anteriores años, las actividades de operación y mantenimiento las realizaban los fundadores del acueducto comunitario que hacían parte de su junta administradora, pero debido a sus avanzadas edades, no pudieron seguir cumpliendo con estas funciones, siendo asignadas a una persona que cumpliera el rol de fontanero. Actualmente, la operación y mantenimiento del acueducto comunitario las realiza un solo fontanero nativo de Matarredonda, asignado por su junta de acueducto. El fontanero lleva 10 años operando el sistema de acueducto comunitario, no está capacitado o certificado en operación y mantenimiento de plantas de acueducto.

El fontanero del acueducto comunitario de Matarredonda cumple sus funciones de operación y mantenimiento del sistema de dos a tres veces por semana, limpia y desinfecta los tanques, supervisa las tuberías, vuelve a llenar el tanque del cloro, repara fugas y averías, limpia las hojas y palos de las bocatomas e inspecciona con regularidad todo el sistema. En invierno, cierra las llaves de paso para que no entre el agua contaminada al acueducto, y limpia el exceso de hojas y palos acumulados; en verano, inspecciona con regularidad el almacenamiento dado que el líquido llega a escasearse. En ambas temporadas del año se realizan suspensiones temporales en el servicio de agua, por lo que se advierte a la comunidad en almacenar reservas intradomiciliarias por los acontecimientos que se presentan.

El fontanero cumple con las actividades según la planilla del manual de operación que el presidente de la junta de acueducto le suministra, el cual se actualizan constantemente según las necesidades que se requieran para una correcta operación y mantenimiento del acueducto comunitario de Matarredonda, aunque, este manual es un simple cuaderno con un lapicero. Cuando el fontanero requiere de ayuda para realizar actividades demandantes la junta de acueducto y la comunidad se la suministra de manera comunitaria y voluntaria.

## Resultado 2: Planteamientos de Posibles Soluciones

En este resultado, se analizó la información del recorrido físico del sistema de abastecimiento comunitario mediante el diagnóstico DOFA, se identificó por medio de la Matriz de Vester las problemáticas relacionadas con la calidad del agua de suministro de Matarredonda para plantear posibles soluciones de mejoramiento, permitiendo alcanzar los logros propuestos en el objetivo específico 2 a través del diseño metodológico propuesto en la [Fase 3](#).

### *Análisis DOFA*

Se tuvo en cuenta las indicaciones de la [Figura 29](#) para realizar el diagnóstico de la información recolectada a través del análisis DOFA, permitiendo identificar las problemáticas que no garantizan una calidad de agua potable en el sistema de abastecimiento comunitario de Matarredonda como las debilidades y amenazas. No obstante, el análisis DOFA también permite identificar los aspectos positivos como las oportunidades y fortalezas en el tratamiento del agua para el consumo humano en la vereda como se indica en la DOFA de la Figura 33.

### **Figura 33.**

*Diagnóstico DOFA de la calidad del agua del sistema de suministro de Matarredonda.*

<i>Debilidades</i>	<i>Oportunidades</i>
<b>D1:</b> El Sistema 1 no cuenta con el proceso unitario de la cloración para la desinfección del líquido.	<b>O1:</b> Los funcionarios de la junta de acueducto desempeñan sus funciones de forma voluntaria sin recibir un sueldo para garantizar una buena función y gestión en el sistema de abastecimiento comunitario de Matarredonda.
<b>D2:</b> El Sistema 2 a pesar de contar con el proceso unitario de la cloración para la desinfección no lo realiza de forma correcta, dado que los reportes del INS indican contaminación bacteriológica por coliformes totales y E-Coli.	<b>O2:</b> El sistema de acueducto comunitario a pesar de no estar a la altura para la prestación de servicios según las normativas colombianas, garantiza el suministro de agua domiciliaria en Matarredonda de manera
<b>D3:</b> El fontanero y funcionarios de la junta de	

acueducto comunitario no están capacitados en operación y mantenimiento de sistemas de abastecimiento.

**D4:** No se cuenta con equipos de laboratorio In-Situ que permitan obtener los parámetros de medición básicos de forma inmediata.

**D5:** Las tarifas por el servicio de agua domiciliaria en Matarredonda en algunas ocasiones no permiten obtener los recursos necesarios para una buena gestión operativa, de mantenimiento y de control del sistema de abastecimiento.

constante y sostenible con el ambiente.

**O3:** El ser un acueducto comunitario le permite implementar las medidas necesarias y a su alcance para garantizar una calidad de agua de suministro aceptable.

**O4:** El acueducto comunitario presenta una infraestructura aceptable siendo supervisado regularmente por su operador y funcionarios.

**O5:** El acueducto comunitario y su junta cuentan con todos los permisos legales de una empresa colombiana así sea una organización comunitaria.

### *Fortalezas*

**F1:** Existe cooperativismo entre los habitantes de Matarredonda que permite a la junta de acueducto sentirse apoyada y solicitar ayuda externa ante cualquier necesidad.

**F2:** Los reportes de laboratorio del INS permiten conocer los parámetros físicos químicos y microbiológicos del agua tratada para el consumo humano en Matarredonda.

**F3:** El agua tratada en el acueducto comunitario es exclusivamente para uso doméstico domiciliario, no es destinada para otros usos, permitiendo así la sostenibilidad del agua en la vereda.

**F4:** El comparendo ambiental acompañado e implementado por la UMATA, Saneamiento Ambiental Municipal y Policía Local permite la protección ambiental de las bocatomas, las cuencas hídricas y los predios reforestados.

### *Amenazas*

**A1:** El lodo generado por las lluvias entra en la Captación La Aguda 1 la cual es manantial, alterando la calidad del líquido el cual viaja por gravedad en el sistema en esta época.

**A2:** Existe contaminación ambiental por ganado bovino en lo alto de la Captación 2 que altera la calidad del líquido el cual entra por gravedad en el Sistema 2.

**A3:** Las aguas residuales generadas por las lluvias del alcantarillado de las vías rurales en lo alto de la Captación 2, sobrecargan de materia orgánica el agua que entra al Sistema 2 del acueducto comunitario.

**A4:** Factores ambientales como la humedad ponen en riesgo de erosión las estructuras en algunas unidades del sistema de acueducto comunitario que son de cemento, ladrillo y varilla.

<p><b>F5:</b> No se presentan enfermedades o infecciones por el consumo del agua del acueducto comunitario, dado que se implementan de desinfección casera para mejorar la calidad del agua tratada.</p>	<p><b>A5:</b> Existe abandono por los entes nacionales, territoriales y locales para garantizar la capacitación en operación y mantenimiento del sistema de acueducto comunitario y del saneamiento básico rural de Matarredonda.</p>
--	---

Fuente: Elaboración propia (2023).

### *Análisis Matriz de Vester*

Teniendo en cuenta las Debilidades y Amenazas de la calidad del agua tratada en el acueducto comunitario de Matarredonda identificadas en la Figura 33, se realiza la debida puntuación de Vester indicada en la Figura 34. Donde las variables (P) son las problemáticas identificadas, de P<sub>1</sub> a P<sub>5</sub> son las Debilidades y de P<sub>6</sub> a P<sub>10</sub> son las Amenazas de la DOFA de la Figura 33.

De acuerdo con Beard (2015), en la Matriz de Vester el eje (X) Influencia/Causalidad se refiere a la medida en que un problema influye sobre otros, el eje (Y) Dependencia/Consecuencia se refiere a la medida en que un problema es causado por otros. Los resultados clasificados en los cuadrantes de la Matriz de Vester como (P) Indiferentes, son los problemas que no tienen influencia y no son influenciados por otros; (P) Pasivos, son los problemas que son influenciados por otros, pero no influyen sobre otros; (P) Activos, son los problemas que influyen sobre otros, pero no son influenciados por otros; y (P) Críticos, son los problemas que tienen un alto grado total de activos y pasivos, y pueden ser problemas causas o problemas afectados. Los resultados de las problemáticas en la puntuación de Vester clasificados como críticos deben atenderse de manera inmediata (Beard 2015).

En la Figura 35 se pueden observar la clasificación de Vester de las problemáticas identificadas en el tratamiento del agua de Matarredonda de mayor a menor intensidad que no garantizan una calidad del agua para el consumo humano.

**Figura 34.**

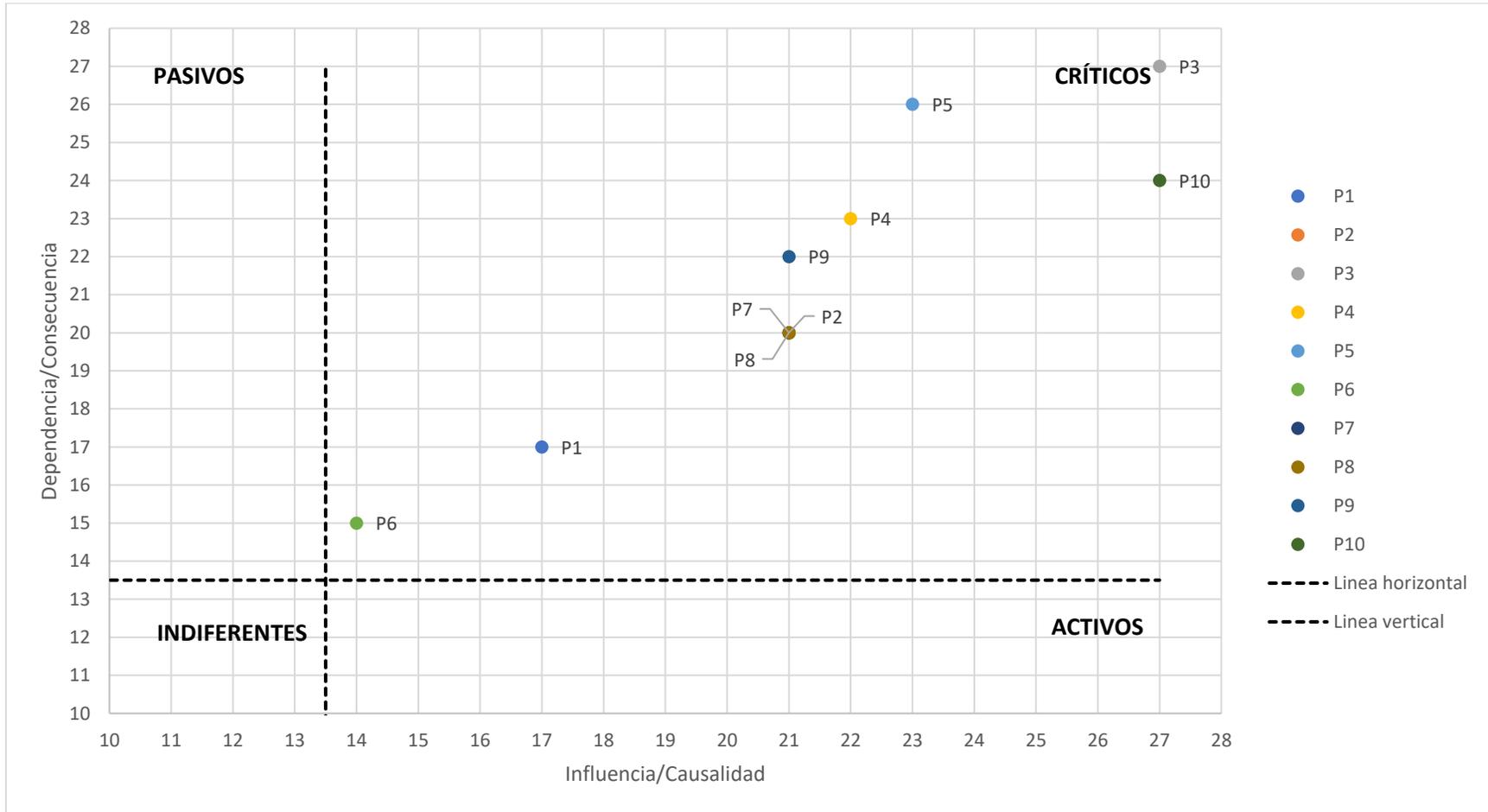
*Puntuación de Vester de problemáticas en el tratamiento de agua de Matarredonda.*

Código	Variable	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	INFLUENCIA
P1	Sistema 1 sin cloración	0	0	3	3	3	3	0	0	2	3	17
P2	Sistema 2 con cloración deficiente	0	0	3	3	3	0	3	3	3	3	21
P3	Funcionarios de acueducto no capacitados	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	27
P4	Sin equipos de laboratorio In-Situ	3	3	3	0	3	2	3	3	0	2	22
P5	Tarifas del servicio de agua limitan recursos	3	3	3	3	0	2	2	2	3	2	23
P6	Contaminación por lodo de lluvia en captación 1	3	0	3	2	2	0	0	0	2	2	14
P7	Contaminación por ganado captación 2	0	3	3	3	3	0	0	3	3	3	21
P8	Aguas negras viales de lluvias captación 2	0	3	3	3	3	0	3	0	3	3	21
P9	Riesgo de las estructuras por la humedad	2	2	3	0	3	2	3	3	0	3	21
P10	Abandono entes nacionales, territoriales y locales	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	27
DEPENDENCIA		17	20	27	23	26	15	20	20	22	24	148

Fuente: Elaboración propia (2023).

**Figura 35.**

*Clasificación de Vester de problemáticas en el tratamiento de agua de Matarredonda.*



Fuente: Elaboración propia (2023).

***Posibles soluciones***

Según la clasificación de Vester de la Figura 35, se aplicó la sumatoria de los ejes correspondientes a cada (P) con la formula  $P_n = x + y$  para calcular una puntuación total y que estas sean clasificadas de mayor a menor intensidad junto al concepto de diagnóstico según su cuadrante, planteando así posibles soluciones para el mejoramiento de la calidad del agua tratada en el sistema de abastecimiento de Matarredonda (Tabla 39).

**Tabla 39.**

*Posibles planteamientos de solución para mejorar la calidad del agua de suministró del acueducto comunitario de Matarredonda.*

<b>Diagnóstico de Vester</b>	<b>Problemática</b>	<b>Actividades de operación, mantenimiento, control y soluciones recomendadas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Fuente</b>
(54) Crítico	Capacitación de funcionarios de la junta de acueducto comunitario y fontaneros.	Formación complementaria SENA: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de Riesgos en Sistemas de Agua y Saneamiento (48 Horas).</li> <li>• Gestionar Recursos para la Operación de Sistemas de Agua y Saneamiento Básico (48 Horas).</li> <li>• Operación de Sistemas de Potabilización de Agua (48 Horas).</li> <li>• Verificación de Esquemas Diferenciales de Agua para Consumo Humano y Domestico (48 Horas).</li> <li>• Estrategias para la Incorporación de Criterios de Sostenibilidad (48 Horas).</li> <li>• Identificación de procesos productivos con</li> </ul>	Siempre	(SENA, 2023)

Diagnóstico de Vester	Problemática	Actividades de operación, mantenimiento, control y soluciones recomendadas	Frecuencia	Fuente
		<p>criterios de sostenibilidad (48 Horas).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación de procesos para la transición agroecológica (48 Horas).</li> <li>• Formulación de indicadores ambientales (48 Horas).</li> <li>• Planeación de Prácticas Sostenibles para la Finca Cafetera (48 Horas).</li> </ul>		
(51) Crítico	Abandono de entes nacionales, territoriales y municipales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solicitar a la alcaldía y al acueducto municipal la capacitación en desinfección del agua.</li> <li>• Llevar a cabo actividades para reducir el impacto negativo del abandono de entes nacionales y territoriales como jornadas de limpieza y ornamentación.</li> <li>• Obtener la participación de la comunidad en el mantenimiento y operación del acueducto.</li> <li>• Promover el uso eficiente del agua.</li> <li>• Educar a la comunidad sobre los riesgos de la contaminación del agua.</li> </ul>	Siempre	Recomendaciones basadas en las observaciones de la comunidad
(49) Crítico	Tarifas por el servicio de agua domestica limitan recursos de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dado que a nivel nacional el costo de vida ha aumentado poniendo en riesgo los precios de los insumos para tratar el agua y de los materiales de reparación, operación y mantenimiento se recomienda que para la próxima elección de nueva junta administradora de acueducto entregar la</li> </ul>	Cada 4 años	Recomendaciones basadas en las observaciones de la comunidad

Diagnóstico de Vester	Problemática	Actividades de operación, mantenimiento, control y soluciones recomendadas	Frecuencia	Fuente
		rendición de cuentas de la junta que sale y por medio de asamblea general con la comunidad llegar a un consenso para aumentar las tarifas en el nuevo periodo de mandato.		
(45) Crítico	Equipos de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquirir un medidor multiparamétrico In-Situ que permita la obtención de pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto y cloro residual libre, este último es importante para conocer si la cantidad de cloro disuelta en el agua por el acueducto es la indicada según la Resolución 2115 de 2007.</li> </ul>	Diariamente	(Hanna Instruments, 2023)
(43) Crítico	Riesgo de estructuras del acueducto comunitario por humedad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeccionar regularmente las estructuras del acueducto en busca de signos de humedad.</li> <li>• Reparar cualquier daño a las estructuras lo antes posible.</li> <li>• Mantener las estructuras limpias y libres de escombros.</li> <li>• Tomar medidas para reducir la humedad en las estructuras, si es necesario.</li> <li>• Instalar sistemas de drenaje para eliminar el agua de las estructuras.</li> </ul>	Siempre	Recomendaciones basadas en las observaciones de la comunidad
(41) Crítico	Sistema 2 cloración deficiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitarse en los cursos de formación complementaria SENA recomendados y solicitar capacitación al acueducto municipal</li> </ul>	De inmediato	Recomendaciones basadas en las observaciones de la

Diagnóstico de Vester	Problemática	Actividades de operación, mantenimiento, control y soluciones recomendadas	Frecuencia	Fuente
		para implementar una dosificación correcta del cloro en el agua y corroborar con el medidor multiparamétrico In-Situ constantemente si cumple con lo establecido por Resolución 2115 de 2007.		comunidad
		<ul style="list-style-type: none"> <li>De maneara intradomiciliaria filtrar el agua y adicionar de 1-2 gotas de lejía comercial sin fragancia por cada litro de agua filtrado y posteriormente almacenar.</li> </ul>	Diariamente	(PROVADINCI, 2019)
(41) Crítico	Contaminación captación 2 por ganado bovino	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar el comparendo ambiental contra los actores propietarios del ganado que generan la contaminación por coliformes.</li> <li>Realizar jornadas de reforestación y cercamiento de la bocatoma y cuenca que permitan su protección ambiental.</li> </ul>	De inmediato	Recomendaciones basadas en las observaciones de la comunidad
(41) Crítico	Contaminación captación 2 por aguas lluvias de vías rurales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestionar ante la alcaldía municipal el riesgo ambiental que corre el acueducto comunitario, para que las aguas residuales de estas alcantarillas sean redireccionadas a otro punto de descargue que no ponga en riesgo la sostenibilidad ambiental.</li> <li>Cerrar las llaves de paso de agua del sistema en temporadas de lluvia.</li> <li>Limpiar hojas y ramas que taponan las rejillas del sistema de acueducto.</li> </ul>	De inmediato y de acuerdo a las circunstancias que haya que enfrentar	Recomendaciones basadas en las observaciones de la comunidad

<b>Diagnóstico de Vester</b>	<b>Problemática</b>	<b>Actividades de operación, mantenimiento, control y soluciones recomendadas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Fuente</b>
(34) Crítico	Sistema 1 sin cloración	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestionar ante a comunidad y entes locales la obtención de materiales y recursos para la construcción de dos tanques de almacenamiento considerando la estimación del gasto diario de agua en el sistema 1 para implementar la desinfección del agua de manera directa en ellos.</li> </ul>	De inmediato	Recomendaciones basadas en las observaciones de la comunidad
		<ul style="list-style-type: none"> <li>De maneara intradomiciliaria filtrar el agua y adicionar de 1-2 gotas de lejía comercial sin fragancia por cada litro de agua filtrado y posteriormente almacenar.</li> </ul>	Diariamente	(PROVADINCI, 2019)
(29) Crítico	Lodo de lluvia captación 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspeccionar regularmente la captación 1.</li> <li>Realizar limpieza y mantenimiento regularmente en la unidad.</li> <li>Construir una canal que desvíe las aguas lluvia.</li> <li>Instalar una barrera que bloquee el agua de lluvia.</li> <li>Cerrar la llave de paso para que no llegue agua contaminada a los tanques de almacenamiento del sistema 1.</li> </ul>	Siempre y de acuerdo con las circunstancias que haya que enfrentar	Recomendaciones basadas en las observaciones de la comunidad

Fuente: Elaboración propia (2023).

De acuerdo con la Tabla 39, la problemática de mayor intensidad fue la falta de capacitación de los funcionarios y el fontanero en operación y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua. La posible solución que se podría implementar es la capacitación complementaria del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) que se ofrece de manera virtual en su portal web como mínimo se deberían realizar los cursos de análisis de riesgos, gestión de recursos, operación y verificación de esquemas diferenciales en sistemas de abastecimiento de agua para adquirir estos conocimientos básicos que les podrían ser de utilidad, y si lo desean podrían realizar los demás cursos sugeridos para implementar practicas ecosostenibles y mejorar la prestación del servicio en el acueducto comunitario de Matarredonda. Sin embargo, la capacitación virtual se puede ver limitada a las personas del campo y aún más si son adultos mayores como los funcionarios de la junta de acueducto, por lo que sería ideal que esta formación se realizara de manera presencial por parte del SENA conjunto a la Alcaldía Municipal de Chachagüí e invitando a la comunidad en general para que exista un alto número de participantes que se podría dictar en el casco urbano o en puntos estratégicos rurales como centros educativos, salones comunales o coliseos deportivos para el fácil desplazamiento de comunidad rural. De lo contrario se sugiere al fontanero al ser una persona joven realice estos cursos complementarios de manera virtual y aplique los conocimientos adquiridos en el acueducto comunitario y los comparta con su respectiva junta administradora.

En cuanto al abandono de los entes nacionales, territoriales y municipales, como posible planteamiento de solución se recomienda seguir realizando actividades con la comunidad, dado que existe participación comunitaria activa con los habitantes como se describió en los otros hallazgos del acueducto, lo cual es una ventaja valiosa. Se puede solicitar acompañamiento para realizar jornadas pedagógicas a la alcaldía municipal que pueden ser impartidas por docentes,

estudiantes, acueducto municipal, centro de salud municipal y las organizaciones comunitarias de conservación agrícola y ambiental existentes en Matarredonda para promover el uso eficiente del agua y su potabilización. Además, se deben seguir realizando las jornadas de limpieza ambiental para la preservación acueducto comunitario y mejorar su calidad en agua potable.

Las tarifas por el servicio de agua si deben aumentar, dado que durante el recorrido del acueducto y entrevistas estas no suben hace ya 4 años. Hoy en día los recursos obtenidos no suelen ser suficientes para adquirir insumos importantes como tubos, mangueras, pegantes, uniones, codos, llaves y el cloro granulado que se aplica para desinfectar el agua. Sin embargo, existe cierta inconformidad por las tarifas establecidas las cuales se consideran que son altas por algunos usuarios y aun así el agua no es bien tratada. Planteando como una posible solución se sugiere llegar a un consenso con la comunidad para establecer las nuevas tarifas para el nuevo periodo de la próxima junta administradora y ambas partes lleguen a un acuerdo, también se recomienda en la medida de lo posible se asesoren de expertos para la realización de un estudio de tarifas actualizado, por lo que podrían solicitar ayudas o recursos con universidades de la zona, ONGs nacionales o internacionales, entre otros.

Ante la ausencia para realizar las pruebas de laboratorio básicas, como posible solución planteada se solicita la adquisición de un medidor multiparamétrico In-Situ que es fácil de usar, su valor en el mercado ronda entre 150.000-300.000 COP lo cual no es muy costoso, lo que permitiría obtener rápidamente los parámetros de las características físicas como lo determina la Resolución 2115 de 2007, dado que al ser aceptables no se corre el riesgo de que el agua tenga presencia de contaminantes químicos, minerales, plaguicidas y exceso de solidos suspendidos en los cuales pueden adherirse los microorganismos que no podrían ser eliminados en la

desinfección. El medidor multiparamétrico In-Situ mantendría alerta a los funcionarios del acueducto ante una posible contaminación presente en el agua.

Las actividades de operación y mantenimiento en cada unidad más que plantear una posible solución es que se sigan realizando con más regularidad y ante cualquier daño actuar inmediatamente para repararlas, supervisarlas y limpiarlas del exceso de sólidos suspendidos, hojas, ramas, palos y piedras que quedan en las rejillas, se debe procurar que estos residuos tengan una correcta disposición final como un secado de lodos cada vez que se limpia y desinfecta las unidades. Se debe supervisar en la temporada invernal que el exceso de caudal no genere daños en las tuberías del sistema que podría colapsarlas. La implementación de las anteriores actividades se realiza por la junta de acueducto, fontanero y acompañamiento de la comunidad por lo que se recomienda ejecutarlas con más regularidad para estar más alerta de las unidades del sistema, por lo que no habría inconvenientes en realizarlas.

Al plantear como posible solución el acompañamiento de un operador certificado y capacitado sería beneficioso para mejorar la desinfección del agua de Matarredonda, dado que él podría asesorar al fontanero y los funcionarios en una correcta dosificación de cloro, podría ayudar a ajustar el goteo de la caseta de cloración del Sistema 2 y podría realizar ensayos para corroborar si el tiempo de dosificación permite la correcta desinfección del agua. Se puede realizar una solicitud ante la alcaldía municipal para que gestione la asistencia del operador encargado de esta labor en EMPOCHACHAGÜÍ, el cual podría visitar el acueducto comunitario de Matarredonda hasta máximo dos días si es necesario, para asesorar al fontanero y los funcionarios de la junta de acueducto. No obstante, si no se tiene la ayuda solicitada se deben seguir fomentando las prácticas de desinfección domiciliaria en la comunidad adicionando dosificación de la lejía comercial recomendada.

Al no cumplirse el comparendo ambiental contra los propietarios del ganado en lo alto de la Captación 2 impuesto por la policía local y la UMATA, se plantea como solución seguir realizando con regularidad las actividades de reforestación, cercamiento de las bocatomas y la cuenca junto a la comunidad para la protección y supervisión ambiental del líquido que entra en el sistema de abastecimiento y que no dificulte su tratamiento.

Al no tener una respuesta de la solución para el desvío del agua lluvia generada por la escorrentía en las vías de lo alto de la Captación 2 interpuesta ante la alcaldía municipal, la junta administradora junto al fontanero deberán tomar medidas y estar alerta para enfrentarse a la temporada invernal, como seguir realizando las actividades de cierre de llaves de paso y de las bocatomas para que no se afecten las estructuras del Sistema 2, y posteriormente realizar las actividades de mantenimiento y de limpieza ante el exceso de ramas, palos y hojas que se generan.

La construcción de tanques de almacenamiento para implementar la cloración en el Sistema 1 es un proyecto que requiere de recursos económicos que la comunidad necesitara tiempo raro reunir. Por lo cual, es ideal seguir fomentando las técnicas de desinfección del agua intradomiciliaria como hervir el agua o filtrarla y su posterior dosificación de la lejía comercial recomendada, dado que la comunidad muestra interés en tener un agua segura para consumirse dentro de los hogares.

Las actividades descritas como posibles soluciones para tratar el lodo generado en invierno que entra en la Captación 1 pueden ser manejadas como se ha descrito en el transcurso del análisis de las problemáticas anteriores, siendo llevadas a cabo por el fontanero, la junta de acueducto conjunto con la comunidad de Matarredonda, garantizando así el mantenimiento y el cuidado del sistema de acueducto comunitario y a su vez mejorar la calidad del agua.

Finalmente, en la Tabla 40 se puede apreciar el resumen de las acciones comunitarias como respuesta de acuerdo con las posibles soluciones implementadas para el mejoramiento de la calidad del agua del acueducto comunitario de Matarredonda.

**Tabla 40.**

*Resumen de acciones comunitarias ante las posibles soluciones implementadas.*

<b>Problemáticas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Acciones</b>	<b>Responsables</b>
<b>Capacitación</b>	Mediano plazo	Cada 6 meses verificar en el portal Sofia Plus y matricularse en los cursos de formación complementaria SENA y realizarlos.	Fontanero.
<b>Actividades comunitarias</b>	Mediano plazo	Cada 6 meses realizar asambleas con la comunidad para implementar las jornadas de limpieza y ornamentación comúnmente realizadas en el sistema de acueducto.	Junta de Acueducto Comunitario de Matarredonda.
<b>Tarifas</b>	Largo plazo	Cada 4 años mediante asamblea con la comunidad realizar el nuevo estudio para implementar las nuevas tarifas por el servicio de agua de acueducto comunitario.	Junta de Acueducto Comunitario de Matarredonda.
<b>Pruebas In-situ</b>	Corto plazo	Diariamente realizar las pruebas físicas del agua mediante la adquisición del medidor multiparamétrico In-Situ.	Fontanero.
<b>Actividades de mantenimiento</b>	Corto plazo	Inspeccionar cada semana el sistema de acueducto para realizar detección temprana de irregularidades	Fontanero.
	Mediano plazo	Cada mes realizar actividades de limpieza para el mantenimiento del sistema.	Fontanero
	Largo plazo	De 3-6 meses implementar actividades de limpieza en todo el sistema.	Junta de Acueducto y Comunidad de Matarredonda
<b>Operador</b>	Corto plazo	Corroborar diariamente la dosificación de cloro con el medidor Multiparamétrico In-Situ de acuerdo con la Resolución 2115 de 2007.	Fontanero.

<b>Problemáticas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Acciones</b>	<b>Responsables</b>
<b>Contaminación Captación 2</b>	Mediano plazo	Cada 6 meses realizar las actividades de limpieza, protección de cuencas del sistema y fomentar las técnicas de desinfección intradomiciliarias en la comunidad.	Junta de Acueducto y Comunidad de Matarredonda.
<b>Agua lluvia Sistema 2</b>	Mediano plazo	Dentro del año en época invernal estar alerta para implementar acciones de cierre de llaves de paso del Sistema 2. Posterior mente realizar las actividades de limpieza por el exceso de hojas, ramas o palos en el sistema.	Fontanero.
<b>Cloración Sistema 1</b>	Mediano plazo	Cada 6 meses en asamblea comunal fomentar las técnicas de desinfección intradomiciliarias.	Junta de Acueducto Comunitario de Matarredonda.
<b>Lodo en Captación 1</b>	Mediano plazo	Dentro del año en época invernal estar alerta para implementar acciones de cierre de llaves de paso y verificación del desvío del agua lluvia por el canal construido en el Sistema 1.	Fontanero.

Fuente: Elaboración Propia (2023).

## Conclusiones

Por medio del recorrido físico del sistema de abastecimiento comunitario de la vereda de Matarredonda se pudo diagnosticar que se divide en dos sistemas, el primero se encuentra en la parte alta de la vereda con unidades de captación y almacenamiento, su fuente de agua es de manantial y según la percepción de los usuarios es segura para el consumo humano, el segundo sistema se encuentra ubicado en la parte baja de la vereda con unidades de captación, desarenación, cloración y almacenamiento, su agua es de origen superficial, pero no es segura para el consumo humano según los reportes del INS y la percepción de los usuarios, dado que la desinfección aplicada en este sistema no garantiza su potabilidad.

En este orden de ideas para las posibles soluciones de las problemáticas identificadas para mejorar la calidad del agua se planteó que, el fontanero y los funcionarios deberían recibir formación complementaria SENA en operación y mantenimiento de sistemas de agua, la adquisición de un medidor multiparamétrico In-Situ que permita supervisar que las características físicas sean aceptables, la solicitud ante la alcaldía municipal para recibir orientación de un operador certificado en dosificación y aplicación de cloro en acueductos y a su vez ayude a regular el cloro por goteo en el sistema de la parte baja para garantizar que el tiempo de dosificación permita su desinfección segura. De la misma manera se requiere realizar la verificación de las tarifas con el servicio suministrado en la actualidad y a futuro se recomienda la realización de estudios tarifarios realizado por expertos para evaluar la sostenibilidad del sistema.

En cuanto al no acompañamiento de las entidades sugeridas para mejorar la calidad del agua se planteó seguir realizando constantemente las actividades de limpieza, inspección, desinfección para el mantenimiento de las unidades del sistema, protección de bocatomas y

cuencas junto a la comunidad. Además, seguir fomentando los métodos domiciliarios de desinfección del agua con la dosificación de lejía recomendada, dado que, la comunidad muestra interés en mejorar la calidad para su consumo humano seguro en el hogar.

### Recomendaciones

- Emplear y ampliar este diagnóstico que permita realizar estudios más profundos para conocer aún mejor la calidad del agua de suministro tratada en el sistema de abastecimiento comunitario de Matarredonda y en los existentes del municipio de Chachagüí, que permitan generar los lineamientos requeridos y necesarios para mejorar la potabilidad rural del líquido.
- Desarrollar las funciones de operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento comunitario de Matarredonda, para que ante cualquier falla en su funcionamiento sea atendida con prioridad y no se deterioren o agrieten las unidades estructurales por la humedad.
- Gestionar ante la alcaldía municipal la formación complementaria SENA que permita mayor alcance para realizarse de forma presencial con más funcionarios de otras juntas administradoras de acueducto del municipio, que podrían desarrollarse en puntos estratégicos rurales que conecten las veredas y el fácil acceso para la capacitación en los centros educativos, salones comunales o coliseos polideportivos rurales. Permitiendo así, adquirir conocimientos básicos en desinfección con cloro del líquido tratado y en nuevas medidas de operación y mantenimiento en sistemas de abastecimiento de agua, para mejorar su calidad de consumo humano en lo rural.
- Gestionar la construcción de los dos tanques de mayor capacidad de almacenamiento en la parte alta de Matarredonda, los cuales faciliten la cloración del agua, o en su defecto seguir fomentando en la comunidad las técnicas de desinfección domiciliaria como filtrar el agua o hervirla y posteriormente adicionar de 1-2 gotas de lejía comercial sin fragancia por cada litro almacenado, lo que aumenta su seguridad en potabilidad.

- Gestionar la realización de pruebas de laboratorio del sistema de abastecimiento de la parte alta de Matarredonda, para confirmar si efectivamente es segura.
- Solicitar al acueducto municipal orientación asistida por un operador certificado para aplicar una correcta dosificación de cloro que garantice la desinfección del agua de suministro del acueducto comunitario de Matarredonda.
- Adquirir un medidor multiparámetro In-Situ que permita conocer si la cantidad de cloro empleada en la desinfección del agua es acorde con lo que determina la Resolución 2115 de 2007 y por ende confirmar su seguridad en potabilidad con la comunidad.
- Fomentar las practicas sostenibles como la reforestación y de protección ambiental de las cuencas hídricas, bocatomas y de las fuentes abastecedoras en Matarredonda con la comunidad ante la falta de supervisión y vigilancia de los entes nacionales, territoriales y locales correspondientes.
- Actualizar el estudio de tarifas y disponibilidad de pago por el servicio de agua domiciliaria en Matarredonda para el nuevo periodo de la próxima junta administradora de acueducto elegida, para que ambas partes estén de acuerdo con los precios de las nuevas tarifas.

## Referencias

- Aguirre, K. A., & Paredes Cuervo, D. (2023). Water Safety and Water Governance: A Scientometric Review. *Sustainability*, 15(9), 7164. <https://doi.org/10.3390/su15097164>
- Alcaldía Municipal de Chachagüí. (2016). *Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019*. Alcaldía Municipal de Chachagüí - Nariño. <https://alcaldiachachaguinarino.micolombiadigital.gov.co/planes/pdm-20202023--bienvenidos-al-futuropdf>
- Alcaldía Municipal de Chachagüí. (2018). *Esquema de Ordenamiento Territorial*. Alcaldía Municipal de Chachagüí - Nariño. <http://www.chachagui-narino.gov.co/politicas-y-lineamientos/esquema-de-ordenamiento-territorial>
- Alcaldía Municipal de Chachagüí. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal Bienvenidos al Futuro 2020-2023*. Alcaldía Municipal de Chachagüí - Nariño. <https://alcaldiachachaguinarino.micolombiadigital.gov.co/planes/pdm-20202023--bienvenidos-al-futuropdf>
- Alcaldía Municipal de Chachagüí. (2021). *Nuestro Municipio*. Alcaldía Municipal de Chachagüí - Nariño. <http://www.chachagui-narino.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Baeza Gómez, E. (2016, noviembre 16). Calidad del Agua. *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / BCN*. <https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/23747/2/Calidad%20del%20Agua%20Final.pdf>
- Banos, A. (2018, diciembre 24). *La importancia de la turbidez en la técnica instrumental*. Product Manager de Fotometría-Turbidez de HANNA INSTRUMENTS.

<https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/que-nos-dice-la-turbidez-sobre-la-calidad-del-agua-potable>

Barrios Napurí, C., Torres Ruiz, R., Lampoglia, T., & Agüero Pittman, R. (2009). Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. En *Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS-OPS/OMS*.

[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/BARRIOS%20et%20al%202009%20Guia%20de%20orientacion%20alcaldes.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/BARRIOS%20et%20al%202009%20Guia%20de%20orientacion%20alcaldes.pdf)

Beard, S. (2015). Matriz de Vester. Formulario de evaluación y desempeño. *Universidad de Guadalajara*. <http://148.202.167.116:8080/xmlui/handle/123456789/1277>

Blanco, C. (2011). *Encuesta y estadística: modelos de investigación cuantitativa en Ciencias Sociales y Comunicación*. Repositorio Digital UASB Sede Bolivia: Brujas.

<http://bibliotecas.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1319>

Boldock, E., Surewaard, B. G. J., Shamarina, D., Na, M., Fei, Y., Ali, A., Williams, A., Pollitt, E. J. G., Szkuta, P., Morris, P., Prajsnar, T. K., McCoy, K. D., Jin, T., Dockrell, D. H., van Strijp, J. A. G., Kubes, P., Renshaw, S. A., & Foster, S. J. (2018). Human skin commensals augment *Staphylococcus aureus* pathogenesis. *Nature Microbiology*, 3(8), 881–890.

<https://doi.org/10.1038/s41564-018-0198-3>

Cano, J. R. M., Falcón, V. V., & Martínez, B. S. (2021). Enfermedades transmitidas por el consumo de agua de mala calidad. *Universidad y Sociedad*, 13(S2), 513–520.

<https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2341>

Carrasco Mantilla, W. (2016). Estado del arte del agua y saneamiento rural en Colombia. *Revista de Ingeniería*, 44, 46–54. <https://doi.org/10.16924/revinge.44.7>

Carrión, M. (2019). *¿Cuánta agua hay en el mundo?* El Ágora Diario del Agua.

<https://www.elagoradiario.com/open-data/infografias/agua-planeta/>

Carvajal, A., Rísquez, A., Echezuría, L., Fernández, M., Castro, J., & Aurentis, L. (2019).

Recomendaciones sobre el consumo de agua y alimentos en circunstancias especiales. *Bol. venez. infectol*, 5–9. <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/07/1007546/02-carvajal-a-5-9.pdf>

Castellanos, M. R., Torres, E. J. S., Monsalve, J. D. R., Herrera, Á. L. B., Del, L., Paz, C. E.,

Meneses, E. M., Esther, M., Salazar, M., & Salinas, D. C. (2020). Instructivo Para la Usabilidad de Normas Internacionales de Citación APA 7-Edición. *Retrieved from UNAD*. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/54824>

Castro, R., & Pérez, R. (2009). *Saneamiento rural y salud. Guía para acciones a nivel local*.

Organización Panamericana de la Salud (OPS). <https://iris.paho.org/handle/10665.2/52823>

Castro Vega, J. C., & Obando Zamora, M. (2023). Propuesta de Plan de Seguridad del Agua para

la gestión integral del recurso hídrico en la Asociación Administradora del Acueducto y Alcantarillado de Peñas Blancas, Abangares, Costa Rica. *Universidad Nacional, Costa Rica, Campus Liberia*. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/25093>

Centro de Escritura Javeriano. (2020). *Normas APA, séptima edición*. Universidad Javeriana,

seccional Cali. <https://www.javerianacali.edu.co/centro-escritura/recursos/manual-apa-7a-edicion>

Centros para el Control y Prevención de Enfermedades [CDC]. (2023). *Tratamiento de aguas*.

Centros para el Control y Prevención de Enfermedades - CDC.

[https://www.cdc.gov/healthywater/drinking/public/water\\_treatment.html#print](https://www.cdc.gov/healthywater/drinking/public/water_treatment.html#print)

Chacón Chaquea, M. Y. (2017). *Análisis físico y químico de la calidad del agua*. Universidad Santo Tomas. <https://doi.org/10.15332/li.lib.2017.00030>

CONPES 3810 de 2014. (2014, julio 3). *Consejo Nacional de Política Económica y Social, República de Colombia y el Departamento Nacional de Planeación*. Política para el Suministro de Agua Potable y Saneamiento Básico en la Zona Rural. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3810.pdf>

CONPES 3918 de 2018. (2018, marzo 15). *Consejo Nacional de Política Económica y Social, República De Colombia y el Departamento Nacional De Planeación*. Estrategia para la Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3918.pdf>

Constitución Política de Colombia. (1991). *Repositorio Normativo del Archivo General de la Nación Colombia*. Constitución Política de Colombia. <https://normativa.archivogeneral.gov.co/constitucion-politica-1991/>

Córdoba Parada, J. D., Acosta Alarcón, R., Pacheco, J. F., & Ramírez, C. (2016). Recopilación de experiencias en la potabilización del agua por medio del uso de filtros. *INVENTUM*, 11(20), 53–60. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.11.20.2016.53-60>

Corporación Autónoma Regional de Nariño [CORPONARIÑO]. (2015). *Apertura de vía municipio de Chachagüí*. Corporación Autónoma Regional de Nariño - CORPONARIÑO. <https://corponarino.gov.co/expedientes/calidadambiental/boletin/PSSC-133-15.pdf>

Corporación Autónoma Regional de Nariño [CORPONARIÑO]. (2017). *Elaboración del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Juanambú* (Vol. 1). Corporación Autónoma Regional de Nariño - CORPONARIÑO. <http://hdl.handle.net/20.500.11762/32553>

- Correa, J. (2006). El Método DOFA. *Trabajo de la especialización en alta gerencia*. Universidad de los Andes de Colombia. <https://acortar.link/mPw9fW>
- Decreto 1898 de 2016. (2016, noviembre 23). *Presidente de la Republica. Diario oficial No 50.066*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78173>
- Decreto Ley 890 de 2017. (2017, mayo 28). *Presidente de la Republica. Diario oficial No \*\**. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=81875>
- EcofiltroEurope. (2023). *Como Funciona*. EcofiltroEurope. <https://ecofiltroeurope.com/pages/como-funciona>
- Enríquez Figueroa, G. B. (2019). Diagnóstico de la calidad del agua en el acueducto del corregimiento de Guapascal alto del municipio de Funes Nariño. *[Proyecto aplicado]*. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/31842>
- Euroinnova. (2023). *¿Quién es el operador de planta de tratamiento de agua de abastecimiento?* Euroinnova Internacional Online Educacion. <https://www.euroinnova.co/profesion/operador-de-planta-de-tratamiento-de-agua-de-abastecimiento>
- Fernández, C. F., & Suárez, R. (2021, febrero 27). Agua que no has de beber. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/salud/como-es-la-calidad-del-agua-en-colombia-340578>
- Fernández Sánchez, B. S. (2022). *Plan de mejoramiento aplicable al sistema de suministro hídrico de las veredas el Arca y Quinamayó municipio de Santander de Quilichao Cauca* [Uniautónoma del Cauca]. <https://repositorio.uniautonomo.edu.co/handle/123456789/742>
- Folgueiras-Bertomeu, P., & Ramírez, C. (2017). Elaboración de técnicas de recogida de información en diseños mixtos. Un ejemplo de estudio en aprendizaje-servicio. *REIRE*.

*Revista d'Innovación i Recerca en Educació*, 10 (2).

<https://doi.org/10.1344/reire2017.10.218069>

Folleco Villarreal, M. F. (2017). *Aplicación de una herramienta de gestión haciendo uso del modelo WEAP como soporte de decisión en las microcuencas La Tebaida, las Helechas y Bermúdez del departamento de Nariño*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.

<https://repositorio.utp.edu.co/handle/11059/8528>

Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF]. (2015). *Informe de actualización 2015 y evaluación del ODM*. Organización de las Naciones Unidas - ONU.

[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204485/9789243509143\\_spa.pdf;jsessionid=FE60BBA08B9556A2E0C94302D93DA869?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204485/9789243509143_spa.pdf;jsessionid=FE60BBA08B9556A2E0C94302D93DA869?sequence=1)

Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF]. (2019, junio 18). *1 de cada 3 personas en el mundo no tiene acceso a agua potable*. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia - UNICEF. [https://www.unicef.org/es/comunicados-prensa/1-de-cada-3-](https://www.unicef.org/es/comunicados-prensa/1-de-cada-3-personas-en-el-mundo-no-tiene-acceso-a-agua-potable)

[personas-en-el-mundo-no-tiene-acceso-a-agua-potable](https://www.unicef.org/es/comunicados-prensa/1-de-cada-3-personas-en-el-mundo-no-tiene-acceso-a-agua-potable)

Food and Agriculture Organization [FAO]. (2012). *Cartilla de uso y manejo de agua segura para consumo y la producción en huertos familiares*. Food and Agriculture Organization - FAO. . <https://www.fao.org/3/ar649s/ar649s.pdf>

Franco, E. (2012). Hepatitis A: Epidemiology and prevention in developing countries. *World Journal of Hepatology*, 4(3), 68. <https://doi.org/10.4254/wjh.v4.i3.68>

Garzón Quiroga, A. C. (2020). *Propuesta de Diseño Para el Mejoramiento de la Calidad de Agua Para Consumo Humano del Acueducto Comunitario Acumiramar de la Ciudad de Ibagué*.

*[Proyecto aplicado]*. Repositorio Institucional UNAD.

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/36736>

- Gil Antonio, M. de los Á., Reyes Hernández, H., Márquez Mireles, L. E., & Cardona Benavides, A. (2014). Disponibilidad y uso eficiente de agua en zonas rurales. *Investigación y Ciencia*, 22(63), 67–73. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67435407008>
- Google Earth. (2023, agosto 9). *Vereda de Matarredonda, Chachagüí - Nariño*. Sistema de Abastecimiento Comunitario de la Vereda de Matarredonda. [https://earth.google.com/earth/d/1\\_qJIUeBqoOs\\_VtooMyqLzCFrznMSMIjm?usp=sharing](https://earth.google.com/earth/d/1_qJIUeBqoOs_VtooMyqLzCFrznMSMIjm?usp=sharing)
- Hanna Instruments. (2023, agosto 9). *Medición in situ de parámetros en aguas*. Hanna Instruments S.A.S. <https://www.hannacolombia.com/blog/post/196/medicion-situ-parametros-en-aguas>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación*. Mcgraw-hill. <https://jalintonreyes.files.wordpress.com/2013/05/sampieri-5a-edicic3b3n-roberto-et-al-metodologc3ada-de-la-investigacic3b3n.pdf>
- Hernández Suárez, M. F., & Raigoso Gómez, N. F. (2018). Diseño del plan de mejoramiento de la planta de potabilización del acueducto comunitario de la vereda Agualinda Chiguaza. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/14066/RaigosoG%F3mezNelsonFabi%E1n2018.pdf;jsessionid=6C50B263DBFC13F0ACDCBB4F5AE356E2?sequence=1>
- Hernández, T. B., & García, L. O. (2008). Técnicas conversacionales para la recogida de datos en investigación cualitativa: La entrevista (I). *Nure investigación*. <https://www.nureinvestigacion.es/OJS/index.php/nure/article/download/408/399>
- Hidalgo-Gato Fuentes, I., Duque de Estrada Riverón, J., Mayor Hernández, F., & Zamora Díaz, J. D. (2007). Fluorosis dental: no solo un problema estético. *Revista Cubana de*

*Estomatología*, 44, 0. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75072007000400014](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072007000400014)

IDEAM. (2019). *Estudio Nacional del Agua 2018*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. [https://www.andi.com.co/Uploads/ENA\\_2018-comprimido.pdf](https://www.andi.com.co/Uploads/ENA_2018-comprimido.pdf)

Instituto Departamental de Salud de Nariño [IDSN]. (2018). *Informe de Gestión Programa de Vigilancia de la Calidad del Agua Año 2017*. Instituto Departamental de Salud de Nariño - IDSN. [http://idsn.gov.co/site/web2/images/documentos/sambiental/2018/informe\\_de\\_gesti%C3%B3n\\_2018\\_3.pdf](http://idsn.gov.co/site/web2/images/documentos/sambiental/2018/informe_de_gesti%C3%B3n_2018_3.pdf)

Instituto Nacional de Salud [INS]. (2016). *Enfermedades vehiculizadas por agua e índice de riesgo de la calidad del agua ÍRCA en Colombia 2015*. Instituto Nacional de Salud. <https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacin%20SIVICAP/2016%20Enfermedades%20vehiculizadas%20por%20agua%202015.pdf>

Instituto Nacional de Salud [INS]. (2023a). *Sistema de información para la Vigilancia del agua - SIVICAP*. Instituto Nacional de Salud - INS. <https://sivicap.ins.gov.co/SIVICAP/Account/Login?ReturnUrl=%2FSIVICAP%2FReportesCG%2FReportesSIVICAP>

Instituto Nacional de Salud [INS]. (2023b). *Vigilancia de la Calidad del Agua*. Instituto Nacional de Salud - INS. <https://www.ins.gov.co/sivicap/paginas/sivicap.aspx>

Jiménez, A., Saikia, P., Giné, R., Avello, P., Leten, J., Liss Lymer, B., Schneider, K., & Ward, R. (2020). Unpacking Water Governance: A Framework for Practitioners. *Water*, 12(3), 827. <https://doi.org/10.3390/w12030827>

- Lescay Cordero, M. M., & Pérez Vergara, I. G. (2009). Procedimiento para la mejora de los procesos operativos. ETECSA. *Ingeniería Industrial*, XXX, 1–8.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360433568011>
- Ley 142 de 1994. (1994, julio 11). *Congreso de la República. Diario oficial No 41.433*.  
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2752>
- Liu, Y., Du, J., Lai, Q., Zeng, R., Ye, D., Xu, J., & Shao, Z. (2017). Proposal of nine novel species of the *Bacillus cereus* group. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 67(8), 2499–2508. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.001821>
- López Romero, A. G. (2015). Proceso asociativo de Agrosolidaria: una experiencia de relevo generacional en el municipio de Chachagüí (Nariño). *Revista de sociología*, 4, 142–166.  
<https://revistas.udenar.edu.co/index.php/revsoci/article/view/3523>
- Mahecha Hernández, E. J., & Centeno Beltrán, W. (2023). *Descripción de la infraestructura, funcionamiento y cobertura del acueducto veredal Laguna Verde localidad de Sumapaz y propuesta de alternativas de mejoramiento*.  
<https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/23103>
- Manges, A. R. (2016). *Escherichia coli* and urinary tract infections: the role of poultry-meat. *Clinical Microbiology and Infection*, 22(2), 122–129.  
<https://doi.org/10.1016/j.cmi.2015.11.010>
- Marcó, L., Azario, R., Metzler, C., Garcia, M. d, Marcó, L., & Azario, R. (2004). La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas a partir de fuentes superficiales. Propuestas a propósito del estudio del sistema de potabilización y distribución en la ciudad de Concepción del Uruguay (Entre Ríos, Argentina). *Higiene y Sanidad Ambiental*, 4(11).

[https://saludpublica.ugr.es/sites/dpto/spublica/public/inline-files/bc510156890491c\\_Hig.Sanid\\_.Ambient.4.72-82\(2004\).pdf](https://saludpublica.ugr.es/sites/dpto/spublica/public/inline-files/bc510156890491c_Hig.Sanid_.Ambient.4.72-82(2004).pdf)

Medina Pico, L. F. (2022). *Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la calidad de vida de la comunidad las Peñas, perteneciente a la parroquia Veracruz, cantón Pastaza, provincia de Pastaza* [Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil].

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/34704>

Meneses, J. (2016). *El Cuestionario*. Universitat Oberta de Catalunya - UOC.

<https://femrecerca.cat/meneses/publication/cuestionario/cuestionario.pdf>

Ministerio de Desarrollo Económico, & Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico.

(2000, noviembre). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS - 2000)*. Ministerio de Desarrollo Económico, & Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico.

[https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/010710\\_ras\\_titulo\\_a\\_.pdf](https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/010710_ras_titulo_a_.pdf)

Ministerio de Salud y Protección Social. (2021). *Informe Nacional de Calidad del Agua para Consumo Humano - INCA 2021*. Ministerio de Salud y Protección Social.

<https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/informe-nacional-de-calidad-del-agua-para-consumo-humano-inca-2021.pdf>

Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio [MVCT]. (2021). *Plan Nacional de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Básico Rural*. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

<https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/2021-03/9.-plan-nacional-sasbr-vf.pdf>

Mora Gutiérrez, L. A. (2009). *Mantenimiento - Planeación, Ejecución y Control*. Alfaomega Grupo Editor. <https://acortar.link/iKEtPK>

Moreno Méndez, J. O. (2020). Los retos del acceso a agua potable y saneamiento básico de las zonas rurales en Colombia. *Revista de Ingeniería*, 49, 28–37.

<https://doi.org/10.16924/revinge.49.5>

Muñoz Ñañez, O. A., & Delgado Nacaza, A. J. (2019). Implementación del proceso de desinfección para el mejoramiento del sistema de tratamiento de agua en la vereda el paraíso del municipio de colon Nariño. [*Proyecto aplicado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD*]. *Repositorio Institucional UNAD*.

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/25232>

Olarte Gutiérrez, N. F., & Saldaña Rodríguez, C. A. (2023). Análisis documental de la calidad del agua del corregimiento de Puerto Bogotá en el municipio de Guaduas Cundinamarca. *Repositorio Institucional Universidad Piloto de Colombia*.

<http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/12739>

Organización de la Naciones Unidas [ONU]. (2023, mayo 24). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Organización de la Naciones Unidas - ONU.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2022, marzo 21). *Agua para consumo humano*.

Organización de la Naciones Unidas - ONU. [https://www.who.int/es/news-room/fact-](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water#:~:text=El%20agua%20contaminada%20y%20el,fiebre%20tifoidea%20y%20la%20poliomieltis)

[sheets/detail/drinking-](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water#:~:text=El%20agua%20contaminada%20y%20el,fiebre%20tifoidea%20y%20la%20poliomieltis)

[water#:~:text=El%20agua%20contaminada%20y%20el,fiebre%20tifoidea%20y%20la%20](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water#:~:text=El%20agua%20contaminada%20y%20el,fiebre%20tifoidea%20y%20la%20poliomieltis)

[poliomieltis](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water#:~:text=El%20agua%20contaminada%20y%20el,fiebre%20tifoidea%20y%20la%20poliomieltis)

Portilla Moica, Y. M. (2021). Diagnóstico para el diseño de planta de tratamiento de agua potable para la Vereda Yunguilla, Municipio de La florida Departamento de Nariño.

[Trabajo de grado, Construcción en Arquitectura e Ingeniería, Universidad Santo Tomás]

Repositorio Institucional USTA. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/34545>

PROVADINCI. (2019). *¿Como se potabiliza el agua?* Factor PROVADINCI.

<http://factor.prodavinci.com/como-se-potabiliza-el-agua/index.html>

Ramírez, C. (2016). *Guía Técnica de Acueducto y Alcantarillado*. Universidad Católica de Colombia.

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14128/1/Guia%20Tecnica%20Acueducto.pdf>

Reserva Natural Comunitaria - Matarredonda. (2021, agosto 26). *Reserva Natural Comunitaria - Matarredonda [Publicación]*. Facebook.

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=4264457600302722&set=a.1140269082721605>

Resolución 179 de 2017. (2017, junio 23). *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural*. *Diario Oficial No 50.279*.

[https://jurinfo.jep.gov.co/normograma/compilacion/docs/resolucion\\_minagricultura\\_0179\\_2017.htm](https://jurinfo.jep.gov.co/normograma/compilacion/docs/resolucion_minagricultura_0179_2017.htm)

Resolución 844 de 2018. (2018, noviembre 8). *Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio - MVCT*. *Diario Oficial No. 50.784*.

<https://www.leyex.info/documents/leyes/23a1688f93430adad53d16d23a382ad5.pdf>

Resolución 2115 de 2007. (2007, junio 22). *Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Ministerio de Protección Social*. *Diario Oficial No. 46.679*.

<https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/2115%20-%202007.pdf>

Resolución CRA 825 de 2017. (2017, diciembre 28). *Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico - CRA*. *Diario Oficial No. 50.460*.

[https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion\\_cra\\_0825\\_2017.htm#:~:text=Por%20la%20cual%20se%20establece,n%C3%BAmero%20de%20suscriptores%20que%20atiendan.](https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion_cra_0825_2017.htm#:~:text=Por%20la%20cual%20se%20establece,n%C3%BAmero%20de%20suscriptores%20que%20atiendan.)

Resolución CRA 844 de 2018. (2018, julio 30). *Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico - CRA. Diario Oficial No 50.587.*

<https://www.cra.gov.co/sites/default/files/marco-legal/2018-08/RESOLUCION-CRA-844-DE-2018.pdf>

Restrepo Tarquino, I. (2010). *Usos múltiples del agua como una estrategia para la reducción de la pobreza*. Ed. Universidad del Valle.

<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/10387>

Restrepo Tarquino, I., Domínguez, I. C., Corrales, S. M., & Bastidas, S. P. (2011). *Lineamientos para la planificación y el diseño de sistemas de uso múltiple del agua en zonas rurales de Colombia*. Programa Editorial Universidad del Valle. <https://doi.org/10.25100/peu.54>

Rincón Molina, B. C., & Novoa Rodríguez, E. A. (2022). Diagnóstico de la infraestructura de la red de acueducto de las veredas charcón, brasil, florida, cuatro esquinas y los medios del municipio del Carmen de Apicalá. *Repositorio Institucional Universidad Piloto de Colombia*. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/11983>

Rojas Cazo, E. (2023). Diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua en el centro poblado Bellavista, distrito de Coviriali, provincia de Satipo y su incidencia en la condición sanitaria de la Población–2021. *Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. Facultad de Ciencias e Ingeniería*. <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/33173>

Serrano, A. S., Garro, Á. B., Sanabria, G. D., Conejo, J. R., Cantillano, D. R., & Watson, A. G. (2019). Seguridad hídrica: Gestión del agua en comunidades rurales del Pacífico Norte de

Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(2), 25–46. <https://doi.org/10.15359/rca.53-2.2>

Servicio Nacional de Aprendizaje [SENA]. (2012a). *Operación y mantenimiento de plantas de potabilización de agua*. Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA.

[https://repositorio.sena.edu.co/sitios/calidad\\_del\\_agua/operacion\\_potabilizacion/index.html#](https://repositorio.sena.edu.co/sitios/calidad_del_agua/operacion_potabilizacion/index.html#)

Servicio Nacional de Aprendizaje [SENA]. (2012b). *Operación y Mantenimiento de Redes de Acueducto y Alcantarillado*. Servicio de Aprendizaje Nacional - SENA.

[https://repositorio.sena.edu.co/sitios/calidad\\_del\\_agua/operacion\\_redes/operacion\\_redes.html#](https://repositorio.sena.edu.co/sitios/calidad_del_agua/operacion_redes/operacion_redes.html#)

Servicio Nacional de Aprendizaje [SENA]. (2023, agosto 9). *Forestal y Medio Ambiente*.

Formación Complementaria Virtual.

[https://repositorioterritorium.s3.amazonaws.com/1256/institucion/cms/comunidad/pagina\\_catalago/enlaces\\_catalago/documentos/53\\_r.pdf](https://repositorioterritorium.s3.amazonaws.com/1256/institucion/cms/comunidad/pagina_catalago/enlaces_catalago/documentos/53_r.pdf)

Sierra Ramírez, C. A. (2011). *Calidad del Agua Evaluación y Diagnóstico*. Universidad de Medellín. <http://hdl.handle.net/11407/2568>

UNESCO. (2019). *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2019: no dejar a nadie atrás*. Programa Mundial de la UNESCO de Evaluación de los Recursos Hídricos. <https://es.unesco.org/water-security/wwap/wwdr/2019>

Urrea Minota, E. (2020). Propuesta de mejoramiento en los acueductos, municipio de Guarne. Caso de estudio vereda San Isidro. *Facultad de Ingeniería. Carrera de Ingeniería Sanitaria*.

*Universidad de Antioquia*. <https://hdl.handle.net/10495/17216>

- Urrego Estrada, G. A., & Gutiérrez-Ossa, J. A. (2021). Aproximación a las políticas públicas frente al monitoreo institucional desde el enfoque territorial. *Administración & Desarrollo*, 51(1), 148–164. <https://doi.org/10.22431/25005227.vol51n1.7>
- Vargas, C. A., & Castellanos, J. V. (2020). Diseño de un plan de saneamiento básico para la comunidad de la vereda San Antonio del municipio Castilla La Nueva-Meta. *Universidad de La Salle. Facultad de Ingeniería. Ingeniería Ambiental y Sanitaria*. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/1850](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1850)
- Vargas Cordero, Z. R. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1), 155–165. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>
- Vila Reyes, M. A. (2021). Diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Huayán, distrito de Huayán, provincia de Huarmey, departamento de Ancash y su incidencia en la condición sanitaria de la Población-2019. *Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. Facultad de Ciencias e Ingeniería*. <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/32118>
- Villacorta Aban, C. N. (2023). Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de los caseríos de Antapurhuay y Yanamito, distrito y provincia de Recuay, departamento de Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población-2022. *Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. Facultad de Ciencias e Ingeniería*. <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/32917>
- Zapata Astudillo, N. I. (2020). Diagnóstico del sistema de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria del caserío San Isidro, distrito de Paita, provincia de Paita-Piura, 2020. <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/33721>

## Anexos

### Anexo A. Guion Entrevista para los Funcionarios del Acueducto Comunitario



#### GUIÓN ENTREVISTA PARA EL FUNCIONARIO DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE ACUEDUCTO COMUNITARIO DE MATARREDONDA

#### DATOS PERSONALES

<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	
<b>EDAD</b>	
<b>OCUPACIÓN</b>	
<b>NIVEL DE ESCOLARIDAD</b>	
<b>AÑOS DE RESIDENCIA EN LA VEREDA</b>	
<b>CARGO EN LA JAA</b>	
<b>FUNCIONES</b>	
<b>AÑOS EN LA JAA</b>	

**ADVERTENCIA:** La siguiente entrevista cuenta con métodos de respuesta abierta y cerrada con la opción profundizar en cada respuesta dada con más preguntas relacionadas. El entrevistado de manera voluntaria se le explica y acepta las condiciones, entiende que los datos proporcionados son solamente de carácter académico para el desarrollo de la opción de grado propuesta por el investigador del proyecto aplicado, por ningún otro motivo serán válidos para otros fines, dado que la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) No se hace responsable por la información suministrada.

#### SECCIÓN 1: GENERALIDADES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO (15 min)

- ¿Cuántos años de funcionamiento tiene el acueducto comunitario?
- ¿Cuántos años de conformación tiene la Junta Administradora de Acueducto?
- ¿Cuántos funcionarios tiene la Junta Administradora de Acueducto?
- ¿Roles y funciones de cada Miembro de la Junta Administradora de Acueducto?
- ¿Cada funcionario de la Junta de Acueducto Comunitario cumple su rol?
- ¿Todos los miembros de la Junta Administradora reciben algún sueldo?
- ¿Desempeñan las actividades directivas por medio de una oficina?
- ¿Cómo organizan y almacenan la parte administrativa?
- ¿Realizan reuniones o asambleas con la comunidad?
- ¿Siempre han tenido el mismo sistema de abastecimiento?
- ¿Cada cuanto cambian los funcionarios de la Junta de Acueducto Comunitario?
- ¿Quedan siempre los mismos funcionarios en la Junta de Acueducto Comunitario después del cambio?
- ¿Tienen algún permiso o reconocimiento por ser una organización o asociación expedido por alguna entidad? De ser si, ¿Cuál y por quién?
- ¿Están asociados o tienen convenio con alguna entidad pública, privada, mixta o comunitaria?
- ¿Describa cada unidad del sistema de abastecimiento comunitario?, ¿componentes?, ¿Distancias?, etc.
- ¿Están capacitados en tratamiento de agua de acueducto?
- ¿Están capacitados y/o certificados en desinfección de agua?
- ¿Cómo realizan la desinfección del agua?



\*Aplica para las sedes  
José Celestino Mutis y  
José Acevedo y Gómez

CO14/6011  
Bogotá D.C.  
Sede Nacional  
José Celestino Mutis

CO14/6012  
Bogotá D.C.  
Sede Nacional  
José Celestino Mutis



## GUIÓN ENTREVISTA PARA EL FUNCIONARIO DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE ACUEDUCTO COMUNITARIO DE MATARREDONDA

- ¿Cuentan con equipos de laboratorio In-situ o Ex-situ? De ser sí, ¿Cuáles?
- ¿La Junta Administradora de Acueducto realiza las actividades de operación y mantenimiento del acueducto?
- ¿Cuentan con apoyo de los habitantes de la vereda o externos para la operación y mantenimiento del acueducto comunitario?
- ¿Deben pagar algún permiso por la cohesión del agua? De ser sí, ¿Cuánto pagan?, ¿A quién?, y ¿Cada cuánto?
- ¿Qué entidades los supervisan, controlan, vigilan o visitan?
- ¿Los han multado alguna vez? De ser si, ¿Quién y por qué?
- ¿Cuántos suscriptores tiene actualmente el acueducto comunitario?
- ¿Tienen problemas de cobertura total?
- ¿Tienen problemas de desabastecimiento parcial o constantemente?
- ¿Tienen problemas en calidad de agua en las últimas viviendas del acueducto?
- ¿Han recibido quejas o reclamos por parte de los suscritores por el servicio?
- ¿Cuál es el mecanismo de diferenciación tarifaria?
- ¿Existen dificultades con el método empleado de diferenciación tarifaria? De ser sí, ¿Cuáles y por qué?
- ¿Tienen problemas con el pago del servicio por parte de los suscriptores? De ser si, ¿Cuáles y por qué?
- ¿Existen contrabando de agua por parte de habitantes de la vereda que perjudiquen el sistema de acueducto?
- ¿Cómo y cada cuanto reparten las facturas del servicio de acueducto comunitario?
- ¿Reciben colaboración por parte de la comunidad?
- ¿Los recursos obtenidos les alcanzan para el funcionamiento del acueducto comunitario?
- ¿Le gusta ser parte de la Junta Administradora de Acueducto Comunitario? Y, ¿Por qué?



\*Aplica para las sedes  
José Celestino Mutis y  
José Acevedo y Gómez



Sigotá D.C.  
Sede Nacional  
José Celestino Mutis



**GUIÓN ENTREVISTA PARA EL  
FUNCIONARIO DE LA JUNTA  
ADMINISTRADORA DE ACUEDUCTO  
COMUNITARIO DE MATARREDONDA**

**SECCIÓN 3: CALIDAD DE AGUA POTABLE (10 min)**

PREGUNTA	MARQUE LA RESPUESTA		
	Si	No	Parcialmente
¿Se realizan análisis periódicos del agua para evaluar su calidad potable?			

Por favor, teniendo en cuenta la respuesta anterior responda las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la frecuencia de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos de calidad de agua?
- ¿Quién lleva a cabo los análisis? Si es una entidad externa, ¿Cómo les informan de los resultados de las pruebas de calidad de agua?
- ¿Cuáles de los siguientes parámetros de calidad de agua analizan regularmente?

PARÁMETRO	SI	NO
Color aparente		
Turbiedad		
pH		
Cloro libre residual		
Conductividad		
Alcalinidad total		
Calcio		
Cloruros		
Dureza total		
Magnesio		
Sulfatos		
Zinc		
Fosfatos		
Carbono orgánico total		
Nitritos		
Nitratos		
Fluoruros		

- ¿Los resultados de las pruebas de calidad del agua cumplen con los estándares establecidos para agua potable resolución 2115 de 2007?
- ¿Según el indicador ÍRCA, es recomendable tomar directamente el agua tratada del acueducto comunitario?
- ¿Se informa a la comunidad sobre los resultados de las pruebas de calidad del agua? En caso afirmativo, ¿Cómo lo hacen?, y de ser negativo, ¿Por qué No?
- ¿Se han identificado riesgos específicos para la calidad del agua potable en la comunidad? En caso afirmativo, mencione cuáles y las medidas tomadas para mitigarlos.



\*Aplica para las sedes  
José Celestino Mutis y  
José Acevedo y Gómez



Sigatá D.C.  
Sede Nacional José Celestino Mutis



**GUIÓN ENTREVISTA PARA EL  
FUNCIONARIO DE LA JUNTA  
ADMINISTRADORA DE ACUEDUCTO  
COMUNITARIO DE MATARREDONDA**

**SECCIÓN 4: SANEAMIENTO BÁSICO RURAL (10 min)**

PREGUNTA	MARQUE LA RESPUESTA		
La Junta Administradora de Acueducto Comunitario, aparte de promover el tratamiento del agua para el consumo humano, ¿Desempeña otras funciones de saneamiento básico como el tratamiento de aguas residuales o gestión de residuos sólidos?	Si	No	Parcialmente

Por favor, teniendo en cuenta la respuesta anterior responda las siguientes preguntas:

- ¿Quién realiza las actividades de tratamiento de aguas residuales y de residuos sólidos?
- ¿La disposición de las aguas residuales afecta la captación del agua en la parte alta de la cuenca hídrica?
- ¿La disposición final de los residuos sólidos afecta la captación del agua en la parte alta de la cuenca hídrica?
- ¿Existen actividades que contaminen la cuenca en la parte alta de la captación? De ser sí, ¿Cuáles?
- ¿La mala disposición final de las aguas residuales y de residuos sólidos en la vereda afecta de manera evidente con la llegada de vectores y roedores que pueden infiltrarse en el sistema de abastecimiento como en los tanques de coagulación, cloración o almacenamiento? De ser sí, ¿Cuál es el protocolo para manejar esta situación?
- ¿La Junta Administradora de Acueducto o la comunidad ha realizado denuncias por la contaminación que ocasionan terceros en la cuenca que abastece la vereda? De ser sí, ¿Quién lo ocasionó y cómo se solucionó?
- ¿Tienen protegida la parte alta de la captación? De ser sí, ¿Cómo?
- ¿Qué acciones se han implementado para promover el saneamiento básico en la comunidad? (Por Ejemplo: reuniones, capacitaciones, jornadas de limpieza de cuencas o reforestación).
- ¿Existen programas de educación o capacitación sobre prácticas de higiene y saneamiento? (Cuidado de cuencas, reforestación, Cloración o filtración casera).
- ¿Conoce de la existencia de un plan o manual de saneamiento básico rural en la comunidad? De ser sí, ¿Se emplea?, ¿esta actualizado?, ¿Quién lo implementó?, y ¿El acueducto comunitario hace parte de este plan?



\*Aplica para las sedes  
José Celestino Mutis y  
José Acevedo y Gómez



Bogotá D.C.  
Sede Nacional  
José Celestino Mutis



**GUIÓN ENTREVISTA PARA EL  
FUNCIONARIO DE LA JUNTA  
ADMINISTRADORA DE ACUEDUCTO  
COMUNITARIO DE MATARREDONDA**

**SECCIÓN 5: USOS MÚLTIPLES DEL AGUA (5 min)**

- ¿Mencione algunos de los usos múltiples del agua más comunes en la comunidad? (por ejemplo, domestico, irrigación de agrícola, industrial etc.)
- ¿Existen restricciones o normativas para garantizar un uso sostenible del agua en la comunidad? En caso afirmativo, mencione algunas de las restricciones o normativas implementadas. (Por ejemplo, las cuotas cobradas son superiores para otras actividades diferentes al uso doméstico).
- ¿Existe irregularidad entre los usuarios a la hora de prestar el servicio? (Por ejemplo, si un campesino tiene gran extensión de tierra y usa grandes cantidades de agua en irrigación y paga la misma tarifa que una familia campesina domestica)
- ¿El agua del sistema de acueducto es para todos los usos en la vereda?
- ¿Existen otras captaciones de la misma cuenca para usos particulares del agua en la vereda? De ser si, ¿En qué actividades se emplea el agua?, ¿Afectan la disponibilidad de agua para el acueducto?

**SECCIÓN 6: ACUEDUCTO COMUNITARIO (5 min)**

- ¿De una breve reseña histórica de la fundación del acueducto comunitario y de la Junta Administradora?
- ¿Cuál es la estructura de la Junta Administradora de Acueducto Comunitario?
- ¿Cómo se eligen o seleccionan los miembros de la Junta Administradora o Comité de Agua?
- ¿Cada miembro de la junta recibe un pago por sus servicios prestados? Dependiendo de la respuesta ¿A quiénes?, ¿cuánto?, ¿mensual, quincenal u otro?
- ¿Reciben financiamiento de una entidad externa? Si la respuesta es afirmativa, ¿Qué entidad, por medio de convenios o donativos?
- ¿Existen mecanismos de participación y toma de decisiones por parte de la comunidad? (reuniones, asambleas, oficios, buzón de sugerencias)





**GUIÓN ENTREVISTA PARA EL  
FUNCIONARIO DE LA JUNTA  
ADMINISTRADORA DE ACUEDUCTO  
COMUNITARIO DE MATARREDONDA**

**SECCIÓN 7: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (5 min)**

**PREGUNTA 1**

¿Quién es responsable de la operación y mantenimiento del sistema de acueducto comunitario?

Por favor, teniendo en cuenta la respuesta anterior responda las siguientes preguntas:

- ¿Se cuenta con personal contratado, ¿Cuántos? o son voluntarios de la comunidad?
- ¿Estudios competencias laborales del SENA u otros estudios preparatorios?
- ¿Existe un manual o un plan de operación y mantenimiento del sistema de acueducto?
- ¿Se lleva a cabo un seguimiento de las actividades de operación y mantenimiento? ¿Hay formatos?
- ¿El operador recibe un sueldo?

**PREGUNTA 2**

¿Cuáles son las labores de mantenimiento que se realizan regularmente en el sistema de acueducto? (Ejemplo: limpieza y desinfección de tanques y tuberías, reparación de fugas y averías, control de calidad del agua, entre otros)

**PREGUNTA 3**

¿Se han identificado desafíos o limitaciones en la operación y mantenimiento del sistema de acueducto? En caso afirmativo, mencione cuáles y las acciones tomadas para superarlos.

**SECCIÓN 8: LIBRE (5 min)**

Por favor, siéntase libre de proporcionar cualquier comentario adicional o sugerencia relacionada con la calidad del agua y el funcionamiento del acueducto comunitario que crea pueda ser importante para éste proyecto aplicado:

---



---



---

DURACIÓN ESTIMADA	REALIZÓ	APROBÓ
60 min	Cristian Santiago López Nandar	Luisa Fernanda Calderón Vallejo



\*Aplica para las sedes  
José Celestino Mutis y  
José Acevedo y Gómez



Bogotá D.C.  
Sede Nacional José Celestino Mutis



## GUIÓN ENTREVISTA PARA EL OPERADOR DEL ACUEDUCTO COMUNITARIO DE MATARREDONDA

### DATOS PERSONALES

<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	
<b>EDAD</b>	
<b>OCUPACIÓN</b>	
<b>NIVEL DE ESCOLARIDAD</b>	
<b>AÑOS DE RESIDENCIA EN LA VEREDA</b>	
<b>AÑOS DE EXPERIENCIA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ACUEDUCTOS</b>	
<b>AÑOS EJERCIENDO FUNCIONES COMO OPERADOR EN LA VEREDA</b>	

**ADVERTENCIA:** La siguiente entrevista cuenta con métodos de respuesta abierta y cerrada con la opción profundizar en cada respuesta dada con más preguntas relacionadas. El entrevistado de manera voluntaria se le explica y acepta las condiciones, entiende que los datos proporcionados son solamente de carácter académico para el desarrollo de la opción de grado propuesta por el investigador del proyecto aplicado, por ningún otro motivo serán válidos para otros fines, dado que la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) No se hace responsable por la información suministrada.

### SECCIÓN 1: RESPONSABILIDADES Y CAPACIDADES DEL OPERADOR (5 min)

1. ¿Cuáles son sus responsabilidades como operador del acueducto comunitario? (Seleccione todas las opciones que apliquen)

a)	Mantenimiento y reparación de la infraestructura	Si	No
b)	Monitoreo y control del suministro de agua	Si	No
c)	Control de calidad del agua	Si	No
d)	Otras responsabilidades	Especificar:	

2. ¿Cuál es su nivel de capacitación y certificación en operación y mantenimiento de sistemas de acueducto? (Seleccione todas las opciones que apliquen)

a)	Certificado en operación y mantenimiento de sistemas de acueducto	Si	No
b)	Capacitación y experiencia relevante, pero sin certificación formal	Si	No
c)	Sin capacitación formal, pero con experiencia práctica	Si	No
d)	Otro	Especificar:	



\*Aplica para las sedes José Celestino Mutis y José Acevedo y Gómez





## GUIÓN ENTREVISTA PARA EL OPERADOR DEL ACUEDUCTO COMUNITARIO DE MATARREDONDA

### SECCIÓN 2: PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (5 min)

1. ¿Existe un plan o manual de operación y mantenimiento del acueducto comunitario? (Marque con una X la respuesta).

a)	Sí, se cuenta con un plan documentado y actualizado.	
b)	No, no se dispone de un plan formal, pero se realizan actividades de operación y mantenimiento de forma regular.	
c)	No estoy seguro/a.	

2. En caso de contar con un plan o manual de operación y mantenimiento, ¿se actualiza regularmente para adaptarse a las necesidades cambiantes del acueducto? (Marque con una X la respuesta).

a)	Sí, se actualiza periódicamente para garantizar su vigencia.	
b)	No, el plan no se actualiza con regularidad.	
c)	No aplica, no tenemos un plan de operación y mantenimiento.	

3. En caso de No contar con un plan o manual de operación y mantenimiento, ¿Cómo reporta las actividades de operación y mantenimiento? (Seleccione todas las opciones que apliquen)

a)	Formatos	Si	No
b)	Fichas técnicas	Si	No
c)	Notas	Si	No
d)	Cuadernos	Si	No
f)	Oficios	Si	No
g)	De forma oral	Si	No
h)	Otro:	Especificar:	
i)	¿A quién reporta actividades?	Especificar:	

### SECCIÓN 3: ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO (5 min)

1. ¿Cuáles son las labores de mantenimiento que realizas regularmente en el acueducto comunitario? (Seleccione todas las opciones que apliquen)

a)	Limpieza y desinfección de tanques y tuberías	Si	No
b)	Reparación de fugas y averías	Si	No
c)	Calibración y mantenimiento de equipos de control y medición	Si	No
d)	Tratamiento de lodos	Si	No
e)	Otros:	Especificar:	



\*Aplica para las sedes  
José Celestino Mutis y  
José Acevedo y Gómez



Bogotá D.C.  
Sede Nacional  
José Celestino Mutis

Bogotá D.C.  
Sede Nacional  
José Celestino Mutis



## GUIÓN ENTREVISTA PARA EL OPERADOR DEL ACUEDUCTO COMUNITARIO DE MATARREDONDA

2. ¿Se lleva un registro de las actividades de mantenimiento realizadas? (Marque con una X la respuesta).

a)	Sí, se registra y documenta cada actividad de mantenimiento.	
b)	No, no se lleva un registro formal de las actividades de mantenimiento.	
c)	No estoy seguro/a.	

3. ¿Se llevan a cabo actividades de protección de la cuenca de abastecimiento?

a)	Sí, se llevan a cabo actividades de protección de la cuenca como: cercamiento, reforestación y control de vertimientos de aguas residuales y residuos sólidos.	
b)	Se llevan a cabo actividades de protección de la cuenca de manera parcial.	
c)	No, no se llevan a cabo actividades de protección de la cuenca.	
d)	No estoy seguro/a.	

4. ¿Se llevan a cabo actividades de protección y mantenimiento de bocatomas?

a)	Sí, se llevan a cabo actividades de protección y mantenimiento de bocatomas como: limpieza de hojas, mallas o rejillas, cercamiento y mantenimiento de captaciones.	
b)	Se llevan a cabo actividades de protección y mantenimiento de bocatomas de manera parcial.	
c)	No, no se llevan a cabo actividades de protección de la cuenca.	
d)	No estoy seguro/a.	

5. ¿Describa las actividades de operación y el mantenimiento que usted realiza en cada unidad del sistema de abastecimiento comunitario?

---



---



---

6. ¿Qué funciones o actividades realiza para enfrentar la temporada invernal?

---



---



---

7. ¿Qué funciones o actividades realiza para enfrentar la temporada de sequías?

---



---



---



\*Aplica para las sedes  
José Celestino Mutis y  
José Acevedo y Gómez



Bogotá D.C.  
Sede Nacional  
José Celestino Mutis

Bogotá D.C.  
Sede Nacional  
José Celestino Mutis



## GUIÓN ENTREVISTA PARA EL OPERADOR DEL ACUEDUCTO COMUNITARIO DE MATARREDONDA

### SECCIÓN 4: DESAFÍOS Y MEJORAS (5 min)

1. ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrentas en la operación y mantenimiento del acueducto comunitario? (Selecciona todas las opciones que apliquen)

a)	Escasez de recursos financieros para el mantenimiento y reparaciones.	
b)	Falta de acceso a repuestos y materiales adecuados.	
c)	Escasez de personal capacitado en operación y mantenimiento.	
d)	Otros.	Especificar:

2. ¿Qué mejoras o cambios propondrías para optimizar la operación y mantenimiento del acueducto comunitario?

---



---



---

### SECCIÓN 8: LIBRE (5 min)

Por favor, siéntase libre de proporcionar cualquier comentario adicional o sugerencia relacionada con la operación y mantenimiento del acueducto comunitario que crea pueda ser importante para éste proyecto aplicado:

---



---



---

DURACIÓN ESTIMADA	REALIZÓ	APROBÓ
30 min	Cristian Santiago López Nandar	Luisa Fernanda Calderón Vallejo



\*Aplica para las sedes  
José Celestino Mutis y  
José Acevedo y Gómez



BOGOTÁ D.C.  
Sede Nacional  
José Celestino Mutis

BOGOTÁ D.C.  
Sede Nacional  
José Celestino Mutis

**Anexo B. Registro Fotográfico de la Entrevista**

## Anexo C. Cuestionario Cuantitativo de la Percepción de la Calidad del Agua Tratada



### CUESTIONARIO PARA LA PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL ACUEDUCTO COMUNITARIO DE MATARREDONDA

#### DATOS DEL SUSCRITOR

<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	
<b>NUMERO DE CASERÍO</b>	

**ADVERTENCIA:** La siguiente encuesta se caracteriza por opciones de respuesta tipo cerrada. El encuestado de manera voluntaria se le explica y acepta las condiciones, entendiéndose que los datos proporcionados son solamente de carácter académico para el desarrollo de la opción de grado propuesta por el investigador del proyecto aplicado, por ningún otro motivo serán válidos para otros fines, dado que la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) No se hace responsable por la información suministrada.

1. ¿Cuál es su opinión general sobre la calidad del agua suministrada por el acueducto?

a)	Excelente	
b)	Buena	
c)	Regular	
d)	Mala	
e)	Muy mala	

2. ¿Con qué frecuencia experimenta problemas con el agua suministrada? (por ejemplo, mal olor, sabor extraño, coloración)

a)	Siempre	
b)	Casi siempre	
c)	A veces	
d)	Casi nunca	
e)	Nunca	

3. ¿Ha experimentado interrupciones en el suministro de agua?

a)	Sí, en varias ocasiones	
b)	Sí, en algunas ocasiones	
c)	No, nunca he experimentado interrupciones	
d)	No estoy seguro	

4. ¿Cuánto tiempo duran generalmente las interrupciones en el suministro de agua?

a)	1-3 horas	
b)	3-6 horas	
c)	De 6-24 horas	
d)	Mas de 24 horas	
e)	No hay interrupciones	
f)	No estoy seguro	

5. ¿Cree usted que hay una distribución del agua y un pago equitativo por el servicio en la vereda?

a)	Si	
b)	Tal vez si	
c)	Tal vez no	
d)	No	
e)	No estoy seguro	

6. ¿Cree que el agua suministrada es segura para el consumo humano?

a)	Sí, definitivamente	
b)	Sí, en su mayoría	
c)	No estoy seguro	
d)	No, en su mayoría	
e)	No, definitivamente no	



\*Aplica para las sedes José Celestino Mutis y José Acevedo y Gómez

CO18/8455

CO17/7811

CO14/6011

CO14/6012

Bogotá D.C.  
Sede Nacional  
José Celestino Mutis



7. ¿Ha tenido algún problema de salud que pueda estar relacionado con la calidad del agua suministrada?

a)	Sí	
b)	No	
c)	No estoy seguro	

8. ¿Ha escuchado de casos de enfermedades gastrointestinales o infecciosas relacionados por el consumo del agua en la vereda?

a)	Sí	
b)	No	
c)	No estoy seguro	

9. ¿Está satisfecho con la información proporcionada por el acueducto sobre la calidad del agua?

a)	Sí, muy satisfecho	
b)	Sí, satisfecho	
c)	No estoy seguro	
d)	No, insatisfecho	
e)	No, muy insatisfecho	

10. ¿Cree que el acueducto está tomando las medidas adecuadas para garantizar la calidad del agua suministrada?

a)	Sí, definitivamente	
b)	Sí, en su mayoría	
c)	No estoy seguro	
d)	No, en su mayoría	
e)	No, definitivamente no	

11. En general, ¿cómo calificaría el servicio del acueducto?

### CUESTIONARIO PARA LA PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL ACUEDUCTO COMUNITARIO DE MATARREDONDA

a)	Excelente	
b)	Bueno	
c)	Regular	
d)	Malo	
e)	No estoy seguro	

12. ¿Recomendaría el uso del agua suministrada por el acueducto a otras personas?

a)	Sí, definitivamente	
b)	Sí, probablemente	
c)	No estoy seguro	
d)	No, probablemente no	
e)	No, definitivamente no	

13. ¿Ha utilizado algún tipo de tratamiento de agua adicional en su hogar debido a preocupaciones sobre la calidad del agua suministrada por el acueducto?

a)	Sí, siempre utilizo un tratamiento adicional	
b)	Sí, a veces utilizo un tratamiento adicional	
c)	No, nunca he utilizado tratamiento adicional	
d)	No, probablemente no	
e)	No estoy seguro	

14. ¿Ha experimentado problemas de presión del agua, como presión excesivamente alta o baja?

a)	Sí, frecuentemente	
b)	Sí, ocasionalmente	
c)	No, nunca he experimentado problemas de presión	
d)	No estoy seguro	



\*Aplica para las sedes  
José Celestino Mutis y  
José Acevedo y Gómez





**CUESTIONARIO PARA LA  
PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DEL  
AGUA DEL ACUEDUCTO  
COMUNITARIO DE MATARREDONDA**

15. ¿Cómo calificaría la presión del agua suministrada por el acueducto?

a)	Excelente	
b)	Buena	
c)	Regular	
d)	Mala	
e)	No estoy seguro	

DURACIÓN ESTIMADA	REALIZÓ	APROBÓ
10 min	Cristian Santiago López Nandar	Luisa Fernanda Calderón Vallejo



\*Aplica para las sedes  
José Celestino Mutis y  
José Acevedo y Gómez



Bogotá D.C.  
Sede Nacional  
José Celestino Mutis

Bogotá D.C.  
Sede Nacional  
José Celestino Mutis

### Anexo D. Registro Fotográfico de la Aplicación del Cuestionario Cuantitativo

<p style="text-align: center;"><b>Vivienda 1</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Vivienda 2</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Vivienda 3</b></p> 
<p style="text-align: center;"><b>Vivienda 4</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Vivienda 5</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Vivienda 6</b></p> 
<p style="text-align: center;"><b>Vivienda 7</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Vivienda 8</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Vivienda 10</b></p> 
<p style="text-align: center;"><b>Vivienda 11</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Vivienda 12</b></p> 	

### Anexo E. Resumen Analítico Educativo (RAE)

<b>Título del texto</b>	<b>Diagnóstico de la Calidad del Agua de Suministro del Sistema de Abastecimiento Comunitario de la Vereda de Matarredonda de Chachagüí - Nariño</b>
<b>Nombres y Apellidos del Autor</b>	<b>Cristian Santiago López Nandar</b>
<b>Año de la publicación</b>	<b>2023</b>
<p><b>Resumen del texto:</b> El objetivo principal de este proyecto aplicado fue realizar el diagnóstico de la calidad del agua de suministro a través del recorrido físico del sistema abastecimiento comunitario de la vereda de Matarredonda de Chachagüí - Nariño, con la finalidad de contribuir al vacío de información actual de dicho acueducto rural. Se pretendió con este proyecto aplicado proponer medidas de mejoramiento para la potabilidad del agua en la zona de estudio, dado que la mayoría de las veces para acueductos rurales, la comunidad no cuenta con los conocimientos necesarios en operación y mantenimiento de dichos sistemas.</p> <p>El enfoque investigativo empleado en este proyecto fue mixto, lo que permitió analizar datos cuantitativos y cualitativos por medio de recorridos, registros fotográficos, testimonios, entrevistas y encuestas aplicadas a los funcionarios y suscriptores del acueducto comunitario para obtener la información de su gestión, operación, mantenimiento y percepción del agua tratada, y así comparar la calidad potable con los reportes del Instituto Nacional de Salud (INS) y presentar el diagnóstico.</p> <p>Se concluyó que, la vereda de Matarredonda cuenta con dos sistemas de abastecimiento, el primero, en la parte alta de la vereda en el cual no se aplica desinfección al líquido y el segundo, en la parte baja, en el cuál si se aplica, pero de manera ineficiente. El agua del primer sistema aparenta ser segura para el consumo humano según la percepción de los suscriptores por ser de manantial y la del segundo no, al ser superficial y presentar contaminación por coliformes y aguas residuales, lo cual fue confirmado en los resultados obtenidos por la percepción de los usuarios y los reportes del INS como agua no potable.</p> <p>Una vez analizados los resultados, se plantearon posibles soluciones a la problemática actual como la capacitación del fontanero y de los funcionarios en operación y mantenimiento de 5 acueductos, orientación en desinfección del agua por parte de un operador capacitado y la adquisición de un medidor multiparamétrico In-Situ, las cuales son soluciones que pueden gestionarse ante la Alcaldía Municipal para ser desarrolladas junto al SENA y EMPOCHACHAGÜÍ.</p>	
<b>Palabras Claves</b>	Calidad del agua; abastecimiento de agua; comunidades rurales; salud ambiental; y desarrollo sostenible.
<p><b>Problema que aborda el texto:</b> El problema que aborda está relacionado con la falta de información por medio de diagnósticos de la calidad del agua de suministro para el consumo humano que es tratada de forma ineficiente el sistema de abastecimiento comunitario de la vereda de Matarredonda de Chachagüí - Nariño.</p>	

**Objetivo General:**

- Realizar el diagnóstico de la calidad del agua de suministro a través del recorrido físico del sistema abastecimiento comunitario de la vereda de Matarredonda de Chachagüí - Nariño.

**Objetivos Específicos:**

- Analizar la calidad del agua de suministro utilizando la información obtenida del recorrido físico del sistema abastecimiento comunitario de la vereda de Matarredonda de Chachagüí - Nariño.
- Plantear posibles soluciones de mejora de la calidad del agua de suministro utilizando la información obtenida del recorrido físico del sistema de abastecimiento comunitario de la vereda de Matarredonda de Chachagüí - Nariño.

**Hipótesis planteada por el autor:** ¿Por medio del recorrido físico del sistema de abastecimiento comunitario de Matarredonda se podrá diagnosticar su calidad del agua tratada para el consumo humano en la comunidad?

**Tesis principal del autor:** La calidad del agua de suministro en el sistema de abastecimiento comunitario de la vereda de Matarredonda, ubicada en el municipio de Chachagüí, Nariño, es deficiente y presenta un alto riesgo para la salud pública debido a la falta de un diagnóstico completo y a la ineficiencia en el tratamiento y distribución del agua, lo que requiere un estudio exhaustivo y la identificación de soluciones adecuadas para garantizar un suministro de agua seguro y potable para la comunidad.

**Argumentos expuestos por el autor:** La vereda de Matarredonda enfrenta una grave problemática ante la falta de agua de buena calidad para el consumo humano a pesar de tener su propio acueducto comunitario, dado que los informes del INS indican que el agua tratada por el acueducto comunitario es "Inviabile sanitariamente" para el consumo humano debido a los índices y parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

Se destaca que la fuente de agua del acueducto comunitario proviene de la cuenca del Río Juanambú que contiene contaminación fecal por ganado bovino, aguas residuales, explotación de fique y sacrificio animal. Por ende, complica su tratamiento y potabilización dentro del acueducto comunitario, además la cuenca en la parte alta de la montaña se ha visto aún más afectada debido a proyectos de mejoramiento vial empeorado aún más el tratamiento del agua que entra al sistema, lo cual afecta a 237 habitantes de las 130 suscripciones registradas.

El Instituto Departamental de Salud de Nariño ha calificado el concepto sanitario del acueducto comunitario de Matarredonda como "Desfavorable" debido a la falta de mejoras en la infraestructura y las Buenas Prácticas Sanitarias (BPS), por lo cual se debe mejorar la gestión del agua en el sistema de acueducto para brindar un buen servicio.

Finalmente, de acuerdo con el autor el realizar un diagnóstico de la calidad del agua de suministro en la vereda de Matarredonda podrá generar soluciones adecuadas para garantizar una calidad del agua segura y potable.

**Conclusiones del texto:** Por medio del recorrido físico del sistema de abastecimiento comunitario de la vereda de Matarredonda se pudo diagnosticar que se divide en dos sistemas, el primero se encuentra en la parte alta de la vereda con unidades de captación y almacenamiento, su fuente de agua es de manantial y según la percepción de los usuarios es segura para el consumo humano, el segundo sistema se encuentra ubicado en la parte baja de la vereda con unidades de captación, desarenación, cloración y almacenamiento, su agua es de origen superficial, pero no es segura para el consumo humano según los reportes del INS y la percepción de los usuarios, dado que la desinfección aplicada en este sistema no garantiza su potabilidad.

En este orden de ideas para las posibles soluciones de las problemáticas identificadas para mejorar la calidad del agua se planteó que, el fontanero y los funcionarios deberían recibir formación complementaria SENA en operación y mantenimiento de sistemas de agua, la adquisición de un medidor multiparamétrico In-Situ que permita supervisar que las características físicas sean aceptables, la solicitud ante la alcaldía municipal para recibir orientación de un operador certificado en dosificación y aplicación de cloro en acueductos y a su vez ayude a regular el cloro por goteo en el sistema de la parte baja para garantizar que el tiempo de dosificación permita su desinfección segura. De la misma manera se requiere realizar la verificación de las tarifas con el servicio suministrado en la actualidad y a futuro se recomienda la realización de estudios tarifarios realizado por expertos para evaluar la sostenibilidad del sistema.

En cuanto al no acompañamiento de las entidades sugeridas para mejorar la calidad del agua se planteó seguir realizando constantemente las actividades de limpieza, inspección, desinfección para el mantenimiento de las unidades del sistema, protección de bocatomas y cuencas junto a la comunidad. Además, seguir fomentando los métodos domiciliarios de desinfección del agua con la dosificación de lejía recomendada, dado que, la comunidad muestra interés en mejorar la calidad para su consumo humano seguro en el hogar.

**Bibliografía citada por el autor:**

Alcaldía Municipal de Chachagüí. (2020). Plan de Desarrollo Municipal Bienvenidos al Futuro 2020-2023. Alcaldía Municipal de Chachagüí - Nariño.

<https://alcaldiachachaguinarino.micolombiadigital.gov.co/planes/pdm-20202023--bienvenidos-al-futuropdf>

Corporación Autónoma Regional de Nariño [CORPONARIÑO]. (2015). Apertura de vía municipio de Chachagüí. Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO.

<https://corponarino.gov.co/expedientes/calidadambiental/boletin/PSSC-133-15.pdf>

Corporación Autónoma Regional de Nariño [CORPONARIÑO]. (2017). Elaboración del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Juanambú (Vol. 1). Corporación Autónoma Regional de Nariño - CORPONARIÑO.

<http://hdl.handle.net/20.500.11762/3255>

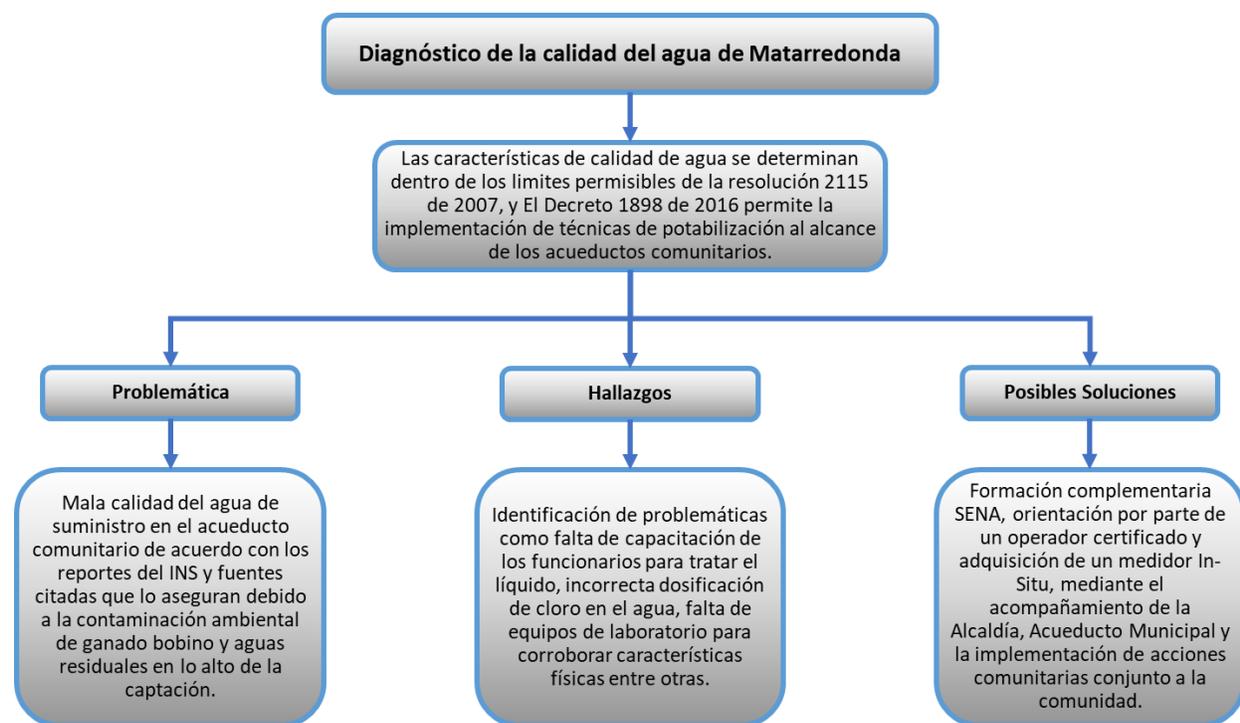
Instituto Departamental de Salud de Nariño [IDSN]. (2018). Informe de Gestión Programa de Vigilancia de la Calidad del Agua Año 2017. Instituto Departamental de Salud de Nariño - IDSN.  
[http://idsn.gov.co/site/web2/images/documentos/sambiental/2018/informe\\_de\\_gesti%C3%B3n\\_2018\\_3.pdf](http://idsn.gov.co/site/web2/images/documentos/sambiental/2018/informe_de_gesti%C3%B3n_2018_3.pdf)

Instituto Nacional de Salud [INS]. (2023a). Sistema de información para la Vigilancia del agua - SIVICAP. Instituto Nacional de Salud - INS.  
<https://sivicap.ins.gov.co/SIVICAP/Account/Login?ReturnUrl=%2FSIVICAP%2FReportesCG%2FReportesSIVICAP>

Restrepo Tarquino, I. (2010). Usos múltiples del agua como una estrategia para la reducción de la pobreza. Ed. Universidad del Valle.  
<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/10387>

<b>Nombre y apellidos de quien elaboró este RAE</b>	<b>Cristian Santiago López Nandar</b>
<b>Fecha en que se elaboró este RAE</b>	25/09/2023

**Imagen (mapa conceptual) que resume e interconecta los principales conceptos encontrados en el texto:**



**Comentarios finales:** Es evidente que la calidad del agua en la vereda de Matarredonda representa un problema significativo y preocupante, los informes de alto riesgo y de la percepción de los usuarios de que el agua no es segura para el consumo humano subrayan la urgencia de abordar esta problemática.

El recorrido físico del sistema de abastecimiento comunitario fue esencial para

diagnosticar la situación actual de los dos sistemas que posee. El enfoque aplicado proporcionó una comprensión más detallada de la calidad del agua e identificar las problemáticas que se abordaron dando posibles soluciones.

Las recomendaciones planteadas como la formación complementaria SENA, la adquisición de equipos de medición In-Situ, la regulación del cloro por parte de un operador certificado y la verificación de tarifas, son acciones concretas y lógicas para mejorar la calidad del agua y la eficiencia del acueducto comunitario.

La sugerencia de continuar con las actividades de limpieza, inspección y desinfección, junto con la fomentación de técnicas domiciliarios de desinfección, demuestra un enfoque pragmático para mantener la calidad del agua en el futuro.

La colaboración y participación de la comunidad son esenciales para mantener la calidad del agua, proteger las bocatomas y fomentar las técnicas de desinfección en el hogar, siendo pasos importantes hacia un suministro de agua más seguro.